



Journées Scientifiques Francophones 2005



Le comité d'organisation tient à vous remercier d'avoir assisté à ces JSF 2005. Vous trouverez dans CD les articles des différentes présentations faites au cours de ces journées. Bonne lecture!

Introduction [cliquez ici](#)

Comité organisateur [cliquez ici](#)

Le Programme des Journées [cliquez ici](#)

Lire les Articles [cliquez ici](#)

Liens [cliquez ici](#)

Certains liens renvoient aux articles des présentations au format PDF
Les logiciels permettant de lire le format PDF sont disponibles [ici](#)

NOTE DE L'EQUIPE EDITORIALE DE LA REVUE ISDM

Nous remercions, le Comité d'organisation des *JOURNEES SCIENTIFIQUES FRANCOPHONES 2005* de Tokyo et les partenaires de cette manifestation, de nous avoir confié la mission de publier les interventions de Recherche dans notre Revue contribuant de la sorte au rayonnement de la Francophonie.

Nous en sommes honorés.

Pour l'équipe éditoriale,

Dr Yann Bertacchini
Rédacteur en Chef de ISDM
bertacchini@univ-tln.fr
Maître de Conférences, Directeur de Recherche
Laboratoire I3m-EA 3820
Université du Sud Toulon-Var

Comités d'organisation et de programme

組織委員会・プログラム委員会

mité d'organisation : (par ordre alphabétique)

- Jean-Louis ARMAND, Président**
Ambassade de France, Service pour la Science et la Technologie
- Bilel BOUCHETA**
Association Franco-Japonaise pour les Echanges de Jeunes (AFJEJ)
- Günther HAHNE**
CNRS Japon
- Didier HOFFMANN**
Chambre de Commerce et d'Industrie Française du Japon
- Toshimichi IYAMA**
Société Franco-Japonaise des Techniques Industrielles (SFJTI)
- Erwan LOISANT**
Association ScienceScope
- Franck MICHELIN**
EduFrance
- Hiroyuki MIYAMOTO**
Association Japonaise des Anciens Boursiers Scientifiques du Gouvernement Français (ABSCIF)
- Jean-Louis MUCCHIELLI**
Ambassade de France, Service Culturel
- Kazuya ONAKA**
Association des Anciens Boursiers Culturels (ABC)
- Françoise SABBAN**
Maison Franco-Japonaise, bureau français

mité de programme : (par ordre alphabétique)

- Claire BAE**
Chambre de Commerce et d'Industrie Française du Japon
- Laurent GENOD et Agnès TIXIER-MITA**
Association ScienceScope
- Serge HAGEGE, Président**
Ambassade de France, Service pour la Science et la Technologie
- Günther HAHNE**
CNRS Japon
- Toshimichi IYAMA**
Société Franco-Japonaise des Techniques Industrielles (SFJTI)
- Hiroyuki MIYAMOTO**
Association Japonaise des Anciens Boursiers Scientifiques du Gouvernement Français (ABSCIF)
- Kazuya ONAKA**
Association des Anciens Boursiers Culturels (ABC)
- Françoise SABBAN**
Maison Franco-Japonaise, bureau français
- Benoît de TREGLODE**
Ambassade de France, Service Culturel

retariat :

- Kumiko UEHARA**
Ambassade de France, Service pour la Science et la Technologie

組織委員会 : (アルファベット順)

- **ジャン-ルイ・アルマン, 組織委員長**
フランス大使館 科学技術部
- **ビレル・ブシェタ**
日仏青年交流会 (AFJEJ)
- **ギュンター・ハーネ**
フランス国立科学研究センター (CNRS) 東京事務所
- **ディディエ・ホフマン**
在日フランス商工会議所 (CCIFJ)
- **飯山敏道**
日仏工業技術会 (SFJTI)
- **エルワン・ロワザン**
在日フランス語系研究者と学生協会 (ScienceScope)
- **フランク・ミシュラン**
フランス政府留学局エデュフランス 日本支局
- **宮本博幸**
科学部門フランス政府給費留学生の会 (ABSCIF)
- **ジャン-ルイ・ムキエリ**
フランス大使館 文化部
- **大中一彌**
文科系フランス政府給費留学生の会 (ABC)
- **フランソワーズ・サバン**
日仏会館 フランス事務所

プログラム委員会 : (アルファベット順)

- **クレール・ベ**
在日フランス商工会議所 (CCIFJ)
- **ローラン・ジュノ, アニエス・ティクシエ三田**
在日フランス語系研究者と学生協会 (ScienceScope)
- **セルジュ・アジェージュ, プログラム委員長**
フランス大使館 科学技術部
- **ギュンター・ハーネ**
フランス国立科学研究センター (CNRS) 東京事務所
- **飯山敏道**
日仏工業技術会 (SFJTI)
- **宮本博幸**
科学部門フランス政府給費留学生の会 (ABSCIF)
- **大中一彌**
文科系フランス政府給費留学生の会 (ABC)
- **フランソワーズ・サバン**
日仏会館 フランス事務所
- **ブノワ・ド・トレグロテ**
フランス大使館 文化部

事務局 :

- **上原久美子**
フランス大使館 科学技術部

David HO

Ambassade de France, Service pour la Science et la Technologie

- **ダヴィッド・ホ**
フランス大使館 科学技術部

Membres organisateurs

メンバ - 機関

Ambassade de France – Service pour la Science et la Technologie 在日フランス大使館科学技術部

4-11-44, Minami-Azabu, Minato-ku, Tokyo 106-8514

〒106-8514 東京都港区南麻布4丁目11-44

Tél : 03-5420-8880

Fax : 03-5420-8920

<http://www.ambafrance-jp.org>

Le Service pour la science et la technologie (SST) de l'Ambassade de France au Japon a pour objectif de promouvoir les échanges scientifiques et technologiques entre la France et le Japon, tenant compte des priorités de recherche communes aux deux pays et en veillant à la constitution de partenariats de qualité dans un double souci de pérennisation et d'élargissement aux meilleures équipes – notamment jeunes équipes. Son action se décline suivant deux axes principaux :

- coopération universitaire et échange de jeunes, en étroite coordination avec le Service culturel
- promotion et valorisation du potentiel scientifique et technique français et diffusion de la culture scientifique

Le Service pour la science et la technologie est composé d'une équipe binationale de dix-huit personnes.

在日フランス大使館科学技術部 (SST) は、日仏間の科学技術交流促進を活動の目的としています。両国に共通する研究優先事項を考慮し、最高の研究チーム - 特に若く優れた研究チームが継続し発展をとげるよう、質の高いパートナーシップの構築に常に関心を寄せています。

その活動は以下の2つの柱を中心に展開されています。

- 大学協力と若者の交流。これは同大使館文化部との緊密な連携で行なっています
- フランスの潜在的科学技術の推進と高度化、並びに科学文化の普及

科学技術部は日仏18名のスタッフで構成されています。

Le Service Culturel de l'Ambassade de France au Japon 在日フランス大使館文化部

4-11-44, Minami-Azabu, Minato-ku, Tokyo 106-8514

〒106-8514 東京都港区南麻布4丁目11-44

Tél : 03-5420-8867

Fax : 03-5420-8923

<http://www.ambafrance-jp.org>

Le Service Culturel représente et assure la promotion de la culture française au Japon.

Sous l'autorité de l'Ambassadeur et la responsabilité du conseiller culturel il élabore et met en oeuvre la politique de coopération et d'échanges dans les domaines aussi variés que la coopération universitaire (en pleine expansion), les sciences humaines et sociales, la coopération artistique et audio-visuelle, la coopération linguistique et éducative, la parution du livre français... Il est à ce titre l'intermédiaire entre les ministères et institutions japonais et français, et les acteurs privés du monde la culture et de l'éducation.

Composé de 18 personnes, le Service Culturel se donne les moyens de coordonner les échanges franco-japonais, participer à l'organisation d'événements, assurer la venue de personnalités du monde des sciences humaines et sociales, intellectuel et littéraire, de même que de soutenir l'enseignement de la langue française, accompagner les acteurs de la diffusion du français, faire connaître la formation supérieure et l'expertise scientifique de la France. Le Service Culturel a le souci d'élargir le dialogue auprès du public japonais à travers la diffusion d'une

information plus complète sur internet.

Le Service Culturel dispose d'un réseau d'établissements dans les principales villes du pays (Tokyo, Kyoto, Fukuoka, Osaka, Nagoya, Sapporo, Sendai, Tokushima) qui sont autant de lieux où l'on peut apprendre le français. Ces établissements (Instituts franco-japonais, Lycée franco-japonais, Alliances françaises, Maison Franco-Japonaise, Villa Kujoyama) jouent en outre le rôle de relais vers les responsables locaux dans le cadre des échanges culturels entre la France et le Japon.

在日フランス大使館文化部は日本におけるフランスを代表し、その文化普及にあたっています。

駐日フランス大使の権限や、在日フランス大使館文化参事官の責任において、当文化部は、(今まさに発展の過程にある) 大学間交流、人文・社会科学、芸術及び映像、フランス語学並びに教育における日仏交流や、フランス書籍の日本での出版等、多岐にわたる文化協力政策を展開しています。在日フランス大使館文化部はこのように、日本とフランスの関係省庁や文化教育界関係者の仲介役となっています。

当文化部は現在 18名の職員により構成されています。日仏交流事業における連絡調整や催事への参加、そして伝有識者や芸術家、人文社会学研究者の来日の際の受け入れも行っています。また、フランス語教育の支援、フランス語の普及、フランスにおける高等教育と学術研究の紹介も当部の仕事です。今後当文化部は、インターネットを通じてより詳しい情報を提供する事により、日本の一般の人々との対話を更に広げたいと考えています。

日本の主要都市(東京、京都、福岡、大阪、名古屋、札幌、仙台、徳島)で当文化部は、フランス語教育機関とのネットワークを持っています。これら仏政府認定語学教育機関(日仏学院、日仏学館、リセ・フランコ・ジャポネ、アリアンス・フランセーズ、日仏会館、ヴィラ・九条山)は、日仏文化交流においても各地方の責任者への橋渡しの役割を果たしています。

CNRS / CNRS Japon

フランス国立科学研究センター / フランス国立科学研究センター東京事務所

Maison Franco-Japonaise (6F), 3-9-25, Ebisu, Shibuya-ku, Tokyo 150-0013

〒150-0013 東京都渋谷区恵比寿3-9-25 日仏会館6階

Tél: 03-3443-8551

Fax : 03-3443-8552

<http://www.jp.cnrs.fr>

"La Science au Service de l'Homme"

Le Centre national de la recherche scientifique (CNRS) est un organisme public de recherche fondamentale, placé sous la tutelle du Ministre chargé de la Recherche. Sa mission est de produire du savoir et de le mettre au service de la société.

Avec 26 000 personnes, un budget qui s'élève à 2 214 millions d'€HT pour l'année 2004, une implantation sur l'ensemble du territoire national, le CNRS exerce son activité dans tous les champs de la connaissance, en s'appuyant sur 1260 unités de recherche et de service, regroupées au sein de huit départements scientifiques.

Le CNRS a développé des outils lui permettant de s'associer aux meilleurs laboratoires du monde. Dans ce cadre, l'objectif du CNRS et de son bureau à Tokyo est de développer avec la recherche académique et industrielle japonaise et coréenne un véritable partenariat, exploitant les complémentarités dans l'approche ou les équipements scientifiques. Plusieurs niveaux de collaboration ont été mis en place : les programmes internationaux de coopération scientifique (PICS) prennent la relève des contacts spontanés, les laboratoires internationaux associés (LIA) témoignent d'une histoire de collaboration étroite et réalisée avec succès, tandis que les unités mixtes internationales (UMI) représentent de véritables « Joint ventures » de la recherche scientifique. Le groupement de recherche international (GDRI) est l'outil adapté pour les nombreux cas où il est avantageux pour plusieurs laboratoires appartenant à deux, voir plusieurs pays de s'organiser en réseau. Ces outils créent un cadre propice aux collaborations scientifiques, comme en témoigne le nombre d'échanges de chercheurs et d'actions communes toujours croissant.

Bureau du CNRS au Japon :

Directeur : Günther HAHNE (E-Mail : gunther.hahne@jp.cnrs.fr)
 Assistante : Kaoru NISHIMURA (E-Mail : kaoru.nishimura@jp.cnrs.fr)

「人類に貢献する科学」

フランス国立科学研究センター(CNRS)は公的な基礎研究機関で、研究省の管轄のもとにあります。その使命は知識を生み出し、それを社会のために役立たせることです。

職員数26,000名、2004年の年間予算は22億1400万ユーロ(税抜)、フランス全土に研究室を持っています。8つの科学部門の下の1,260カ所の研究ユニットを通じて、CNRSはあらゆる学問領域で活動を行っています。

世界中の多数の研究所と協力するため、CNRSはいくつかの制度を発展させました。この枠組により、CNRSとCNRS東京事務所は、日本と韓国の学術研究機関および産業界との研究協力を発展させ、科学的なノウハウや設備で相互に補完することを目指しています。協力にはいくつか段階があります。まず、単発的な交流から始まる国際科学協カプログラム(PICS)、次に緊密で成果のあがった共同研究のための国際提携研究所(LIA)、さらに科学研究における真の《ジョイント・ベンチャー》ともいえる国際共同ユニット(UMI)につながります。また、国際研究グループ(GDRI)は、日仏・韓仏両国の国内、または数カ国内でそれぞれ複数の研究所が参加したネットワーク形成に適しています。これらの制度が研究協力を促進する枠組みとなり、研究者交流や共同活動は増加し続けています。

CNRS東京事務所:

所長 : ギュンター・ハーネ (電子メール : gunther.hahne@jp.cnrs.fr)

アシスタント : 西村薫 (電子メール : kaoru.nishimura@jp.cnrs.fr)

Association ScienceScope 在日フランス語系研究者と学生協会

p.o. Box 37, 305 Tsukuba, Ibaraki

Fax : 0298-50-2584

<http://www.sciencescope.org/>

ScienceScope est une association de type loi 1901. Elle est le lieu de rencontre de chercheurs en science qui ont tous comme point commun d'être francophone. Ces chercheurs ont exercé, exercent encore ou vont exercer leur activité au Japon. Les raisons d'être de cette association résident dans les motivations de ses membres à réaliser des oeuvres variées, toutes destinées à faciliter, accroître et pérenniser les relations francojaponaises.

Les principaux buts de ScienceScope sont de promouvoir et développer les échanges au sein de la communauté des chercheurs, d'informer et aider les étudiants et chercheurs désireux de séjourner au Japon, d'établir un réseau entre ces chercheurs et enfin de valoriser l'expérience scientifique et culturelle japonaise auprès des organismes, laboratoires et entreprises.

Les principaux moyens de communication de ScienceScope sont un forum de discussion et d'information (sciencscope@cru.fr), l'annuaire des chercheurs francophones au Japon et le site Internet de l'association.

Les principales actions de ScienceScope sont la participation à l'organisation des Journées Science et Technologie, en collaboration avec l'Ambassade de France au Japon, le soutien à l'édition d'une méthode d'apprentissage des kanji : "Les Kanji dans la tête", la participation à la réalisation d'un numéro spéciale des Annales de Chimie : "La Recherche au Japon dans le domaine des Matériaux Avancés", le soutien à l'organisation des forums emploi Europe – Japon : *EU-Japan JobFair 97 et 98* et l'édition d'une lettre mensuelle d'information diffusée aux scientifiques francophones établis au Japon ainsi qu'à toute personne intéressée par la coopération scientifique entre le France et le Japon.

Association Franco-Japonaise pour les Echanges de Jeunes (AFJEJ)

日仏青年交流会

c/o CCIFJ – Iida Bldg, 5-5 Rokubancho, Chiyoda-ku, Tokyo 102-0085

〒102-0085東京都千代田区六番町5-5

Tél : 03.3288.9635

Fax : 03.3288.9558

<http://www.afjej.org>

Partant du constat que les demandes d'étudiants désireux d'effectuer un stage dans une entreprise d'un de nos deux pays sont en forte augmentation depuis quelques années, l'Association Franco-Japonaise pour les Echanges de Jeunes (AFJEJ) a été fondée en 2004 à Tokyo avoir l'objectif de devenir le lien privilégié entre les mondes universitaire et professionnel français et japonais.

L'AFJEJ joue donc le rôle d'un levier de communication entre les étudiants et les entreprises pour faciliter les échanges de jeunes entre la France et le Japon. L'action de l'AFJEJ est menée à travers le site Internet sécurisé www.afjej.org de mise en relation entre les candidats et les entreprises. Chaque jeune peut y déposer son profil en y précisant sa requête. Les sociétés, services, institutions, comités, associations ou établissements membres de l'AFJEJ disposent d'un accès personnel à cette base de candidats. Les sociétés membres peuvent ainsi effectuer des recherches sur les profils qui les intéressent pour ensuite contacter directement les étudiants et leur proposer les stages correspondant à leurs attentes.

Maison Franco-Japonaise

日仏会館

3-9-25, Ebisu, Shibuya-ku, Tokyo 150-0013

Tél : (81) 3.5421.7641

Fax: (81) 3.5421.7651

<http://www.mfj.gr.jp/>

Créée en 1924 grâce aux efforts conjugués du banquier SHIBUSAWA Eiichi et de Paul CLAUDEL, alors ambassadeur de France au Japon, la Maison franco-japonaise est un espace unique de coopération intellectuelle, scientifique et culturelle entre la France et le Japon. Ayant le statut de Fondation privée japonaise, elle abrite un Bureau français qui est son hôte. Le Bureau français dont le fonctionnement est assuré par le soutien du Ministère des Affaires étrangères français et de l'Ambassade de France a pour mission de développer les relations entre communautés universitaires japonaise et française. Sous la responsabilité d'un directeur, l'équipe du Bureau français est composée de trois chercheurs français, appelés "pensionnaires", d'un secrétariat bilingue de trois personnes, et d'un conservateur à mi-temps, assisté de deux aides-bibliothécaires.

Le Bureau français, dont la dénomination usuelle se confond avec celle de Maison franco-japonaise, est le lieu de nombreuses manifestations scientifiques, conférences, colloques et séminaires, organisés le plus souvent en collaboration avec la Société franco-japonaise, une vingtaine de sociétés savantes franco-japonaises, les fondations et les universités japonaises. C'est également un petit centre de recherche spécialisé dans le domaine des sciences sociales et humaines sur le Japon et l'Asie qui accueille des chercheurs de passage ainsi que des doctorants et des étudiants, Il publie un périodique et des monographies. La MFJ abrite une bibliothèque dont le fonds de 50 000 volumes français, environ, est probablement l'un des plus riches d'Asie.

Les activités de la MFJ sont consultables sur son site-web bilingue :<http://www.mfj.gr.jp>

日仏会館とは？

日仏会館は1924年に日本の銀行家渋沢栄一と当時の駐日フランス大使ポール・クローデルの尽力によって設立され、日本とフランスの間のユニークな知的、学術的、文化的協力の場となっている。日本の民間団体である財団法人日仏会館は、その建物の中にフランス政府所管の事務所（日仏会館フランス事務所）を迎えている。日仏会館フランス事務所の運営はフランス外務省と駐日フランス大使館に支えられており、日仏両国の大学レベルの研究者の交流の拡大を使命としている。日仏会館フランス学長のもと

に、日仏会館フランス事務所はパンシオネール《pensionnaires》と呼ばれる3名のフランス人研究者、2名の常勤職員からなる日仏両国語で仕事をこなす事務所、フランス外務省派遣のフランス人国際志願職員《volontaire international》、東京日仏学院メディアテークと兼任のフランス人司書監ならびに2名の日本人司書によって運営される図書室から構成されている。

日仏会館フランス事務所は通称として「日仏会館」を指す Maison franco-japonaise と称しており、数多くの学術的な催し物、講演会、シンポジウムおよびセミナーを開催している。それらの催し物の多くは、日仏協会、20余りの日仏関連諸学会、日本の財団、大学等との共催で開かれている。日仏会館フランス事務所はまた日本とアジアに関する人文・社会科学の領域を専門とする小規模な研究所でもあり、日本を訪問する研究者、博士課程在籍者や学生たちが集う場所でもある。日仏会館フランス事務所は一つの定期刊行物と様々な単行本を刊行している。日仏会館には図書室があり、およそ50,000冊のフランス語の蔵書をもつ。このフランス書の蔵書数はおそらくアジアで最も充実したものである。

EDUFRANCE

フランス政府留学局エデュ・フランス日本支局

住所：〒162-8415 東京都新宿区市谷船河原町15 東京日仏学院内

Tél / Fax : 03 - 5261 - 3993

E-mail : edufrance@ifjtokyo.or.jp

Créée en 1998 sous la tutelle des ministères des Affaires Etrangères et de l'Education Nationale, l'Agence EduFrance a pour but d'offrir une vaste gamme de services auprès des étudiants qui souhaitent partir étudier en France. Aujourd'hui, grâce à ses 75 Espaces d'accueil répartis dans 45 pays, EduFrance développe une intense activité pour promouvoir l'offre de formation des institutions françaises d'enseignement supérieur à l'étranger.

Le nombre d'étudiants étrangers a connu une rapide augmentation depuis 1998 – date de création de l'agence EduFrance – pour s'élever, en 2003-2004, à 245000 personnes. Sa croissance est remarquable pour les deuxième et troisième cycles, et ce notamment dans les disciplines scientifiques et de gestion-management. Il ne fait guère de doute que l'agence EduFrance a joué un rôle majeur au sein de cette évolution positive.

EduFrance a ouvert à l'Institut franco-japonais de Tokyo, en janvier 2002, son premier bureau au Japon. Depuis lors, l'espace EduFrance-Japon, en étroite collaboration avec les universités japonaises, offre aux étudiants un service d'information efficace afin qu'ils puissent effectuer des séjours d'études enrichissants et utiles. En outre, l'espace intervient dans de nombreuses universités et salons de l'éducation internationaux afin de faire connaître l'enseignement supérieur français et les diverses possibilités de séjours d'études en France.

EduFrance, en étroite coopération avec l'Ambassade de France au Japon, exerce une activité incessante de promotion et s'efforce de mettre en place, de développer et d'entretenir des liens d'échanges fructueux avec les universités et organismes officiels japonais.

フランス政府留学局エデュ・フランスは、フランスへの留学希望者を支援することを目的に、フランス国民教育省および外務省、高等教育機関関係者により1998年に設立されました。現在では、世界45ヶ国（75ヶ所）に点在する事務所を通して様々な留学支援活動を展開しています。

フランスにおける外国人留学生の数は、政府留学局設立年度1998年から著しい増加を見せ、2003 - 2004年度においてその数は24万5千人に達しました。とりわけ修士・博士課程への進学希望者が多く見られ、分野では科学および経営学が堅調。この飛躍的進歩において、フランス政府留学局は重要な役割を担っています。

日本支局は2002年1月に東京日仏学院内に開局し、日本人留学生が現地で信頼と実績ある高等教育機関を通じて有意義な留学を実現できるよう日本の諸大学と協力し、実用的な情報やサポートを提供しています。また、フランスの高等教育、そしてフランス留学の可能性と展望をより多くの方に知っていただ

くために、大学や各種国際教育フェアなどで説明会を行っています。

フランス政府留学局はフランス大使館と綿密に連携しながら活発なプロモーション活動を行い、大学やその他の教育関係機関との緊密な交流に力を入れています。

Association Japonaise des Anciens Boursiers Scientifiques du Gouvernement Français
科学部門フランス政府給費留学生の会

Maison Franco-Japonaise

3-9-25, Ebisu, Shibuya-ku, Tokyo 150-0013

〒150-0013 東京都渋谷区恵比寿3-9-25 日仏会館

L'Association Japonaise des Anciens Boursiers Scientifiques du Gouvernement Français (ABSCIF) a pour but de resserrer les liens d'amitiés entre les anciens boursiers scientifiques du Gouvernement Français et de contribuer aux bons rapports entre la France et le Japon dans le domaine scientifique et technologique.

L'ABSCIF, créée en 1979 avec le soutien du Service Scientifique (actuellement Service pour la Science et la Technologie) de l'Ambassade de France au Japon, organise des réunions, conférences et échanges amicaux avec les chercheurs, ingénieurs et boursiers scientifiques français en visite au Japon. Ses membres se distribuent géographiquement dans tout le Japon et recouvrent toutes les disciplines scientifiques.

Bien que le concours des bourses pour les japonais commencent en 1931, l'ABSCIF compte seulement des anciens boursiers qui sont partis en France après 1968 (l'année de la création du Service Scientifique, l'Ambassade de France au Japon).

Certains membres accueillent des stagiaires et chercheurs français comme ils l'ont été autrefois.

Certains autres jouent des rôles principaux en organisant des colloques franco-japonais de différents domaines scientifiques. Parmi les plus marquants, il faut citer, par exemple, une conférence sur le thème de la créativité scientifique et de la création artistique en 2000. L'ABSCIF participe vivement aux Journées Scientifiques Francophones en association avec le Service pour la Science et la Technologie, et d'autres organismes.

科学部門フランス政府給費留学生の会 (ABSCIF) はその名の通り、フランス政府の給費を受けて留学した自然科学分野の研究者の集まりであり、日仏間の親善に寄与し、あわせて会員間の親睦を深めることを目的として、1979年に在日フランス大使館科学部 (現科学技術部) の協力を得て設立されました。現在会員は1000人弱を数え、その多くは全国の大学、公立研究所、官庁等で活躍しています。

日本人を対象とした給費留学制度は1931年に始まりましたが、ABSCIFの会員は大使館文化部から科学部が生まれた1968年以降に留学した人たちです。

会員のそれぞれがかつての経験をもとに、現在では来日するフランス人留学生の受け皿として、また、日仏科学技術協力のあらゆる分野で中核的な役割を果たしています。また、機会を設けて、日仏間のシンポジウムを開催しており、たとえば、2000年には「科学における創造性と芸術的創造」と題した日仏シンポジウムを東京で開催しました。在日フランス大使館科学技術部との密接な協力関係のもと、ABSCIFは今回のフランス語による科学シンポジウム。。。

在日フランス人研究者による研究発表会に参加しています。

Association Japonaise des Anciens Boursiers Culturels du Gouvernement Français
文科系フランス政府給費留学生の会

Maison Franco-Japonaise, 3-9-25, Ebisu, Shibuya-ku, Tokyo 150-0013

〒150-0013 東京都渋谷区恵比寿3-9-25 日仏会館

L'Association Japonaise des Anciens Boursiers Culturels du Gouvernement Français (ABC) a vu le jour avec la tenue de son assemblée constitutive en avril 2002, grâce au soutien du Service culturel de l'Ambassade de France au Japon.

Cette association a pour but de resserrer les liens d'amitié entre les anciens boursiers du Gouvernement français dans les domaines des Arts, de la Littérature et des Sciences humaines et sociales, et de contribuer au bon développement des relations franco-japonaises.

Depuis la mise en place en 1933 des premières bourses du Gouvernement français au Japon, les anciens boursiers forment un groupe de plus de 1500 personnes, ils constituent une partie importante du milieu intellectuel francophone au Japon.

Cette association dispose de plus d'une centaine de correspondants locaux au Japon et à l'étranger, l'ABC est le partenaire privilégié du Service culturel ainsi que des établissements culturels du réseau français au Japon.

Cette année, l'ABC a décidé de s'associer, pour la première fois, aux Journées Scientifiques

Francophones. Désormais, cet événement deviendra pour l'ABC une des activités importantes de l'association.

文科系フランス政府給費留学生の会（略称ABC）は2002年4月、在日フランス大使館文化部の協力のもと、設立総会が開催され発足しました。

本会は文科系（芸術、文学、人文・社会科学）の分野における元フランス政府給費留学生相互の親睦を深め、あわせて日仏関係の良好なる発展に寄与することを目的としています。

1933年、日本においてフランス政府給費制度が始まって以来、元給費留学生の数は現在1500名あまりにもものぼり、日本におけるフランス語を話す知識層の中で多数をしめています。又、地方及び海外にも多くの会員を有し、ABCは在日フランス大使館文化部、及び地方のフランス政府文化機関の様々な活動の重要なパートナーとなっています。

本年、ABCは初めてJSFの組織委員会のメンバーに加わりました。今後JSFへの参加は本会の重要な活動のひとつとなっていくでしょう。

<p>Société Franco-Japonaise des Techniques Industrielles 日仏工業技術会</p>
--

Maison Franco-Japonaise, 3-9-25, Ebisu, Shibuya-ku, Tokyo 150-0013

〒150-0013 東京都渋谷区恵比寿3-9-25 日仏会館内

Tél: 03-5424-1146

Fax : 03-5424-1147

<http://www.t3.rim.or.jp/~sfjti/indexfr.html>

La Société Franco-Japonaise des Techniques Industrielles a pour but, dans le cadre de l'activité culturelle de la Maison Franco-Japonaise, de resserrer les liens d'amitié entre ingénieurs français et japonais, de favoriser la coopération technique entre la France et le Japon et d'encourager les échanges des ingénieurs entre ces deux pays.

Les activités de la Société sont les suivantes :

- au cours de réunions amicales, échanger des informations sur les techniques industrielles françaises et japonaises et émettre des vœux quant au développement des échanges des techniques industrielles entre la France et le Japon ;
- faire paraître des publications ; organiser des conférences et des séminaires ;
- organiser toutes autres manifestations conformes au but de la Société.

本会は日仏工業技術会(Société Franco-Japonaise des Techniques Industrielles)と称し、日仏会館の文化活動の一環として、日仏工業技術者の親睦を図り、日仏工業技術の連絡普及および両国の技術者の交流を促進することを目的とする。

本会は前記の目的を達成するため次の事業を行う。

- 会員相互の親睦を図る集会を開催、日仏工業技術に関する情報を交換し、両国の工業技術交流に関する建議を行う。

- 機関誌「日仏工業技術」の刊行および講演会、見学会、研修会、講習会などの開催。
- その他の本会の活動に必要な事業。



Journées Scientifiques Francophones 2005



Le comité d'organisation tient à vous remercier d'avoir assisté à ces JSF 2005. Vous trouverez dans CD les articles des différentes présentations faites au cours de ces journées. Bonne lecture!

Introduction [cliquez ici](#)

Comité organisateur [cliquez ici](#)

Le Programme des Journées [cliquez ici](#)

Lire les Articles [cliquez ici](#)

Liens [cliquez ici](#)

Certains liens renvoient aux articles des présentations au format PDF
Les logiciels permettant de lire le format PDF sont disponibles [ici](#)

NOTE DE L'EQUIPE EDITORIALE DE LA REVUE ISDM

Nous remercions, le Comité d'organisation des *JOURNEES SCIENTIFIQUES FRANCOPHONES 2005* de Tokyo et les partenaires de cette manifestation, de nous avoir confié la mission de publier les interventions de Recherche dans notre Revue contribuant de la sorte au rayonnement de la Francophonie.

Nous en sommes honorés.

Pour l'équipe éditoriale,

Dr Yann Bertacchini
Rédacteur en Chef de ISDM
bertacchini@univ-tln.fr
Maître de Conférences, Directeur de Recherche
Laboratoire I3m-EA 3820
Université du Sud Toulon-Var

Comités d'organisation et de programme

組織委員会・プログラム委員会

mité d'organisation : (par ordre alphabétique)

- Jean-Louis ARMAND, Président**
Ambassade de France, Service pour la Science et la Technologie
- Bilel BOUCHETA**
Association Franco-Japonaise pour les Echanges de Jeunes (AFJEJ)
- Günther HAHNE**
CNRS Japon
- Didier HOFFMANN**
Chambre de Commerce et d'Industrie Française du Japon
- Toshimichi IYAMA**
Société Franco-Japonaise des Techniques Industrielles (SFJTI)
- Erwan LOISANT**
Association ScienceScope
- Franck MICHELIN**
EduFrance
- Hiroyuki MIYAMOTO**
Association Japonaise des Anciens Boursiers Scientifiques du Gouvernement Français (ABSCIF)
- Jean-Louis MUCCHIELLI**
Ambassade de France, Service Culturel
- Kazuya ONAKA**
Association des Anciens Boursiers Culturels (ABC)
- Françoise SABBAN**
Maison Franco-Japonaise, bureau français

mité de programme : (par ordre alphabétique)

- Claire BAE**
Chambre de Commerce et d'Industrie Française du Japon
- Laurent GENOD et Agnès TIXIER-MITA**
Association ScienceScope
- Serge HAGEGE, Président**
Ambassade de France, Service pour la Science et la Technologie
- Günther HAHNE**
CNRS Japon
- Toshimichi IYAMA**
Société Franco-Japonaise des Techniques Industrielles (SFJTI)
- Hiroyuki MIYAMOTO**
Association Japonaise des Anciens Boursiers Scientifiques du Gouvernement Français (ABSCIF)
- Kazuya ONAKA**
Association des Anciens Boursiers Culturels (ABC)
- Françoise SABBAN**
Maison Franco-Japonaise, bureau français
- Benoît de TREGLODE**
Ambassade de France, Service Culturel

retariat :

- Kumiko UEHARA**
Ambassade de France, Service pour la Science et la Technologie

組織委員会 : (アルファベット順)

- **ジャン-ルイ・アルマン、組織委員長**
フランス大使館 科学技術部
- **ビレル・ブシェタ**
日仏青年交流会 (AFJEJ)
- **ギュンター・ハーネ**
フランス国立科学研究センター (CNRS) 東京事務所
- **ディディエ・ホフマン**
在日フランス商工会議所 (CCIFJ)
- **飯山敏道**
日仏工業技術会 (SFJTI)
- **エルワン・ロワザン**
在日フランス語系研究者と学生協会 (ScienceScope)
- **フランク・ミシュラン**
フランス政府留学局エデュフランス 日本支局
- **宮本博幸**
科学部門フランス政府給費留学生の会 (ABSCIF)
- **ジャン-ルイ・ムキエリ**
フランス大使館 文化部
- **大中一彌**
文科系フランス政府給費留学生の会 (ABC)
- **フランソワーズ・サバン**
日仏会館 フランス事務所

プログラム委員会 : (アルファベット順)

- **クレール・ベ**
在日フランス商工会議所 (CCIFJ)
- **ローラン・ジュノ、アニエス・ティクシエ三田**
在日フランス語系研究者と学生協会 (ScienceScope)
- **セルジュ・アジェージュ、プログラム委員長**
フランス大使館 科学技術部
- **ギュンター・ハーネ**
フランス国立科学研究センター (CNRS) 東京事務所
- **飯山敏道**
日仏工業技術会 (SFJTI)
- **宮本博幸**
科学部門フランス政府給費留学生の会 (ABSCIF)
- **大中一彌**
文科系フランス政府給費留学生の会 (ABC)
- **フランソワーズ・サバン**
日仏会館 フランス事務所
- **ブノワ・ド・トレグロテ**
フランス大使館 文化部

事務局 :

- **上原久美子**
フランス大使館 科学技術部

David HO

Ambassade de France, Service pour la Science et la Technologie

- **ダヴィッド・ホ**
フランス大使館 科学技術部

Membres organisateurs

メンバ - 機関

Ambassade de France – Service pour la Science et la Technologie 在日フランス大使館科学技術部

4-11-44, Minami-Azabu, Minato-ku, Tokyo 106-8514

〒106-8514 東京都港区南麻布4丁目11-44

Tél : 03-5420-8880

Fax : 03-5420-8920

<http://www.ambafrance-jp.org>

Le Service pour la science et la technologie (SST) de l'Ambassade de France au Japon a pour objectif de promouvoir les échanges scientifiques et technologiques entre la France et le Japon, tenant compte des priorités de recherche communes aux deux pays et en veillant à la constitution de partenariats de qualité dans un double souci de pérennisation et d'élargissement aux meilleures équipes – notamment jeunes équipes. Son action se décline suivant deux axes principaux :

- coopération universitaire et échange de jeunes, en étroite coordination avec le Service culturel
- promotion et valorisation du potentiel scientifique et technique français et diffusion de la culture scientifique

Le Service pour la science et la technologie est composé d'une équipe binationale de dix-huit personnes.

在日フランス大使館科学技術部 (SST) は、日仏間の科学技術交流促進を活動の目的としています。両国に共通する研究優先事項を考慮し、最高の研究チーム - 特に若く優れた研究チームが継続し発展をとげるよう、質の高いパートナーシップの構築に常に関心を寄せています。

その活動は以下の2つの柱を中心に展開されています。

- 大学協力と若者の交流。これは同大使館文化部との緊密な連携で行なっています
- フランスの潜在的科学技術の推進と高度化、並びに科学文化の普及

科学技術部は日仏18名のスタッフで構成されています。

Le Service Culturel de l'Ambassade de France au Japon 在日フランス大使館文化部

4-11-44, Minami-Azabu, Minato-ku, Tokyo 106-8514

〒106-8514 東京都港区南麻布4丁目11-44

Tél : 03-5420-8867

Fax : 03-5420-8923

<http://www.ambafrance-jp.org>

Le Service Culturel représente et assure la promotion de la culture française au Japon.

Sous l'autorité de l'Ambassadeur et la responsabilité du conseiller culturel il élabore et met en oeuvre la politique de coopération et d'échanges dans les domaines aussi variés que la coopération universitaire (en pleine expansion), les sciences humaines et sociales, la coopération artistique et audio-visuelle, la coopération linguistique et éducative, la parution du livre français... Il est à ce titre l'intermédiaire entre les ministères et institutions japonais et français, et les acteurs privés du monde la culture et de l'éducation.

Composé de 18 personnes, le Service Culturel se donne les moyens de coordonner les échanges franco-japonais, participer à l'organisation d'événements, assurer la venue de personnalités du monde des sciences humaines et sociales, intellectuel et littéraire, de même que de soutenir l'enseignement de la langue française, accompagner les acteurs de la diffusion du français, faire connaître la formation supérieure et l'expertise scientifique de la France. Le Service Culturel a le souci d'élargir le dialogue auprès du public japonais à travers la diffusion d'une

information plus complète sur internet.

Le Service Culturel dispose d'un réseau d'établissements dans les principales villes du pays (Tokyo, Kyoto, Fukuoka, Osaka, Nagoya, Sapporo, Sendai, Tokushima) qui sont autant de lieux où l'on peut apprendre le français. Ces établissements (Instituts franco-japonais, Lycée franco-japonais, Alliances françaises, Maison Franco-Japonaise, Villa Kujoyama) jouent en outre le rôle de relais vers les responsables locaux dans le cadre des échanges culturels entre la France et le Japon.

在日フランス大使館文化部は日本におけるフランスを代表し、その文化普及にあたっています。

駐日フランス大使の権限や、在日フランス大使館文化参事官の責任において、当文化部は、(今まさに発展の過程にある) 大学間交流、人文・社会科学、芸術及び映像、フランス語学並びに教育における日仏交流や、フランス書籍の日本での出版等、多岐にわたる文化協力政策を展開しています。在日フランス大使館文化部はこのように、日本とフランスの関係省庁や文化教育界関係者の仲介役となっています。

当文化部は現在 18名の職員により構成されています。日仏交流事業における連絡調整や催事への参加、そして伝有識者や芸術家、人文社会学研究者の来日の際の受け入れも行っています。また、フランス語教育の支援、フランス語の普及、フランスにおける高等教育と学術研究の紹介も当部の仕事です。今後当文化部は、インターネットを通じてより詳しい情報を提供する事により、日本の一般の人々との対話を更に広げたいと考えています。

日本の主要都市(東京、京都、福岡、大阪、名古屋、札幌、仙台、徳島)で当文化部は、フランス語教育機関とのネットワークを持っています。これら仏政府認定語学教育機関(日仏学院、日仏学館、リセ・フランコ・ジャポネ、アリアンス・フランセーズ、日仏会館、ヴィラ・九条山)は、日仏文化交流においても各地方の責任者への橋渡しの役割を果たしています。

CNRS / CNRS Japon

フランス国立科学研究センター / フランス国立科学研究センター東京事務所

Maison Franco-Japonaise (6F), 3-9-25, Ebisu, Shibuya-ku, Tokyo 150-0013

〒150-0013 東京都渋谷区恵比寿3-9-25 日仏会館6階

Tél: 03-3443-8551

Fax : 03-3443-8552

<http://www.jp.cnrs.fr>

"La Science au Service de l'Homme"

Le Centre national de la recherche scientifique (CNRS) est un organisme public de recherche fondamentale, placé sous la tutelle du Ministre chargé de la Recherche. Sa mission est de produire du savoir et de le mettre au service de la société.

Avec 26 000 personnes, un budget qui s'élève à 2 214 millions d'€HT pour l'année 2004, une implantation sur l'ensemble du territoire national, le CNRS exerce son activité dans tous les champs de la connaissance, en s'appuyant sur 1260 unités de recherche et de service, regroupées au sein de huit départements scientifiques.

Le CNRS a développé des outils lui permettant de s'associer aux meilleurs laboratoires du monde. Dans ce cadre, l'objectif du CNRS et de son bureau à Tokyo est de développer avec la recherche académique et industrielle japonaise et coréenne un véritable partenariat, exploitant les complémentarités dans l'approche ou les équipements scientifiques. Plusieurs niveaux de collaboration ont été mis en place : les programmes internationaux de coopération scientifique (PICS) prennent la relève des contacts spontanés, les laboratoires internationaux associés (LIA) témoignent d'une histoire de collaboration étroite et réalisée avec succès, tandis que les unités mixtes internationales (UMI) représentent de véritables « Joint ventures » de la recherche scientifique. Le groupement de recherche international (GDRI) est l'outil adapté pour les nombreux cas où il est avantageux pour plusieurs laboratoires appartenant à deux, voir plusieurs pays de s'organiser en réseau. Ces outils créent un cadre propice aux collaborations scientifiques, comme en témoigne le nombre d'échanges de chercheurs et d'actions communes toujours croissant.

Bureau du CNRS au Japon :

Directeur : Günther HAHNE (E-Mail : gunther.hahne@jp.cnrs.fr)
 Assistante : Kaoru NISHIMURA (E-Mail : kaoru.nishimura@jp.cnrs.fr)

「人類に貢献する科学」

フランス国立科学研究センター(CNRS)は公的な基礎研究機関で、研究省の管轄のもとにあります。その使命は知識を生み出し、それを社会のために役立たせることです。

職員数26,000名、2004年の年間予算は22億1400万ユーロ(税抜)、フランス全土に研究室を持っています。8つの科学部門の下の1,260カ所の研究ユニットを通じて、CNRSはあらゆる学問領域で活動を行っています。

世界中の多数の研究所と協力するため、CNRSはいくつかの制度を発展させました。この枠組により、CNRSとCNRS東京事務所は、日本と韓国の学術研究機関および産業界との研究協力を発展させ、科学的なノウハウや設備で相互に補完することを目指しています。協力にはいくつか段階があります。まず、単発的な交流から始まる国際科学協カプログラム(PICS)、次に緊密で成果のあがった共同研究のための国際提携研究所(LIA)、さらに科学研究における真の《ジョイント・ベンチャー》ともいえる国際共同ユニット(UMI)につながります。また、国際研究グループ(GDRI)は、日仏・韓仏両国の国内、または数カ国内でそれぞれ複数の研究所が参加したネットワーク形成に適しています。これらの制度が研究協力を促進する枠組みとなり、研究者交流や共同活動は増加し続けています。

CNRS東京事務所:

所長 : ギュンター・ハーネ (電子メール : gunther.hahne@jp.cnrs.fr)

アシスタント : 西村薫 (電子メール : kaoru.nishimura@jp.cnrs.fr)

Association ScienceScope 在日フランス語系研究者と学生協会

p.o. Box 37, 305 Tsukuba, Ibaraki

Fax : 0298-50-2584

<http://www.sciencescope.org/>

ScienceScope est une association de type loi 1901. Elle est le lieu de rencontre de chercheurs en science qui ont tous comme point commun d'être francophone. Ces chercheurs ont exercé, exercent encore ou vont exercer leur activité au Japon. Les raisons d'être de cette association résident dans les motivations de ses membres à réaliser des oeuvres variées, toutes destinées à faciliter, accroître et pérenniser les relations francojaponaises.

Les principaux buts de ScienceScope sont de promouvoir et développer les échanges au sein de la communauté des chercheurs, d'informer et aider les étudiants et chercheurs désireux de séjourner au Japon, d'établir un réseau entre ces chercheurs et enfin de valoriser l'expérience scientifique et culturelle japonaise auprès des organismes, laboratoires et entreprises.

Les principaux moyens de communication de ScienceScope sont un forum de discussion et d'information (sciencscope@cru.fr), l'annuaire des chercheurs francophones au Japon et le site Internet de l'association.

Les principales actions de ScienceScope sont la participation à l'organisation des Journées Science et Technologie, en collaboration avec l'Ambassade de France au Japon, le soutien à l'édition d'une méthode d'apprentissage des kanji : "Les Kanji dans la tête", la participation à la réalisation d'un numéro spéciale des Annales de Chimie : "La Recherche au Japon dans le domaine des Matériaux Avancés", le soutien à l'organisation des forums emploi Europe – Japon : *EU-Japan JobFair 97 et 98* et l'édition d'une lettre mensuelle d'information diffusée aux scientifiques francophones établis au Japon ainsi qu'à toute personne intéressée par la coopération scientifique entre le France et le Japon.

Association Franco-Japonaise pour les Echanges de Jeunes (AFJEJ)

日仏青年交流会

c/o CCIFJ – Iida Bldg, 5-5 Rokubancho, Chiyoda-ku, Tokyo 102-0085

〒102-0085東京都千代田区六番町5-5

Tél : 03.3288.9635

Fax : 03.3288.9558

<http://www.afjej.org>

Partant du constat que les demandes d'étudiants désireux d'effectuer un stage dans une entreprise d'un de nos deux pays sont en forte augmentation depuis quelques années, l'Association Franco-Japonaise pour les Echanges de Jeunes (AFJEJ) a été fondée en 2004 à Tokyo avoir l'objectif de devenir le lien privilégié entre les mondes universitaire et professionnel français et japonais.

L'AFJEJ joue donc le rôle d'un levier de communication entre les étudiants et les entreprises pour faciliter les échanges de jeunes entre la France et le Japon. L'action de l'AFJEJ est menée à travers le site Internet sécurisé www.afjej.org de mise en relation entre les candidats et les entreprises. Chaque jeune peut y déposer son profil en y précisant sa requête. Les sociétés, services, institutions, comités, associations ou établissements membres de l'AFJEJ disposent d'un accès personnel à cette base de candidats. Les sociétés membres peuvent ainsi effectuer des recherches sur les profils qui les intéressent pour ensuite contacter directement les étudiants et leur proposer les stages correspondant à leurs attentes.

Maison Franco-Japonaise

日仏会館

3-9-25, Ebisu, Shibuya-ku, Tokyo 150-0013

Tél : (81) 3.5421.7641

Fax: (81) 3.5421.7651

<http://www.mfj.gr.jp/>

Créée en 1924 grâce aux efforts conjugués du banquier SHIBUSAWA Eiichi et de Paul CLAUDEL, alors ambassadeur de France au Japon, la Maison franco-japonaise est un espace unique de coopération intellectuelle, scientifique et culturelle entre la France et le Japon. Ayant le statut de Fondation privée japonaise, elle abrite un Bureau français qui est son hôte. Le Bureau français dont le fonctionnement est assuré par le soutien du Ministère des Affaires étrangères français et de l'Ambassade de France a pour mission de développer les relations entre communautés universitaires japonaise et française. Sous la responsabilité d'un directeur, l'équipe du Bureau français est composée de trois chercheurs français, appelés "pensionnaires", d'un secrétariat bilingue de trois personnes, et d'un conservateur à mi-temps, assisté de deux aides-bibliothécaires.

Le Bureau français, dont la dénomination usuelle se confond avec celle de Maison franco-japonaise, est le lieu de nombreuses manifestations scientifiques, conférences, colloques et séminaires, organisés le plus souvent en collaboration avec la Société franco-japonaise, une vingtaine de sociétés savantes franco-japonaises, les fondations et les universités japonaises. C'est également un petit centre de recherche spécialisé dans le domaine des sciences sociales et humaines sur le Japon et l'Asie qui accueille des chercheurs de passage ainsi que des doctorants et des étudiants, Il publie un périodique et des monographies. La MFJ abrite une bibliothèque dont le fonds de 50 000 volumes français, environ, est probablement l'un des plus riches d'Asie.

Les activités de la MFJ sont consultables sur son site-web bilingue :<http://www.mfj.gr.jp>

日仏会館とは？

日仏会館は1924年に日本の銀行家渋沢栄一と当時の駐日フランス大使ポール・クローデルの尽力によって設立され、日本とフランスの間のユニークな知的、学術的、文化的協力の場となっている。日本の民間団体である財団法人日仏会館は、その建物の中にフランス政府所管の事務所（日仏会館フランス事務所）を迎えている。日仏会館フランス事務所の運営はフランス外務省と駐日フランス大使館に支えられており、日仏両国の大学レベルの研究者の交流の拡大を使命としている。日仏会館フランス学長のもと

に、日仏会館フランス事務所はパンシオネール《pensionnaires》と呼ばれる3名のフランス人研究者、2名の常勤職員からなる日仏両国語で仕事をこなす事務所、フランス外務省派遣のフランス人国際志願職員《volontaire international》、東京日仏学院メディアテークと兼任のフランス人司書監ならびに2名の日本人司書によって運営される図書室から構成されている。

日仏会館フランス事務所は通称として「日仏会館」を指す Maison franco-japonaise と称しており、数多くの学術的な催し物、講演会、シンポジウムおよびセミナーを開催している。それらの催し物の多くは、日仏協会、20余りの日仏関連諸学会、日本の財団、大学等との共催で開かれている。日仏会館フランス事務所はまた日本とアジアに関する人文・社会科学の領域を専門とする小規模な研究所でもあり、日本を訪問する研究者、博士課程在籍者や学生たちが集う場所でもある。日仏会館フランス事務所は一つの定期刊行物と様々な単行本を刊行している。日仏会館には図書室があり、およそ50,000冊のフランス語の蔵書をもつ。このフランス書の蔵書数はおそらくアジアで最も充実したものである。

EDUFRANCE

フランス政府留学局エデュ・フランス日本支局

住所：〒162-8415 東京都新宿区市谷船河原町15 東京日仏学院内

Tél / Fax : 03 - 5261 - 3993

E-mail : edufrance@ifjtokyo.or.jp

Créée en 1998 sous la tutelle des ministères des Affaires Etrangères et de l'Education Nationale, l'Agence EduFrance a pour but d'offrir une vaste gamme de services auprès des étudiants qui souhaitent partir étudier en France. Aujourd'hui, grâce à ses 75 Espaces d'accueil répartis dans 45 pays, EduFrance développe une intense activité pour promouvoir l'offre de formation des institutions françaises d'enseignement supérieur à l'étranger.

Le nombre d'étudiants étrangers a connu une rapide augmentation depuis 1998 – date de création de l'agence EduFrance – pour s'élever, en 2003-2004, à 245000 personnes. Sa croissance est remarquable pour les deuxième et troisième cycles, et ce notamment dans les disciplines scientifiques et de gestion-management. Il ne fait guère de doute que l'agence EduFrance a joué un rôle majeur au sein de cette évolution positive.

EduFrance a ouvert à l'Institut franco-japonais de Tokyo, en janvier 2002, son premier bureau au Japon. Depuis lors, l'espace EduFrance-Japon, en étroite collaboration avec les universités japonaises, offre aux étudiants un service d'information efficace afin qu'ils puissent effectuer des séjours d'études enrichissants et utiles. En outre, l'espace intervient dans de nombreuses universités et salons de l'éducation internationaux afin de faire connaître l'enseignement supérieur français et les diverses possibilités de séjours d'études en France.

EduFrance, en étroite coopération avec l'Ambassade de France au Japon, exerce une activité incessante de promotion et s'efforce de mettre en place, de développer et d'entretenir des liens d'échanges fructueux avec les universités et organismes officiels japonais.

フランス政府留学局エデュ・フランスは、フランスへの留学希望者を支援することを目的に、フランス国民教育省および外務省、高等教育機関関係者により1998年に設立されました。現在では、世界45ヶ国（75ヶ所）に点在する事務所を通して様々な留学支援活動を展開しています。

フランスにおける外国人留学生の数は、政府留学局設立年度1998年から著しい増加を見せ、2003 - 2004年度においてその数は24万5千人に達しました。とりわけ修士・博士課程への進学希望者が多く見られ、分野では科学および経営学が堅調。この飛躍的進歩において、フランス政府留学局は重要な役割を担っています。

日本支局は2002年1月に東京日仏学院内に開局し、日本人留学生が現地で信頼と実績ある高等教育機関を通じて有意義な留学を実現できるよう日本の諸大学と協力し、実用的な情報やサポートを提供しています。また、フランスの高等教育、そしてフランス留学の可能性と展望をより多くの方に知っていただ

くために、大学や各種国際教育フェアなどで説明会を行っています。

フランス政府留学局はフランス大使館と綿密に連携しながら活発なプロモーション活動を行い、大学やその他の教育関係機関との緊密な交流に力を入れています。

Association Japonaise des Anciens Boursiers Scientifiques du Gouvernement Français
科学部門フランス政府給費留学生の会

Maison Franco-Japonaise
3-9-25, Ebisu, Shibuya-ku, Tokyo 150-0013
〒150-0013 東京都渋谷区恵比寿3-9-25 日仏会館

L'Association Japonaise des Anciens Boursiers Scientifiques du Gouvernement Français (ABSCIF) a pour but de resserrer les liens d'amitiés entre les anciens boursiers scientifiques du Gouvernement Français et de contribuer aux bons rapports entre la France et le Japon dans le domaine scientifique et technologique.

L'ABSCIF, créée en 1979 avec le soutien du Service Scientifique (actuellement Service pour la Science et la Technologie) de l'Ambassade de France au Japon, organise des réunions, conférences et échanges amicaux avec les chercheurs, ingénieurs et boursiers scientifiques français en visite au Japon. Ses membres se distribuent géographiquement dans tout le Japon et recouvrent toutes les disciplines scientifiques.

Bien que le concours des bourses pour les japonais commencent en 1931, l'ABSCIF compte seulement des anciens boursiers qui sont partis en France après 1968 (l'année de la création du Service Scientifique, l'Ambassade de France au Japon).

Certains membres accueillent des stagiaires et chercheurs français comme ils l'ont été autrefois.

Certains autres jouent des rôles principaux en organisant des colloques franco-japonais de différents domaines scientifiques. Parmi les plus marquants, il faut citer, par exemple, une conférence sur le thème de la créativité scientifique et de la création artistique en 2000. L'ABSCIF participe vivement aux Journées Scientifiques Francophones en association avec le Service pour la Science et la Technologie, et d'autres organismes.

科学部門フランス政府給費留学生の会 (ABSCIF) はその名の通り、フランス政府の給費を受けて留学した自然科学分野の研究者の集まりであり、日仏間の親善に寄与し、あわせて会員間の親睦を深めることを目的として、1979年に在日フランス大使館科学部 (現科学技術部) の協力を得て設立されました。現在会員は1000人弱を数え、その多くは全国の大学、公立研究所、官庁等で活躍しています。

日本人を対象とした給費留学制度は1931年に始まりましたが、ABSCIFの会員は大使館文化部から科学部が生まれた1968年以降に留学した人たちです。

会員のそれぞれがかつての経験をもとに、現在では来日するフランス人留学生の受け皿として、また、日仏科学技術協力のあらゆる分野で中核的な役割を果たしています。また、機会を設けて、日仏間のシンポジウムを開催しており、たとえば、2000年には「科学における創造性と芸術的創造」と題した日仏シンポジウムを東京で開催しました。在日フランス大使館科学技術部との密接な協力関係のもと、ABSCIFは今回のフランス語による科学シンポジウム。。。

在日フランス人研究者による研究発表会に参加しています。

Association Japonaise des Anciens Boursiers Culturels du Gouvernement Français
文科系フランス政府給費留学生の会

Maison Franco-Japonaise, 3-9-25, Ebisu, Shibuya-ku, Tokyo 150-0013
〒150-0013 東京都渋谷区恵比寿3-9-25 日仏会館

L'Association Japonaise des Anciens Boursiers Culturels du Gouvernement Français (ABC) a vu le jour avec la tenue de son assemblée constitutive en avril 2002, grâce au soutien du Service culturel de l'Ambassade de France au Japon.

Cette association a pour but de resserrer les liens d'amitié entre les anciens boursiers du Gouvernement français dans les domaines des Arts, de la Littérature et des Sciences humaines et sociales, et de contribuer au bon développement des relations franco-japonaises.

Depuis la mise en place en 1933 des premières bourses du Gouvernement français au Japon, les anciens boursiers forment un groupe de plus de 1500 personnes, ils constituent une partie importante du milieu intellectuel francophone au Japon.

Cette association dispose de plus d'une centaine de correspondants locaux au Japon et à l'étranger, l'ABC est le partenaire privilégié du Service culturel ainsi que des établissements culturels du réseau français au Japon.

Cette année, l'ABC a décidé de s'associer, pour la première fois, aux Journées Scientifiques

Francophones. Désormais, cet événement deviendra pour l'ABC une des activités importantes de l'association.

文科系フランス政府給費留学生の会（略称ABC）は2002年4月、在日フランス大使館文化部の協力のもと、設立総会が開催され発足しました。

本会は文科系（芸術、文学、人文・社会科学）の分野における元フランス政府給費留学生相互の親睦を深め、あわせて日仏関係の良好なる発展に寄与することを目的としています。

1933年、日本においてフランス政府給費制度が始まって以来、元給費留学生の数は現在1500名あまりにもものぼり、日本におけるフランス語を話す知識層の中で多数をしめています。又、地方及び海外にも多くの会員を有し、ABCは在日フランス大使館文化部、及び地方のフランス政府文化機関の様々な活動の重要なパートナーとなっています。

本年、ABCは初めてJSFの組織委員会のメンバーに加わりました。今後JSFへの参加は本会の重要な活動のひとつとなっていくでしょう。

<p>Société Franco-Japonaise des Techniques Industrielles 日仏工業技術会</p>
--

Maison Franco-Japonaise, 3-9-25, Ebisu, Shibuya-ku, Tokyo 150-0013

〒150-0013 東京都渋谷区恵比寿3-9-25 日仏会館内

Tél: 03-5424-1146

Fax : 03-5424-1147

<http://www.t3.rim.or.jp/~sfjti/indexfr.html>

La Société Franco-Japonaise des Techniques Industrielles a pour but, dans le cadre de l'activité culturelle de la Maison Franco-Japonaise, de resserrer les liens d'amitié entre ingénieurs français et japonais, de favoriser la coopération technique entre la France et le Japon et d'encourager les échanges des ingénieurs entre ces deux pays.

Les activités de la Société sont les suivantes :

- au cours de réunions amicales, échanger des informations sur les techniques industrielles françaises et japonaises et émettre des vœux quant au développement des échanges des techniques industrielles entre la France et le Japon ;
- faire paraître des publications ; organiser des conférences et des séminaires ;
- organiser toutes autres manifestations conformes au but de la Société.

本会は日仏工業技術会(Société Franco-Japonaise des Techniques Industrielles)と称し、日仏会館の文化活動の一環として、日仏工業技術者の親睦を図り、日仏工業技術の連絡普及および両国の技術者の交流を促進することを目的とする。

本会は前記の目的を達成するため次の事業を行う。

- 会員相互の親睦を図る集会を開催、日仏工業技術に関する情報を交換し、両国の工業技術交流に関する建議を行う。

- 機関誌「日仏工業技術」の刊行および講演会、見学会、研修会、講習会などの開催。
- その他の本会の活動に必要な事業。

Étude des Transitions Morphologiques de Copolymères à Bloc par Tomographie Électronique Tridimensionnelle

Vincent H. Mareau, Satoshi Akasaka, Taketsugu Osaka, Tadashi Matsushita, Hirokazu Hasegawa
Graduate School of Engineering, Kyoto University, Nishikyo-ku Kyoto, 615-8510, Japan
Tel. : 075 383-2620 - Fax. : 075 383-2623
E-mail : vmareau@alloy.polym.kyoto-u.ac.jp

Résumé :

Cette étude porte sur l'élucidation des transitions morphologiques de copolymères à bloc par tomographie électronique tridimensionnelle (une technique principalement utilisée en biologie, qui a été adaptée à l'étude des copolymères par ce groupe de recherche). Nous étudierons le mécanisme et les dynamiques de transition ordre-ordre de copolymères dibloc, et en particulier les transitions entre un réseau gyroïde et des morphologies lamellaires, cylindriques, en couche à perforations hexagonales, et éponge.

Pour étudier les transitions morphologiques, l'organisation des micro-domaines tridimensionnels est figée en trempant l'échantillon quand la transition morphologique a lieu. Des coupes ultrafines (70 nm) de l'échantillon sont par la suite obtenues à l'aide d'un ultramicrotome, pour être ensuite observées par tomographie électronique. Cette technique consiste en l'acquisition, pour un même objet, d'une série d'images TEM (habituellement 121 images) pour différents angles d'inclinaison. À partir de cette série d'images, une image tridimensionnelle de l'objet est ensuite reconstruite par ordinateur.

Ces observations devraient aussi nous permettre de mieux comprendre la structure des défauts et des joints de grain des copolymères à bloc. En étudiant l'évolution structurale de ces défauts en fonction du temps, nous pourrions trouver un moyen de les contrôler, et ainsi de développer des matériaux ayant des applications dans le domaine des nanotechnologies.

Abstract :

This project will focus on the morphological transitions observed in block copolymers. By using the technique of three dimensional electron tomography, adapted from biology to polymer studies in this laboratory, we will study the mechanism and dynamics of the order-order transitions of diblock copolymers, and in particular the transition between gyroid network and other organized morphologies like lamella, cylinder, hexagonally perforated layer (HPL) and sponge.

In order to study the morphology transition, the three-dimensional microdomain structure will be frozen by quenching the sample after the temperature jump, when the morphology transition takes place. The sample will then be ultramicrotomed under a dry condition at -

65°C, to obtain 70 nm sections, which will then be observed by electron tomography, which consist on taking a series of TEM images (usually 121 images) with a different tilt angle for the same object. From those images a three-dimensional image is then reconstructed with a computer. We should therefore be able to see how one structure changes to another in details.

In addition, this project will also focus on the three dimensional observation of the grain boundary structures and defects in the microdomain structures of block copolymers. By looking at the time dependent structure change of the defects, we may be able to find a way to control the defect structures, which would be very valuable to prepare better block copolymer templates for nanotechnology materials and devices.

Introduction :

Les copolymères à bloc ont l'avantage de s'auto-assembler pour former diverses nano-structures dont la morphologie dépend de la taille respective des différents blocs, et de leurs interactions. En effet, contrairement à ce qui est observé dans le cas d'un mélange simple de deux polymères A et B, qui peuvent se séparer en deux phases macroscopiques sous l'action de forces répulsives, la liaison covalente entre les polymères A et B, dans le cas du copolymère dibloc A-B, interdit une séparation de phase macroscopique, et la rend donc nanoscopique.

C'est cette organisation qui donne aux copolymères des propriétés intéressantes qui sont déjà utilisées industriellement depuis de nombreuses années pour produire des élastomères thermoplastiques ou encore des adhésifs. Cependant, depuis une dizaine d'années environ, et le développement des nanotechnologies, l'auto-assemblage des copolymères à bloc est vu comme le moyen d'obtenir de nouveaux matériaux nano-fonctionnels, comme des cristaux photoniques ou des media de stockage d'information à forte densité.

Pour que les nano-structures des copolymères à bloc soient utilisables, il est cependant nécessaire de mieux comprendre la manière dont s'opèrent les transitions ordre-ordre observées pour ces matériaux, en fonction de la température de recuit par exemple, de façon à pouvoir contrôler la morphologie obtenue. Il est aussi nécessaire d'obtenir de grandes surfaces exemptes de défauts, ou encore d'être capable de contrôler ces défauts de façon à pouvoir les utiliser à bon escient.

1) Le système étudié

Il s'agit de mélanges d'un copolymère polystyrène-b-polyisoprène ($M_n=1.0 \times 10^5$, $M_w/M_n=1.19$; PS/PI=60/40 wt%/wt%) avec un homopolymère polystyrène ($M_n=5.5 \times 10^4$, $M_w/M_n=1.04$). En faisant varier la composition du mélange il est possible d'obtenir des morphologies variées (Fig. 1) et donc d'étudier les transitions entre différents types de morphologies (la composition 68/32 permettant de voir simultanément des phases gyroïde et éponge par exemple).

H103/S8 Blends
toluene-cast films

H103 ($M_n=10 \times 10^4$)
S8 ($M_n=5.5 \times 10^4$)

60/40	
PS	PI

1 μm

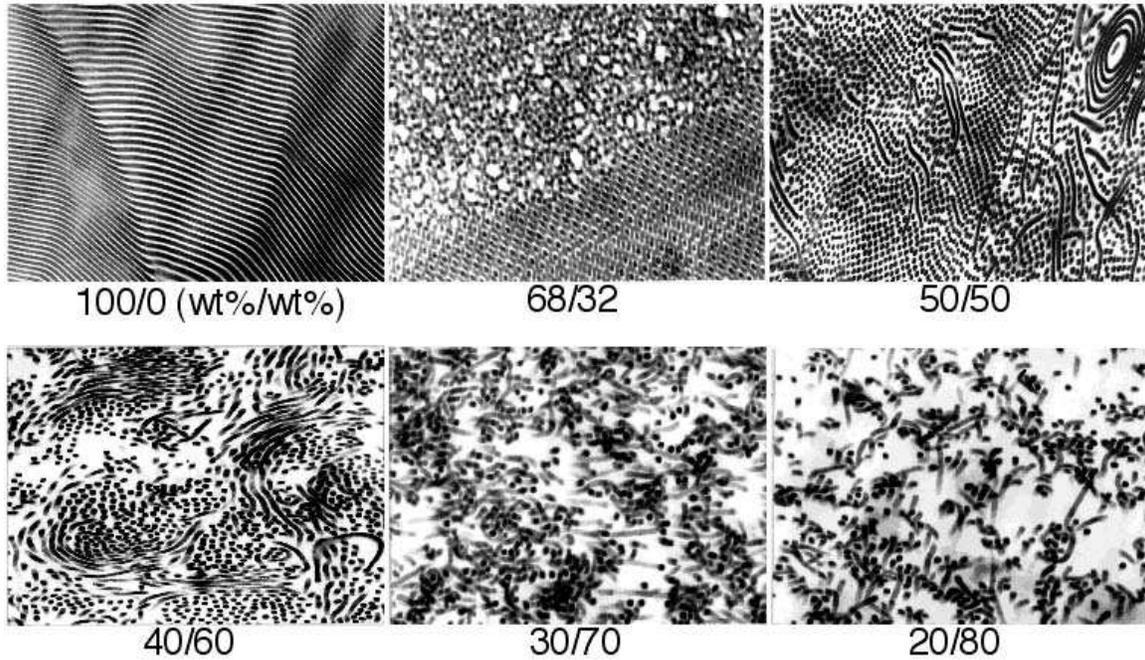


Figure 1 : Influence de la composition du mélange copolymère (PS-PI) / homopolymère (PS) sur la morphologie.

2) Principes de la tomographie électronique

La tomographie électronique consiste en la reconstruction d'une image 3D à partir d'une série de projections (2D) obtenues par microscopie électronique à transmission (Fig. 2). La reconstruction tridimensionnelle se fait par ordinateur, par rétro-projection pondérée. Si cette technique permet d'obtenir des images de haute résolution, elle est cependant relativement exigeante. Entre autres, la rotation de l'échantillon doit se faire sur une gamme angulaire la plus large possible pour éviter de trop grandes distorsions entre la structure d'origine et sa reconstruction 3D, et il est aussi nécessaire d'avoir un repère central sur les images 2D pour permettre de centrer les images les unes par rapport aux autres pour effectuer la rétro-projection (des nano-particules d'or colloïdal sont utilisées à cet effet).

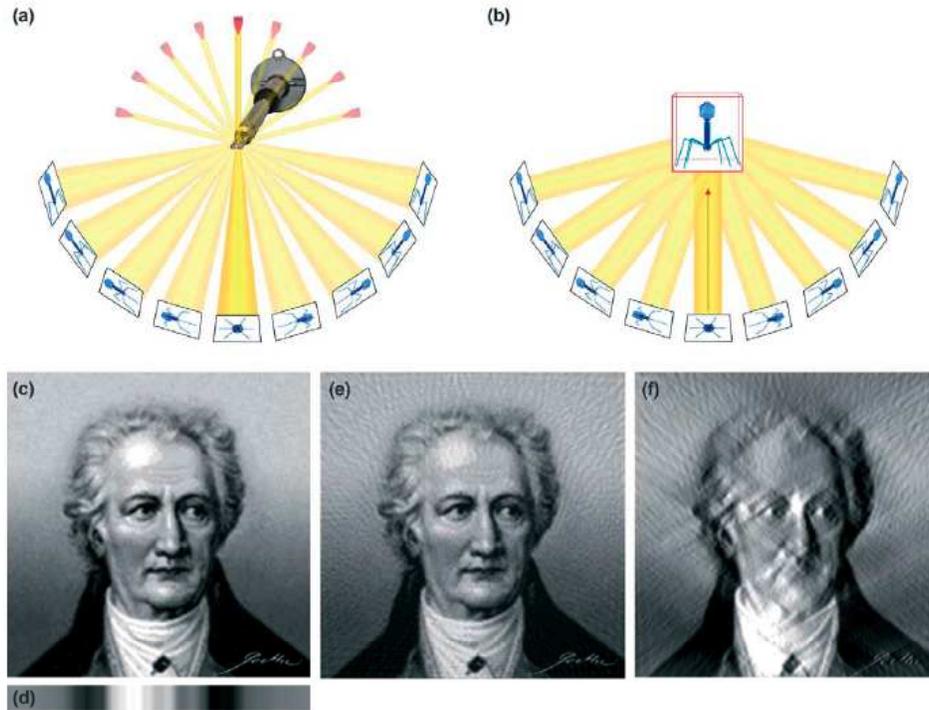


Figure 2 : McIntosh, R. ; Nicastro, D. ; Mastronarde, D. *Trends Cell Biol.* **2005**, *15*, 43. (a) Capture des images pour différentes inclinaisons de l'échantillon. (b) Reconstruction de la structure originelle par rétro-projection. (c) Visage de Goethe (2D). (d) projection (1D) de (c). (e) Reconstruction du visage de Goethe par retro-projection de 90 projection 1D prises à 2° d'intervalle entre + 90° et - 90°. (f) Reconstruction similaire en limitant la plage angulaire entre + 60° et - 60°.

3) Exemple de structures tridimensionnelles copolymères

La Figure 3 présente des images tridimensionnelles obtenues par le groupe de recherche du Professeur Hasegawa. Dans cette étude, la tomographie électronique a permis de déterminer avec précision la morphologie d'un copolymère tribloc en étoile.

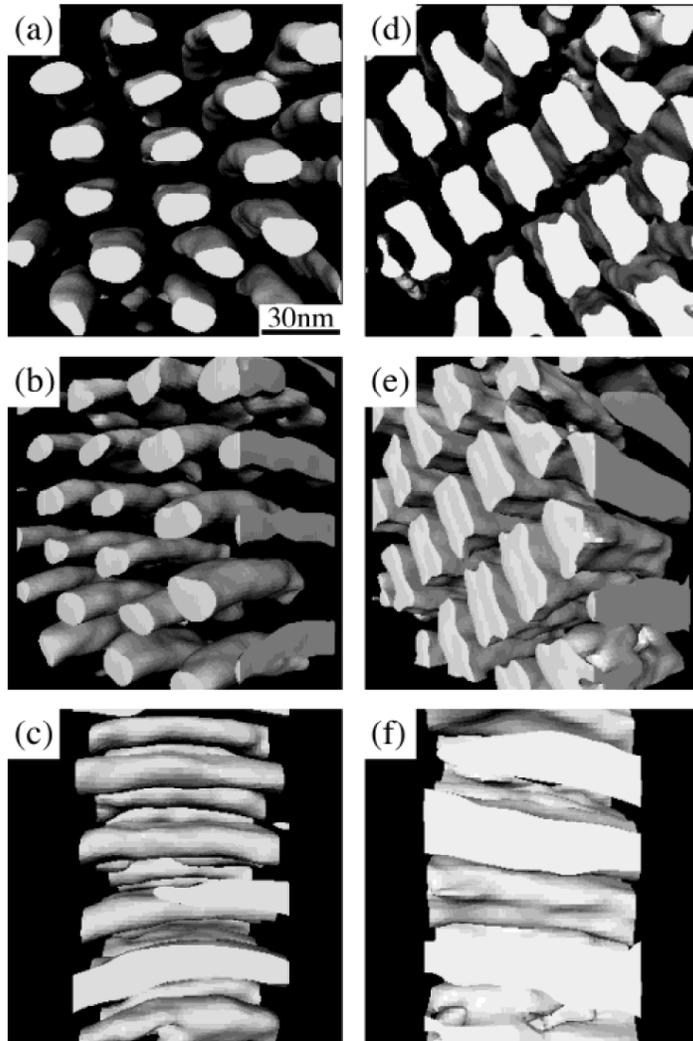


Figure 3 : Yamauchi, K. et al. *Macromolecules* **2003**, *36*, 6962. Images tridimensionnelles du 3-miktoarm terpolymère en étoile (PI) (PS) (PDMS), obtenues par tomographie électronique : (a-c) échantillon non teinté ; (d-f) échantillon teinté O_5O_4 .

Références

Frank, J. Ed. *Electron Tomography* ; Plenum : New York, 1992.

McIntosh, R. ; Nicastro, D. ; Mastronarde, D. *Trends Cell Biol.* **2005**, *15*, 43.

Yamauchi, K. et al. *Macromolecules* **2003**, *36*, 6962

Hamley, I. W. Ed. *The Physics of Block Copolymers* ; Oxford University Press : Oxford, 1998.

Remerciements

VHM souhaite remercier la JSPS pour son soutien financier.

QUI EST QUI: COMMENT LES CHIMPANZES (PAN TROGLODYTES) ET LES HUMAINS APPARIENT UNE VOIX A LA PHOTOGRAPHIE DU VOCALISATEUR DANS UNE TACHE DE RECONNAISSANCE IDENTITAIRE.

WHO IS WHO: HOW CHIMPANZEES (PAN TROGLODYTES) AND HUMANS MATCH VOICE TO THE VOCALIZER'S PICTURE IN AN IDENTITY RECOGNITION TASK.

Laura Martinez¹ and Tetsuro Matsuzawa ¹

Language and Intelligence section- Primate Research Institute, Kyoto University.

Kanrin 41, Inuyama, 484-8506, Aichi, Japan.

Tel: 0568-63-0550 – Fax: 0568-62-2428

E-mail: laura@pri.kyoto-u.ac.jp

Résumé:

Les recherches antérieures menées chez le chimpanzé font état d'un lien étroit entre leur comportement vocal et la complexité de leurs relations sociales. En effet, les groupes de chimpanzés sont caractérisés par la variabilité des associations entre individus au sein d'un même groupe ainsi que par une fréquente migration entre différentes communautés, impliquant ainsi un grand nombre d'individus. Cette dispersion spatiale requiert nécessairement une reconnaissance non visuelle efficace de nombreux vocalisateurs. La présente étude a pour but de comprendre comment sont reliées entre elles les informations visuelles et auditives impliquées dans une telle catégorisation de l'identité. Dans une première expérience, s'appuyant sur une tâche d'appariement intermodal, les sujets devaient appairer les retransmissions de vocalisations émises par trois chimpanzés familiers avec des photographies les représentant. Parmi un groupe de 14 chimpanzés vivants en captivité, une femelle adulte appelée Pan, préalablement experte en tâches audio-visuelles, a obtenu 90% de bonnes réponses, tandis que deux autres femelles adultes, nommées Aï et Chloé, n'ayant eu aucune expérience préalable avec ce genre de tâche, ont obtenu 46 et 44% de bonnes réponses. Les sujets humains (n=11), tous très familiarisés avec ces chimpanzés, ont été testés dans les mêmes conditions et ont obtenus un score intermédiaire de 74% en moyenne. Dans les expériences en cours, nous manipulons plusieurs paramètres de la procédure afin de faciliter le processus d'acquisition chez les individus inexpérimentés. En parallèle, nous testons les trois enfants chimpanzés (âgés de 5 ans) pour identifier toute possible corrélation avec l'âge ou l'expérience individuelle. Dans de prochaines expériences, nous utiliserons des voix et visages d'humains comme stimuli afin d'évaluer de quelle façon la familiarité et « l'effet autre-espèce » peut influencer sur la reconnaissance intermodale de l'identité.

Mots-clé : Chimpanzé. Vocalisation. Reconnaissance vocale individuelle. Appariement intermodal.

Abstract:

Previous studies have emphasized that the vocal behavior of chimpanzees is closely related to the complexity of their social relations, which involves frequent intra- and inter-group mixing among a large number of individuals. This spatial dispersion requires efficient non-visual recognition of the vocalizer. In this study, we attempt to investigate the relationship between auditory and visual categorization of identity through a cross-modal matching-to-sample task. In preliminary experiments, subjects were required to match playbacks of pant-hoot calls from 3 familiar chimpanzees with the corresponding vocalizers' facial pictures. Among a group of 14 captive chimpanzees, one adult female named Pan, an expert in audio-visual tasks prior to this study, obtained 90% of correct responses, while two other female chimpanzees named Ai and Chloe, with no prior experience in audio-visual task, scored 46 %

and 44%. Human subjects familiar to these chimpanzees (n=11) were tested under the same conditions. Their performances were located just between the expert and inexperienced chimpanzees, with 74 % correct on average (ranging from 54 to 88% among subjects). In ongoing experiments with one inexperienced chimpanzee, we are manipulating several parameters of the procedure to facilitate the acquisition process and besides, we are carrying out the task with three infant chimpanzees (5 years old) to look forward any possible correlation with age or individual experiences among subjects. In further experiment, we aim to use human voice and face as stimuli in order to assess how familiarity and “other-species effect” can affect this cross-modal identity recognition.

Key-words : Chimpanzee. Vocalization. Vocal individual recognition. Cross-modal matching.

Introduction:

The auditory perception and categorization of the world

Among all the animal kingdom, including humans, communication involves complex behavior in multiple sensory channels (Partan and Marler, 2005). Concerning auditory communication, many researches have focus on the existence of a conceptual understanding of the information provided by the conspecifics, especially in non-human primates (Cheney and Seyfarth, 1990). Among anthropoids, chimpanzees possess a broad and complex repertoire of vocalizations, notably varying with the context of emission (Goodall, 1986 ; Marler and Tenaza, 1977). Many studies have emphasized that this vocal behavior is characterized by an intra-group convergence and inter-population variability of calls structure (Marshall et al., 1999 ; Arcadi, 1996) and also by an acoustic distinctiveness of vocalizations among individuals (Mitani et al., 1996).

The social group and its living space in wild chimpanzees

Chimpanzees living in their natural environment have to deal with a visual environment partially occluded as well as with an important spatial dispersion between individuals described as a “fission-fusion” social organization (Goodall, 1986 ; Sugiyama, 1984 ; Sakura, 1994), implying an intra-group mixing and inter-group migration. This requires an efficient auditory understanding of the social environment (Crockford et al., 2004).

Previous experimental studies

Experimental studies carried out in monkeys have demonstrated that some neurons in the Marmosets are specialized in the encoding of acoustic pitch (Bendor and Wang, 2005); that Macaques Rhesus are able to establish the correspondence between auditory and visual components of calls (Ghazanfar and Logothetis, 2003), and moreover, that these monkeys have the capacity to learn auditory concepts (Wright et al., 1990). In chimpanzees, Kojima and his colleagues have initiated a broad amount of researches at the Primate Research Institute of Kyoto University concerning the auditory and vocal functions of these apes. After the proficient training of one chimpanzee, named Pan, they succeeded to teach her various auditory-visual matching-to-sample tasks (Hashiya and Kojima, 2001) including the discrimination of conspecifics (Hashiya, 1999), objects, humans (for a review see Kojima, 2003). Pan is even able to match a specific vocalization with the corresponding vocalizing face (Izumi and Kojima, 2004). In humans, Patterson and Werker (2002) demonstrated that infants at the age of 4.5 months showed no evidence of matching face and voice on the basis of gender but were able to match them on the basis of the vowel.

Global perspective of research

This research aims to enhance our knowledge of chimpanzees' auditory cognition which remains mostly unknown. Among others, we intend to investigate the process of acquisition, development and long-term retention of the vocal identity recognition; to explore the acoustic understanding of social interactions in relation with the identity of the vocalizers and finally to assess the influence of "other-species effect" and familiarity in the classificatory process comparing humans and chimpanzees.

Main objectives of this first experiment

The first objective was to test the ability to recognize familiar individuals from their voice using a cross-modal matching-to-sample (MTS) procedure. For that purpose we compare the performance of chimpanzees and humans according to their prior experience. The second objective was to determine whether chimpanzees with no prior experience in audio-visual task can progressively learn to explicitly make the relation between a vocal sample and a visual target in a MTS task.

Objective 1:

Method

a) Subjects

Three adult female chimpanzees belonging to the same group participated to this experience. Pan (22 years old) was already an expert in audio-visual task since infancy, whereas Ai (28 y.) and Chloe (25y.) were experts in visual tasks since infancy but absolutely inexperienced in audio-visual task. The human participants were 11 persons being in daily contact with these chimpanzees (3 care-takers, 3 researchers and 5 students).

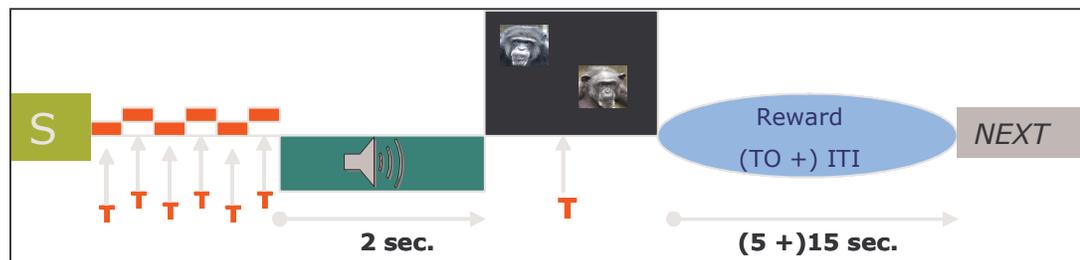
b) Stimuli

We used unique facial pictures of 3 familiar chimpanzees (Akira, Reiko and Ai) as visual stimuli (size: 10.5 x 10.5 cm), all presenting a frontal view of the individual with mouth close and direct gaze. As acoustic stimuli, we used 4 samples of "pant-hoot" vocalizations (length: 2 seconds) for each of the 3 familiar chimpanzees. All the calls were recorded in the chimpanzees' outdoor compound with a directional microphone and a DAT walkman (48 kHz sampling, 16 bit-precision).

c) Procedure

Two sessions of 24 trials were performed by each subject. Within a session, each audio stimulus were repeated twice, whereas each visual stimulus appeared 8 times. The procedure is illustrated in figure 1.

Figure 1



Results

Pan's results (90% of correct responses) confirm her skillfulness even after several months without performing audio-visual task. Humans can recognize familiar chimpanzees from their voice but not with the highest accuracy of Pan (average of 74%). Non-expert chimpanzees show results at chance level (44 and 46 %). Median latency of response (between 1100 and 1400 ms.) reveals an intra-individual variability in the response time of human and chimpanzee subjects rather than an inter-individual difference. However, whereas Pan can discriminate the 3 individuals with 80% of accuracy, humans show this level of accuracy only for Akira but this difference it's not significant. Humans show longer latencies for the two individuals more difficult to discriminate. Moreover, Pan's responses were 100 % correct in the recognition of the 4th Ai's audio samples whereas humans showed their worst performance with these samples. Finally, the number of years humans spent in close contact with these chimpanzees doesn't seem directly correlated with their level of performance.

Objective 2:

Method

a) Stimuli

Twelve new pictures were introduced for each individual in the 3rd experimental condition (AV-3). They were subjected to the same rules than in objective 1.

b) Procedure

33 sessions carried out with Ai (792 trials) in order to intend to improve her performances.

We changed different parameters of stimuli and procedure set such as:

- Ai voice and picture removed from the targeted individuals (AV-2)
- Number of pant-hoot samples reduced to 1 and number of target pictures increased to 4 (AV-3)
- Introduction of Time Out (5 seconds) (AV-2)
- Introduction of pictures as visual sample
 - Simultaneous to the audio sample (VAV)
 - Simultaneous to the visual targets (AVV)

Results

The main result consists on Ai's no improvement above chance level in AV conditions. Across the sessions, she shifted between individual, picture and position preference. However, in the Visuo-Audio-Visual condition (VAV), she scored 87% of correct responses.

Discussion and further experiments:

Chimpanzees' voice-face matching-to-sample was not an easy task for human subjects, even after long years of close interaction with them. Inexperienced chimpanzee subjects didn't show a spontaneous understanding of the task. In this experience, the pitch of the chimpanzees' voice seems to be a determinant cue to identify the vocalizer for humans as well as for it has been already demonstrated in chimpanzees (Kojima, 2003; Mitani et al., 1996). Further acoustic analyses will be done to explore more precisely the acoustics cues pertinent in this work.

These earlier results do not permit to determine whether inexperienced chimpanzees can learn this difficult audio-visual task. Difficulties can be related to a neglect of audio stimulus or/and to a misunderstanding of the identity-matching nature of the task but VAV's condition results corroborate the disregard of audio stimulus even if it cannot confirm a true understanding of the task. Nevertheless, audio stimuli may influence the responses, at least implicitly. It remains the possibility that the acquisition of this task would be easier for infants, more flexible and not so strongly specialized in

visual tasks, than for adults. This set of experience need to be continued in order to deeply assess the presented objectives of research.

In further experiment, chimpanzee Pan and human subjects will be tested with the same task using human voice and face stimuli. Afterwards, new sets of stimuli including all the members of the group based on trial-unique presentation, will allow to generalize the recognition of chimpanzees from their voice. In the future, we aimed to take advantage of the great Pan's potentiality in performing cross-modal tasks to address related issues. Finally, with the inexperienced chimpanzees, especially with infants, we will keep trying to teach them the task.

References:

- Arcadi A.C. (1996). Phrase structure of wild chimpanzee pant hoots: Patterns of production and interpopulation variability. *American Journal of Primatology* **39**:159-178.
- Bendor D. and Wang X. (2005). The neuronal representation of pitch in primate auditory cortex. *Nature* **436**: 1161-1165.
- Crockford C., Herbinger I., Vigilant L. and Boesch C. (2004). Wild chimpanzees produce group-specific calls: A case for vocal learning? *Ethology* **110**: 221-243.
- Ghazanfar A.A. and Logothetis N.K. (2003). Facial expressions linked to monkeys calls. *Nature* **423**: 937-938.
- Goodall J. (1986). *The Chimpanzees of Gombe: Patterns of Behavior*. Belknap, Cambridge, Mass.
- Hashiya K. and Kojima S. (2001). Acquisition of auditory-visual intermodal matching-to-sample by a chimpanzee (*Pan troglodytes*): Comparison with visual-visual intramodal matching. *Animal Cognition* **4**: 231-239.
- Hashiya K. (1999). Auditory-visual intermodal recognition of conspecifics by a chimpanzee (*Pan troglodytes*). *Primate Res* **15**: 333-342.
- Izumi A. and Kojima S. (2004). Matching vocalizations to vocalizing faces in a chimpanzee (*Pan troglodytes*). *Animal Cognition* **7**: 179-184.
- Kojima S. (2003). *A search for the Origins of Human Speech: Auditory and Vocal Functions of the Chimpanzee*. Kyoto University Press, Kyoto and Trans Pacific Press, Melbourne.
- Marler P. and Tenaza R. (1977). Signaling behavior of apes with special reference to vocalization. In *How Animals Communicate* (ed. by T.A. Sebeok), Indiana University Press, pp.965-1033.
- Marshall A.J., Wrangham R.W. and Arcadi A.C. (1999). Does learning affect the structure of vocalizations in chimpanzees? *Animal Behaviour* **58**: 825-830.
- Mitani J.C., Gros-Louis J. and Macedonia J.M. (1996). Selection for acoustic individuality within the vocal repertoire of wild chimpanzees. *International Journal of Primatology* **17**(4): 569-583.
- Partan S.R. and Marler P. (2005). Issues in the classification of multimodal communication signals. *The American Naturalist* **66**(2): 231-245.
- Patterson M.L. and Werker J.F. (2002). Infants' ability to match dynamic phonetic and gender information in the face and voice. *Journal of Experimental Child Psychology* **81**, 93-115.
- Sakura O. (1994). Factors affecting party size and composition of chimpanzees (*Pan troglodytes verus*) at Bossou, Guinea. *International Journal of Primatology* **15**(2): 167-183.
- Cheney D.L. and Seyfarth R.M. (1990). *How Monkeys See the World: Inside the Mind of Another Species*. University of Chicago Press, Chicago and London.
- Sugiyama Y. (1984). Population dynamics of wild chimpanzees between at Bossou, Guinea, between 1979-1983. *Primates* **25**: 391-400.
- Wright A.A., Shyan M.R. and Jitsumori M. (1990). Auditory same/different concept learning by monkeys. *Animal Learning and Behavior* **18**(3): 287-294.

Acknowledgments:

We gratefully acknowledge all the staff of the Language and Intelligence section at The Primate Research Institute, especially Sana Inoue, Misato Hayashi and Etsuko Nogami for their precious help in conducting the experiments. Thanks to Akihiro Izumi for his inestimable guidance at the beginning of this study and to Professor Shozo Kojima for his pertinent advices. Thanks also due the staff of the Center for Human Evolution Modeling Research and for taking care of chimpanzees. This research is being financed by Grants from the Ministry of education, Science, Sports and Culture, Japan to T. Matsuzawa and also supported by the fellowship to L. Martinez by the same Ministry.

Etude épidémiologique sur la pratique de l'interruption volontaire de grossesse au Japon

Tomohiro MATSUDA

Department of Epidemiology, National Institute of Public Health,
Ministry of Health, Labour & Welfare
Tel. : 048 458 6115 - Fax : 048 469 2677
E-mail : matsuda@niph.go.jp

Résumé :

Dans le contexte d'insuffisance de politique globale sur la santé reproductive après la guerre, la situation de l'interruption volontaire de grossesse (IVG) était « très libérale » au Japon malgré la limite de pratique seulement pour raisons sanitaires. Conséquemment la pratique de l'IVG reste très fréquente par rapport aux autres pays développés. Le taux de l'IVG parmi les adolescentes a augmenté rapidement, et a doublé depuis 10 ans (depuis l'année 1992), d'après le ministère de la santé.

La proportion d'adolescentes ayant recours à l'IVG est aussi plus grande, et le personnel médical considère ceci comme le symptôme de l'augmentation des jeunes ayant un rapport sexuel sans réfléchir sur une possibilité de grossesse. Ce travail a pour objectif de suivre l'évolution du nombre d'IVG au Japon entre 1955 et 2003, de calculer le ratio de l'IVG selon les départements, et finalement de réfléchir sur les facteurs modifiants.

Le ratio d'IVG était stable au niveau entre 600 à 300 depuis 1955, Cependant chez les femmes âgées (plus de 45 ans), le ratio a été diminué de 20 000 dans les années 80 à 5 000 en 2000. Par contre, celui chez les adolescentes a augmenté depuis le milieu des années 70. Le ratio était élevé dans le département de Akita, Tottori et Oita.

La diminution du ratio de l'IVG chez les femmes âgées est expliquée par le mariage à un âge tardif et le développement de technologie de la procréation médicalement assistée. Mais en générale le ratio est toujours beaucoup plus important que dans les autres pays développés. On critique l'insuffisance de l'éducation sexuelle à l'école ou de politique de santé efficace.

Abstract :

戦後の日本は、生殖にかかわる包括的な政策を欠いていたことが一因となり、墮胎天国と揶揄されるほどの高頻度に人工妊娠中絶を実施してきた。今日でも、他の先進国と比して日本の人工妊娠中絶割合（対 1,000 出生）は高いままであり、若年層においては状況は悪化しているという報告がある。1955 年よりの県別データを用いて、日本における人工妊娠中絶実施の推移の疫学的分析を行い、その背景を併せて考察することを本研究の目的とした。

日本での人工妊娠中絶割合は、総数で観察すれば 1955 年以来 600 から 300 の水準で、横ばいもしくは漸減している。しかしながら、年齢別にその推移を見ると、40 歳以上、特に 45 歳～49 歳の年齢層においては、1980 年代の水準 20,000 超に比して 2000 年には 5,000 を割り込んでいた。それとは対照的に、20 歳未満の若年層では、70 年代半ばより増加が顕著となり、90 年代後半には 2,000 に達していた。県別では秋田、鳥取、大分などの非常に高頻度な地域と宮崎、沖縄などの低頻度な地域との格差が際立った。

近年生殖技術の発達と、晩婚化の社会的背景から、高年齢の妊娠が人工妊娠中絶によって解決されることは少なくなった。しかしながら、それ以外の年齢層においては依然国際的に見て高頻度の望まない妊娠により、母体に肉体的、精神的に重度の負担がかかっていると考えられる。若年層における性行動の活発化を踏まえ、人工妊娠中絶の孕む保健医療、倫理の問題を極力回避できるように、効果のない現在までの対策を見直すことが必要である。

Quelque dérivés de la glucose simples sont étés pus introduire à la fructification des champignons

Takeshi Nishimura*, Yumi Magae et Seiji Ohara

*Division de l'amélioration du bois, l'Institut de Recherche Forestière et Produits Forestiers (FFPRI),
PO Box 16, Tsukuba Norin Kenkyu Danchi-nai, Ibaraki 305-8687, Japan
E-mail: tnishi@ffpri.affrc.go.jp

La fructification des champignons est un processus important pour la cultivation du champignon comestible. Les stimuli environnants, comme la lumière, la température plus basse, ou le manque de la nourriture sont connues pour être effectif sur la fructification des champignons. Récemment, nous avons trouvé que la fructification de *Pleurotus ostreatus* a été introduit par quelque produits chimiques, l'esters des sucrozes des acides grasses et le glycoside du triterpenoïde (la saponine)[1]. De plus, il a été montré que quelque dérivés de la glucose simples qui ont l'activité du surfactif (Fig.2.)[2], c.-à-d., 3-*O*-octyl-D-glucose et 3-*O*-decyl-D-glucose ont pu introduire la fructification de cet champignon. Selon nos travaux antérieurs avec les surfactifs variés à la structure au sucre et radical hydrophobe, nous avons conclu suivant: 1) la structure qui contient le sucre, 2) la bonne balance hydrophobe-hydrophile, 3) la présence de l'alkyl hydrophobe à la position de C-3 de la glucose ont été très important pour l'activité de la fructification de *P. ostreatus*.

Dans notre presentation aux JSF 2005, nous expliquent à la synthèse et la propriété bioactif aux dérivés de 3-*O*-alkyl-D-glucose qui sont été considérément le plus prometteur pour la fructification des champignons selon notre hypothèse. En plus de *P. ostreatus*, *Fomitopsis palustris* (FFPRI 0507) et *Trametes versicolor* (FFPRI 1030) ont été examiné comme les champignons représentativités de la pourriture blanche et pourriture brune. Ces champignons sont désignés dans Norme Industrielle du Japon (JIS) comme les standards japonaises.

Au début, les séries des dérivés de 3-*O*-alkyl-D-glucose (la longueur de la chaîne de l'alkyl; n = 8, 10, 12, 14, 16, 18 dans Fig.2), qui sont à la différence de la balance hydrophobe-hydrophileont, ont été préparés synthétiquement de 1,2,5,6-diisopropylidène-D-glucose selon le schéma de Fig.3. Ensuite, elles se sont soumis au essai biologique [3], [4]. Chaque échantillon a montré plus ou moins l'activité antibiotique contre tous les mycélium des champignons sur le medium (le malt-extrait-agar) qui le a contenu. Il est surprenant que l'effet de "bizarre-pair" a été observé dépendamment de la longueur de la chaîne de l'alkyl. De plus, la fructification du *F. palustris* a été observé sur les plusieurs médiums.

Nous aussi décrivons les nouveaux travaux avec l'échantillons avec la chaîne de l'alkyl plus courte (n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) pour clarifier les relations entre les structures des dérivés de 3-*O*-alkyl-D-glucose et leur activités biologiques.

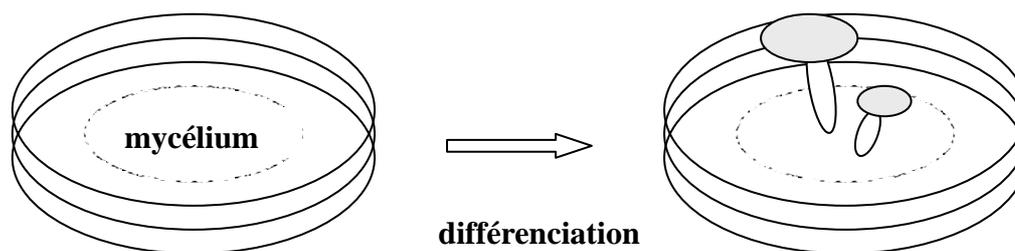


Fig.1. Fructification des champignons sur les mediums.

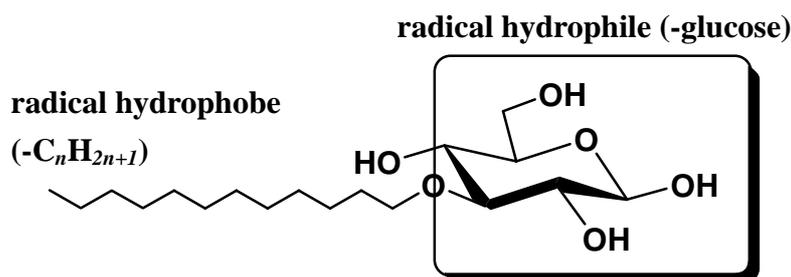
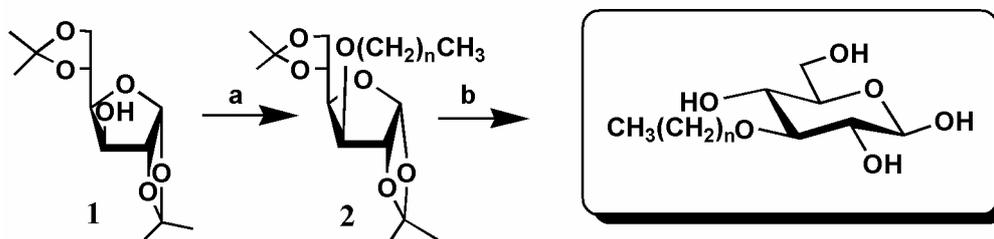


Fig.2. Structures des dérivés de 3-*O*-alkyl-D-glucose



a) *n*-alkyl bromide/NaH/tetra-*n*-butylammonium iodide/DMF/r.t./70~80%
 b) 0.1N H₂SO₄/EtOH/80~90%

Fig.3. Synthèse des dérivés de 3-*O*-alkyl-D-glucose

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Magae, Y. (1999) Bioscience Biotechnology and Biochemistry, **63**: 1840-1842.
- [2] Magae, Y., Nishimura, T. et Ohara, S. (2005) Mycological Research, **109**: 374-376.
- [3] Nishimura, T., Magae, Y. et Ohara, S. (2004) Glycobiology **14**: 1084-1085 (Le résumé de US/JAPAN GLYCO 2004 à Honolulu).
- [4] Ikekawa, T., Irinoda, K., Saze, K., Katori, T., Matsuda, H., Ohikawa, M. et Kosik, M. (1987) Chemical & Pharmaceutical Bulletin **35**: 289

Plus étroites et profondes: Derniers Avancements de la Fabrication de Nano-Structures en Silicium par le projet SAKURA 03-05

Yoshio MITA, Masanori Kubota, Kota Ito, Frédéric Marty*, Tarik Bourouina*, et Tadashi Shibata
VDEC, l'Université de Tokyo, Bunkyo Yoyoi 2-11-16-E10-490

* Ecole Supérieure d'Ingénieurs en Electronique et Electrotechnique, Paris, France

Tel. : 81-3-5841-6797 Fax.: 81-3-5841-6797

E-mail: mita@ee.t.u-tokyo.ac.jp

Résumé :

Grâce à la collaboration de chercheurs Français et Japonais, une technologie de fabrication de structures multi-dessins en silicium aux dimensions nanométriques a été développée pour l'application dans différents domaines tels que l'optique et la biologie. Multi-dessins (Figure 1) signifie que les dessins de ces structures provenant de plusieurs laboratoires sont transférés sur une même plaquette de silicium, à l'aide d'un appareil d'insolation par faisceau d'électrons, appartenant à VDEC à l'Université de Tokyo (appareil "EB"). Cette plaquette est ensuite gravée en profondeur à l'ESIEE (Ecole Supérieure d'Ingénieurs en Electronique et Electrotechnique). Le résultat des deux ans qu'ont durés la collaboration a permis d'obtenir des tranches gravées en profondeur, avec des ouvertures de 370 nanomètres de large et de 40,1 micromètres de profondeur. Le rapport d'aspect entre la profondeur et la largeur du trou est de plus de 1:107. Le rapport d'aspect de ces structures avant la collaboration était dix fois plus important (1:9 au lieu de 1:107 maintenant). Cette valeur est, à notre connaissance, la meilleure du monde parmi les laboratoires travaillant dans ce domaine. Les technologies développées grâce à cette collaboration SAKURA sont:

1. Procédé de la gravure extrêmement profonde.
2. Méthode d'insolation-contour pour pouvoir graver des dessins arbitraires sans nécessité de modification du procédé de fabrication.
3. Méthode de mesure électrique de dimensions critiques par intégration de structures de mesure dans le dispositif.

La méthode-contour a obtenu le prix de la meilleure présentation à la conférence Européenne Micro-Mechanique (MME 2005 Best Poster Award).

Abstract :

日仏の研究者が共同し、東京大学VDEC所有電子線描画(EB)装置を利用してナノリソグラフィを行ない、ESIEE所有の深掘りRIE装置でエッチングを行なって、デザイン相乗り型ナノサイズ構造を作製、様々な応用に供する試みを行なった。開口の最小横幅370ナノメートル、深さ40.1 μ m以上(アスペクト比1:107)のトレンチ構造を作製することに成功した。MEMS用サブミクロン開口の深掘り構造は、これまでせいぜいアスペクト比1:10程度であったが、本研究では一桁優れた結果を得られた。一般にEBリソグラフィは時間がかかるとされ、またこれほど微細な構造に最適なエッチング条件を用いると逆に、10 μ m以上の大きな開口部のエッチングに適さないことが問題となっていたが、微細な構造と大きな開口の輪郭のみをEBリソグラフィ及び、ナノエッチング条件であらかじめエッチングした後、大開口部のエッチングを行なう、「輪郭リソグラフィ法」を開発しこの問題を解決した。これらの技術によれば、サブミクロンの微細パターンをリソグラフィのとおり垂直に転写できることになるので、薄膜を水平に積んでリソグラフィするというこれまでのマイクロマシーニングを深化させ、垂直方向に展開できるという「パラダイムシフト」が起こる。このパラダイムシフトの恩恵を受ける一例として、光通信用フィルタをリソグラフィどおりサンプル表面に対し垂直に作製する、「垂直DBRフィルタ」を提唱し作製した。また、これらMEMS構造の性能を決める長さ(Critical Dimension)を電子顕微鏡などの手法ではなく、電気的測定によって求める簡便な手法を開発し、電子顕微鏡よりも優れた繰り返し精度を得ることができた。

Introduction :

Les progrès de la technologie d'insolation par le Faisceau d'Electrons (EB) et de la gravure profonde par ions réactif (DRIE) a permis la fabrication de structures silicium à la fois tri-dimensionnelle et de taille sub-micronique.

La technique EB permet de dessiner des structures sub-microniques et la DRIE permet de réaliser des structures tri-dimensionnelles. C'est une nouvelle aube dans le domaine de la micro-technologie (de taille micro-métrique) puisqu'elle va tendre de plus en plus vers des objets de taille sub-micronique. Par conséquent, il est donc devenu possible de fabriquer des Nano Structures à Haut Rapport d'Aspect (HARNs). Grâce au projet SAKURA, notre groupe franco-japonais a essayé d'établir un procédé standard qui pourra être rendu accessible aux chercheurs intéressés. Les intérêts scientifiques et technologiques de ce projet étaient: (1) de connaître la limite de la gravure nanométrique profonde (jusqu'à quelle profondeur peut-on aller. Voir Figure 2), (2) d'établir un procédé standard qui permet d'accueillir des motifs arbitraires, et (3) de pouvoir analyser ces structures fabriquées. L'appareil de DRIE (Deep Reactive Ion Etching) utilisé pour la gravure est l'AMS100 et la 601E d'Alcatel, France. L'appareil d'insolation est le F5112+VD01 d'ADVANTEST, Japon.

Gravure extrêmement profonde:

La technologie de base des DRIE est le procédé "Bosch". Ce procédé est un standard dans le domaine des microsystèmes tri-dimensionnels. Il consiste en l'alternance de deux types de plasma, l'un permettant une gravure rapide du substrat (plus de 1 micron à une vingtaine de microns par minute) et l'autre (la passivation) créant un dépôt qui protégera les murs des parties gravées, empêchant ainsi la sous-gravure. Le temps d'alternance (temps de chaque étape), la valeur des flux des gaz, la pression dans le réacteur, et les puissances radio-fréquence qui créent les plasmas sont les paramètres à régler. Auparavant les paramètres connus dans le monde des microsystèmes étaient tous optimisés pour des motifs qui ont des ouvertures de plus d'un micron. En général, plus l'ouverture est petite, plus il est difficile de graver profond. En 2003, au début de ce projet le facteur d'aspect des ouvertures sub-microniques atteignait une valeur autour de 1:10 (Figure 3 gauche). En optimisant les paramètres précédents et en connaissant bien l'appareil et la physique, il a été possible d'obtenir un procédé optimal (procédé SAKURA) qui emmène le facteur d'aspect jusqu'à 1:107[1].

Pour obtenir un rapport d'aspect important, il faut que les ions dans le plasma aient une énergie cinétique plus importante. Cette augmentation d'énergie risque de détériorer la sélectivité du matériau du masque. La solution employée contre la gravure du masque est d'utiliser un matériau plus dur: l'Aluminium. L'aluminium peut résister aux bombardements d'ions plus importants et il a très haute sélectivité contre la gravure Bosch. Tous ces paramètres s'influencent les uns les autres. Il faut donc bien connaître les facteurs d'influence. Le changement d'un paramètre, puis la gravure, l'observation et enfin l'évaluation sont la méthode classique, mais qui reste la plus efficace.

Méthode lithographie contour:

Généralement parlant, le paramètre d'un procédé de gravure n'est pas parfait. La condition optimale est dépendante de la taille de l'ouverture. C'est aussi le cas dans notre procédé qui est optimisé pour des ouvertures nanométriques: pour des ouvertures plus grandes que 10 μ m, on voit plein d'aiguilles au fond des tranches (Figure 4). Il est donc impossible de graver plus de 10 μ m avec cette condition. Par contre, les microsystèmes ont par nature besoin d'avoir des ouvertures larges à certains endroits. Il faut alors trouver une méthode pour graver les ouvertures larges et petites sans pénaliser les unes ou les autres. Pour se faire, on utilise le procédé SAKURA qui est très intéressant pour sa capacité de nano-ouvertures dont aucun procédé équivalent n'existait avant.

La méthode trouvée est la lithographie-contour. On peut imaginer facilement de graver en deux temps. En pensant naïvement il est possible de graver d'abord les ouvertures nano, et ensuite les grandes ouvertures. Cette méthode a un inconvénient critique: l'alignement entre les grandes et les petites structures n'est pas simple. Notre solution est de graver les nano-ouvertures et le contour des grandes ouvertures en un premier temps, et ensuite de graver le reste comme on voit en Figure 5. Grâce à cette division, l'alignement entre les grandes et les petites est toujours assurée en précision nanométrique. La taille des grandes ouvertures est aussi assurée, ce qui n'est pas toujours évident puisqu'on doit souvent graver des grandes ouvertures ayant des tailles différentes. Comme SAKURA est optimisé pour les ouvertures du nano à 5 μ m, la largeur du contour peut être simplement de 5 μ m.

La Figure 6 montre un exemple d'application. Tout d'abord la partie nano et les contours sont gravés. Après la protection des structures par un procédé d'oxydation (LOCOS), la partie grande est gravée. Grâce à la protection entière parfaite du mur des nano et des contours, il est possible d'utiliser une condition de gravure isotrope, autrement dit "nettoyant". Avec la gravure isotrope aucune structure d'aiguille ne peut rester dans la partie grande. Finalement l'échantillon avec des ouvertures de dimensions nano jusqu'au millimètres a été obtenu.

Conclusion et l'Impact sur le plan de micro-système

Avec l'aide de SAKURA, un procédé et une méthode universellement applicable pour des systèmes sub-microniques ont été développés. Traditionnellement parlant, comme on le voit dans la Figure 7, le

microsystème est fabriqué horizontalement; les couches fines (du nanomètre au micromètre) sont déposées parallèles au plan du silicium. Pour rendre ce système fonctionnel, comme par exemple pour un système de filtrage, il faut tourner l'échantillon à 90 degrés. La technologie développée par SAKURA, en revanche, permet de fabriquer des nanostructures perpendiculaires au plan du silicium. Il est donc possible de fabriquer un système qui est "prêt à utiliser" dès la fin de sa fabrication. Ceci est un changement essentiel pour le monde des microsystèmes. Pas seulement pour des applications optiques en télécommunication, comme on le voit figure 6, puisque cette méthode générale peut rendre beaucoup de nouveaux types d'applications réalisables. Le groupe des auteurs est à la recherche de plusieurs applications plus concrètes comme des nano-outils pour un système de mesure et des capteurs pour un système d'analyse d'image.

Références :

- [1] Frédéric Marty, Lionel Rousseau, Bassam Saadany, Bruno Mercier, Olivier Français, Yoshio Mita, and Tarik Bourouina, "Advanced Etching of Silicon Based On Deep Reactive Ion Etching For Silicon High Aspect Ratio Micro Structures And Three-Dimensional Micro- And Nano-Structures", *Microelectronics Journal, Circuits and Systems* section, Vol. 36, p. 673-677 June (2005)
- [2] Masanori Kubota, Yoshio Mita, Kota Ito, Frederic Marty, Tarik Bourouina, and Tadashi Shibata, "A Contour-Lithography Technology for Rapid and Precise Deep-Etched Nano-MEMS Structure Fabrication", *The 13th International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems (Transducers '05)*, June 5-9, Seoul, Korea, Vol.2, pp.1449-1452 (2005).
- [3] Masanori Kubota, Yoshio Mita, Frédéric Marty, Tarik Bourouina, and Tadashi Shibata, "An improved locos-contour-lithography method for fabricating nanometer-and-millimeter-scale coexisting structures", *MicroMechanics Europe Workshop (MME '05)*, Göteborg, Sweden, September 4-6, pp. 107-110 (2005).
- [4] Kota Ito, Yoshio Mita, Masanori Kubota, Frédéric Marty, Tarik Bourouina, and Tadashi Shibata, "Electrical Critical Dimension Measurement Method by Integration of Test Structure into MEMS Devices", *The 13th International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems (Transducers '05)*, June 5-9, Seoul, Korea, Vol.2, pp. 2031-2034 (2005).

Remerciements

Part de ce projet était financée par JSPS-Ministère d'Affaires Etrangères de France (SAKURA 2003-2005), et JSPS Kakenhis #15760236, #17760274, et Programme 21^e siècle Centre de l'Excellence.

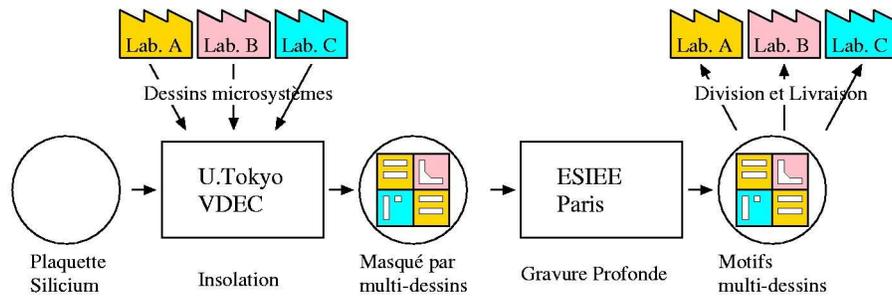


Figure 1 : L'idée de microsysteme multi-projets

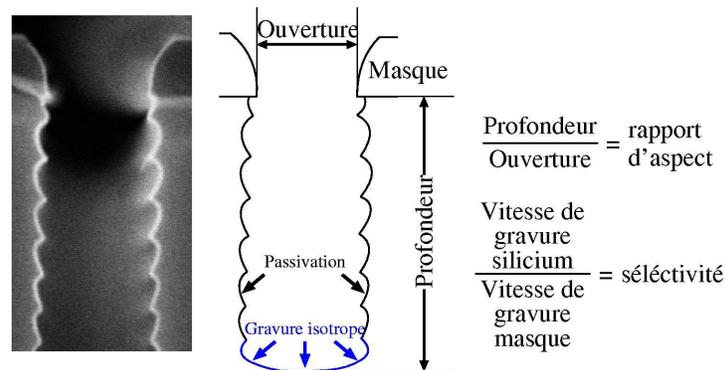
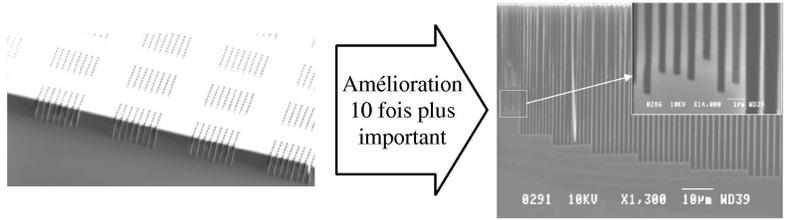


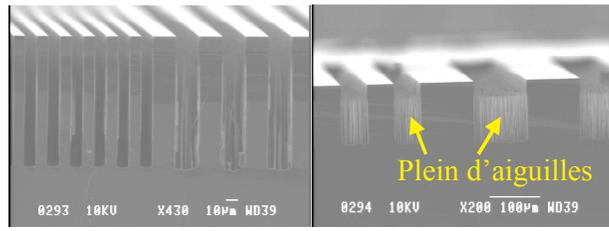
Figure 2 : Chiffres clés en gravure profonde



An 2003: Rapport 1:9

An 2005: Rapport 1:107

Figure 3 : L'amélioration du rapport d'aspect est obtenue.



10 à 20µm

50 à 100µm

Figure 4 : La limite du procédé SAKURA est du nanomètre jusqu'à 10µm

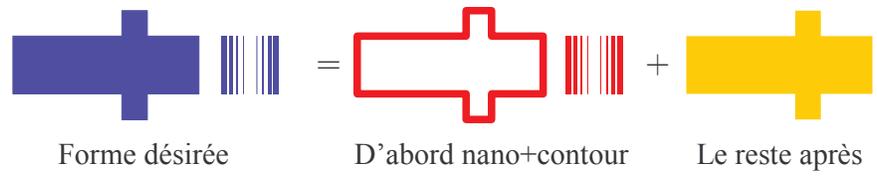
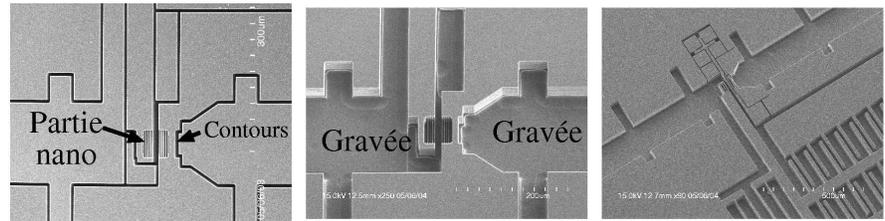


Figure 5 : Méthode Lithographie-contour = diviser les motifs entre motifs larges et motifs petits

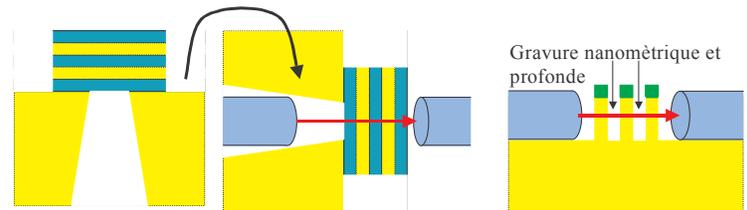


Gravure contour

Gravure du reste

Système entier

Figure 6 : Photo Microscope EB du système de filtre pour la télécommunication optique



Technologie classique:
Il faut tourner avant l'utilisation

Cette technologie:
Fabrication = prêt à utiliser

Figure 7 : Révolution des Microsystèmes est prévue

The evolutionary fate of parthenogenetic ants' societies

Fabien Ravary

Laboratory of Sub-Tropical Zoology, Dept of Agriculture, University of the Ryukyus, Okinawa

Tel/Fax : +81 98 895 8797

E-mail : g056002@agr.u-ryukyu.ac.jp

Résumé :

Les insectes eusociaux parthénogénétiques (parmi les fourmis et les abeilles) combinent deux problématiques majeurs de la biologie évolutive: l'évolution de la reproduction sexuée d'une part, et l'évolution des comportements sociaux de l'autre. L'étude comparée de ces rares espèces, aux structures sociales différentes et parfois même "extraordinaires", peut permettre des avancées significatives, notamment dans l'identification des facteurs qui contribuent au maintien si paradoxal de la reproduction sexuée. En me basant sur de récentes découvertes de première importance, je présente ici l'hypothèse selon laquelle certains aspects de l'organisation sociale exerceraient des contraintes sur le développement d'une reproduction entièrement parthénogénétique, pourtant moins coûteuse. Ces mécanismes proximaux agiraient pour maintenir la reproduction sexuée (et donc la production des mâles!), indépendamment des avantages théoriques issus de la diversité génétique produite au niveau colonial. En effet, la structure sociale des hyménoptères sociaux est le siège de conflits permanents pour l'accès à la reproduction. Elle repose également sur une partition des tâches entre une caste sexuée et une caste ouvrière. Ces caractéristiques peuvent représenter d'importantes contraintes sociales permettant d'éviter la perte des individus sexués et apparaîtraient alors comme des moyens spécifiques et originaux de préserver la reproduction biparentale.

Abstract :

Parthenogenetic eusocial insects (among ants and bees) combine two lingering and exciting issues: the evolution of sex on the one hand, and the evolution of social behaviour on the other hand, undoubtedly the "Royal Couple" for evolutionists! Important insights may arise from the comparative study of these few species displaying different and sometimes extraordinary social structure. Notably, new and original factors contributing to the paradoxical maintenance of sex can be identified. Relying on recent major discovers in ants, I here venture the hypothesis that evolution towards parthenogenesis may be constrained by aspects of social organisation. These proximate mechanisms would act for the maintenance of sex, regardless of the theoretically advantageous genetic variance then provided at the colony level. Indeed, the social structure of eusocial hymenoptera is the locus of permanent kin conflicts and hinges on task partitioning between a sexual and a worker caste. These characteristics may represent important social constraints preventing the loss of sexuals and would then appear as specific and novel ways to save biparental reproduction.

Introduction:

The ubiquity of bisexual reproduction (amphimixy) in pluricellular organisms has long been considered “*the queen of problems in evolutionary biology*”¹. It indeed seems difficult to explain the success of this strategy in view of its weak efficiency to promote genes, when compared to parthenogenesis and its theoretical two-fold advantage of coping without males (Fig. 1). Numerous hypotheses have been developed to shed light on this crucial issue². Stressing a genetic viewpoint, some hypotheses focus on the efficient purge of the mutation load arising from recombination and amphimixy. Others advocate, in an ecological perspective, the constant shuffling of allelic combinations as a major advantage for sustaining varying selective pressures. Moreover, given that species incapable of retaining bisexual reproduction are likely to disappear after invasion by evolutionary dead-end parthenogens, an alternative standpoint may regard persistent amphimictic species as those that encounter constraints on parthenogenetic development³. This underlines the need to determine specific biological barriers that may influence the evolution of parthenogenesis in order to understand its current distribution. In this context, some promising new insights may come from eusocial Hymenoptera (ants and social bees) that developed parthenogenetic reproduction. The behaviour of these insects, thus, reflects two lingering and exciting issues: the evolution of sex on the one hand, and the evolution of social behaviour on the other hand, undoubtedly the "Royal Couple" for evolutionists! Basing on recent serendipitous discoveries^{4, 5}, I here venture the hypothesis that evolution towards parthenogenesis may be constrained by some aspects of social organisation that would act as proximate mechanisms for the maintenance of sex⁶.

1) Some extraordinary ants:

Original genetic systems were recently reported in two ant species. Queens of *Cataglyphis cursor* and *Wasmannia auropunctata* were found to reproduce alternatively by amphimixy and parthenogenesis to produce genetically diverse worker offspring and clonal gynes, respectively^{4, 5}. One can wonder why *C. cursor* and *W. auropunctata* have not discarded amphimixy by queens despite its persistent cost. Alternating between both modes of reproduction may represent the optimal strategy for an ant species, as it leads to a more efficient promotion of genes through clonal gynes while a highly heterogeneous worker caste may provide the colony with some of the benefits usually advocated for genetic diversity. Decreased relatedness between workers might help to enhance colony homeostasis and division of labour, and ensure an invaluable lead in the arms race against pathogens. Nevertheless, though theoretically stimulating, these putative short-term advantages suffer weak empirical demonstration and it is not clear whether they could resist clonal reproduction by selfish individuals.

2) Worker policing as a possible social constraint upon parthenogenesis

In insect societies, selfish reproduction can be prevented by collective behaviours, such as

mutual policing⁷. Nestmates (queens and/or workers) may harass reproductive workers or selectively destroy worker-laid eggs. Theory predicts that worker policing will be selected when their selfish reproduction leads to a fall in colony efficiency and/or when the colony kin structure induces a decreased mean relatedness among workers⁸.

A decreased relatedness may, indeed, enhance social cohesion by lessening potential kin conflicts over reproduction. This last point is crucial and may prove to mortgage the raising of a fully parthenogenetic reproduction in *C. cursor*, and by extension, the evolutionary fate of parthenogenetic societies in social hymenoptera (Fig. 2). **Genetical analyses were conducted on 38 colonies of *C. cursor* using four highly polymorphic microsatellite loci (Table 1). They showed that queens had mated with an average of 5.6 ± 1.3 males (range 4 to 8)⁵.** Then, the social structure of *C. cursor* clearly offers an opportunity for worker policing to emerge. Thus, amphimixy coupled with polyandry allows the queen to save her head and remain the unique reproducer within the colony, for the paradoxical greater genetic advantage of every nestmate, with males excluded as they gain no fitness any more. Consequently, the occurrence of social constraints in *C. cursor* signs away the further spread of parthenogenesis.

3) Caste determinism as another possible social constraint upon parthenogenesis

Nevertheless, the hypothesis of a constraint imposed by kin conflicts, as advocated here for the maintenance of amphimixy in eusocial hymenoptera, cannot apply straightaway to the late case of parthenogenesis just demonstrated in ants⁴ (Table 2). This should stimulate the search for alternative specific constraints on parthenogenesis.

For instance, though caste determination in social hymenoptera is usually assumed to be environmentally induced, genetically determined caste differentiation was also recently demonstrated in two other ant species⁹. Here, the level of heterozygosity at a single locus governs the developmental fate of larvae towards the queen or worker caste (Fig. 3). A similar genetic process may also be at work in *W. auropunctata* (Table 2). It could explain, indeed, why workers agree to rear clonal gynes that are less related to them than sexually produced sisters. Given the partitioning between the male and female gene pools, workers that usually develop from fertilized eggs are likely to be heterozygous at the putative "caste" locus. On the contrary, parthenogenetic gynes are more prone to homozygosity. Since a colony composed of only gynes has no chance of survival, the absolute necessity of a worker caste, again regardless of the genetic diversity among individuals, would then be a pressing social constraint upon the loss of males. This hypothesis, of course, may also apply to *C. cursor* with the restriction that polyandry would then be unnecessary (see above).

4) Conclusion and perspectives:

The social structure of eusocial hymenoptera provides a locus of permanent kin conflicts and

hinges on task partitioning between a sexual and a worker caste. Thus, social constraints preventing the loss of the sexual caste appear to be a specific and original way to maintain amphimixy in these insects. In order to test some of the proposed hypothesis, several experiments can be easily conducted. First, it appears important to check whether virgin queens can really lay thelytokous eggs. If not, that is if sperm is necessary to induce embryonic development, this would be a much more pressing constraint upon parthenogenesis than the proposed social constraint. Secondly, analysing the social structure of other populations belonging to both species but displaying classical sexual reproduction would help understanding the proximate factors involved there in the maintenance of sex. Finally, additional cases of parthenogenesis in ants, and the study of their social structure, will bring a robust test of the social constraint hypothesis. In that context, my project on the myrmecofauna of Okinawa (Japan - Ryukyus), especially the study of several species of *Monomorium sp.* (Figure 1) that were recently demonstrated also parthenogenetic (unpublished data), is likely to bring important insights. Behavioural observations and micrasatellite analyses are the main experiments planned for this project.

References

1. Bell, G. The masterpiece of nature (University of California Press, San Francisco, 1982).
2. Kondrashov, A. S. Classification of hypotheses on the advantage of amphimixis. *Journal of Heredity* 84, 372-387 (1993).
3. Gouyon, P.-H. Sex: a pluralist approach includes species selection. (One step beyond and it's good.). *Journal of Evolutionary Biology* 12, 1029-1030 (1999).
4. Fournier, D. et al. Clonal reproduction by males and females in the little fire ant. *Nature* 435, 1230-1234 (2005).
5. Pearcy, M., Aron, S., Doums, C. & Keller, L. Conditional use of sex and parthenogenesis for worker and queen production in ants. *Science* 306, 1780-1783 (2004).
6. Ravary, F. Sex and sociality: the Royal Couple of evolutionary biology. *Submitted*.
7. Frank, S.A. Mutual policing and repression of competition in the evolution of cooperative groups. *Nature* 377, 520-522 (1995).
8. Hammond, R. L., Keller, L. Conflict over male parentage in social insects. *PLoS Biology* 2 (2004).
9. Helms Cahan, S. & Keller, L. Complex hybrid origin of genetic caste determination in harvester ants. *Nature* 424, 306-309 (2003).

Acknowledgments

The author wishes to thank the Japanese Society for the Promotion of Science (JSPS) for providing financial support.

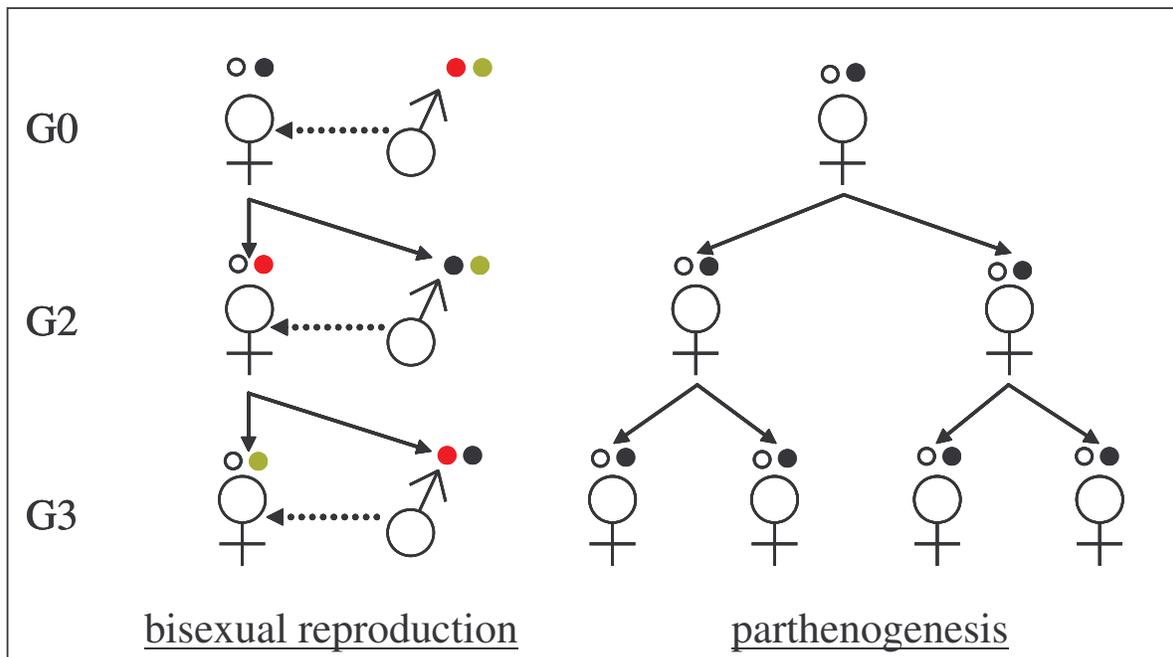


Figure 1. Illustration of the theoretical two-fold advantage of parthenogens (all female lineages). Points represent the hypothetical transmission of genes for diploid males and females, G = generation.

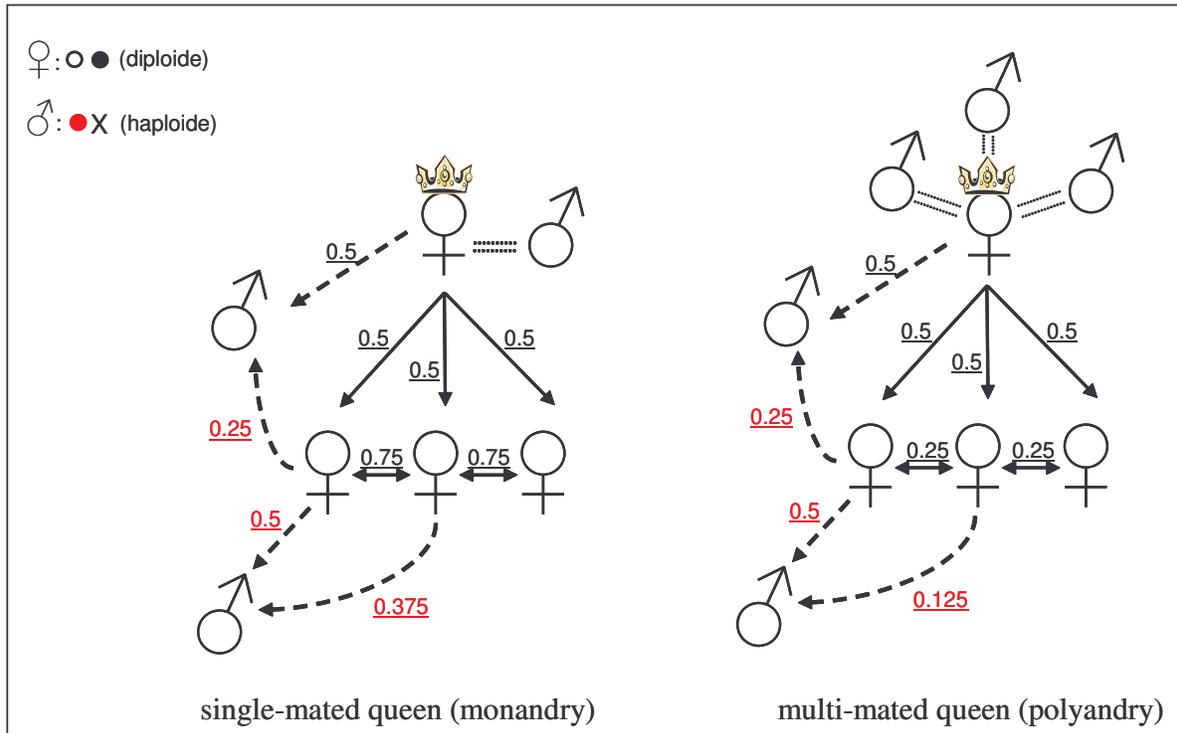


Figure 2. Synopsis of average relatedness between individuals in monandrous and polyandrous colonies.

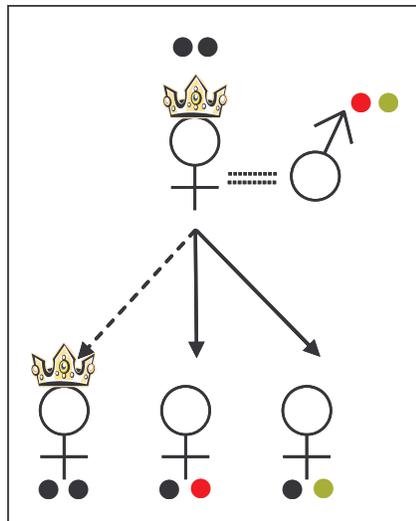


Figure 3. Genetic caste determination as a possible explanation for the maintenance of sex in *Wasmannia auropunctata*: queens are homozygous at the "sex-locus", whereas workers are heterozygous.

Sexe et Spéciation chez des papillons d'un "mauvais" genre : *Ostrinia*

Laurent Pélozuelo & Yukio Ishikawa

Laboratory of Applied Entomology
The University of Tokyo, Graduate School of Agricultural and Life Sciences
Tokyo 113-8657, JAPAN

Tel.: +81-03-5841-5061 - Fax.: +81-03-5841-5060
E-mail : lpelozuelo

Résumé : Parmi les papillons de nuit, le genre *Ostrinia*, est intéressant à la fois pour des aspects de biologie appliquée et de biologie fondamentale. D'un point de vue économique, plusieurs de ses représentants sont des ravageurs notoires des cultures. Il est donc important de bien connaître ces espèces pour gérer au mieux leurs populations. Parallèlement, le genre *Ostrinia* est aussi un modèle pour comprendre le processus de *spéciation sympatrique* – c'est à dire, la genèse de nouvelles espèces sans isolement géographique des populations. En effet, l'utilisation par les femelles d'odeurs qui leur sont propres – les phéromones – pour attirer les mâles peut être impliquée dans ce processus de spéciation. Ainsi, le poids relatif de ces systèmes de communication chimique et d'autres facteurs d'isolement, non associés à des obstacles géographiques tels la fidélité à la plante hôte ou des pressions de sélections associées à cette plante, doivent être évalués respectivement pour comprendre les moteurs de la spéciation chez les insectes phytophages. *Ostrinia furnacalis* et *Ostrinia scapularis* présentes au Japon fournissent le support d'une telle étude.

Abstract : *Ostrinia*, is an interesting genus among moths, both from an economical and a fundamental point of view. Various *Ostrinia* species are major pests and this status justify to get a better knowledge of their biology. Furthermore, *Ostrinia* is a model to understand the process of sympatric speciation by which new species arise without previous geographic isolation of the populations. The use of sex pheromone by females to attract males may be involved in such a process. Those communication systems mediated through pheromones are studied in two species, *Ostrinia scapularis* and *Ostrinia furnacalis* in Japan and will be evaluated as a factor contributing to genetic divergence between populations feeding on different host plants.

Introduction :

Le genre *Ostrinia* regroupe une vingtaine d'espèces de papillons de nuit dont plusieurs sont des ravageurs des cultures (fig.1). Toutes ces espèces utilisent des "odeurs", les *phéromones sexuelles*, comme signaux permettant la rencontre des partenaires sexuels (fig.2).

Ces phéromones constituent potentiellement une barrière aux échanges de gènes et sont susceptibles de conduire à la différenciation des espèces par un processus de *spéciation sympatrique* (sans isolement géographique) au même titre que d'autres facteurs tels des différences de nourriture ou de micro-habitat.

Le Japon où vivent 7 espèces du genre *Ostrinia* offre un contexte propice à l'étude du rôle des phéromones sexuelles dans le processus de spéciation. Les objectifs des travaux en cours sont notamment :

- 1) Étudier les populations d'espèces exploitant une ou plusieurs plantes hôtes afin de déterminer si il existe des différences génétiques entre populations issues de différentes plantes.
- 2) Déterminer si ces différences sont associées à l'usage de systèmes phéromonaux divergents ou au contraire en sont indépendantes.

La méthode proposée consiste en une étude comparative de deux espèces : *Ostrinia furnacalis*, réputée être polyphage et quasiment monomorphe sur le plan phéromonal versus *Ostrinia*

scapulalis, espèce polyphage marquée par un polymorphisme net pour son système de communication phéromonale. Après récolte de larves à partir de différentes plantes hôtes et localités, les phéromones utilisées par les différentes populations seront analysées et les structures génétiques des populations décrites via la technique des microsatellites.

Résultats attendus.

La *spéciation sympatrique* pendant longtemps reléguée au rang de processus accessoire par les théoriciens de la spéciation connaît depuis une quinzaine d'année une reconnaissance grandissante. Les insectes phytophages, dans ce cadre théorique fournissent des exemples majeurs, particulièrement bien documentés tels la mouche des pommes, *R. pomonella*, et le Puceron du pois, *A. pisum*. Cependant dans ces cas là les mécanismes contribuant à l'isolement génétique entre populations sont uniquement décrits comme produits indirects d'une sélection imposée par la plante hôte : si vous êtes fidèles à votre plante hôte et vous accouplez à sa proximité alors la probabilité de s'accoupler avec les individus provenant d'autres plantes est réduite...vous êtes donc sur la voie de la spéciation sympatrique dite "écologique". Le genre *Ostrinia* offre pour sa part l'opportunité d'étudier non seulement le poids de facteurs écologiques dans le processus de spéciation - ici les plantes hôtes, associées à des qualités alimentaires différentes, des disponibilités différentes, des faunes de prédateurs différentes - mais aussi le poids de la sélection sexuelle qui par l'émergence de préférences peut promouvoir des changements rapides de structure génétique. L'existence de races phéromonales au sein de certaines espèces d'*Ostrinia* et celle d'un régime alimentaire allant de la monophagie à la polyphagie font de ce groupe de papillons de nuit un bon modèle d'étude.

Par ailleurs, pour faire face résistances que ces papillons d'un mauvais genre peuvent opposer au maïs transgénique ou à d'autres insecticides, une bonne connaissance de leurs flux de gènes (et donc de leur comportement sexuel !) est importante.

References.

Ishikawa et al. 1999. *Ostrinia spp* in Japan : their host plants and sex pheromone. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 91: pp 237-244.

Remerciements.

Ce travail est financé par la Société Japonaise de Promotion des Sciences (JSPS, Post-Doc Fellowship).

Etude par spectroscopie Raman des complexes à transition de spin $[\text{Fe}(\text{L})(\text{NCX})_2]_2(\text{bpym})$

Nawel Ould Moussa^{1,2}, Gábor Molnár¹, Sébastien Bonhommeau^{1,3}, Antoine Zwick³, Shinichiro Mouri², Koichiro Tanaka², José Antonio Real⁴ et Azzedine Bousseksou¹

¹ Laboratoire de Chimie de Coordination, CNRS UPR-8241, 205 route de Narbonne, 31077 Toulouse, France

² Département of Physics, Graduate School of Science, Kyoto University, Kyoto 606-8502, Japan

³ Laboratoire de Physique des Solides de Toulouse, CNRS UMR-5477, 118 route de Narbonne, Université Paul Sabatier, 31062 Toulouse, France

⁴ Departament de Química Inorgànica, Institut de Ciència Molecular, Universitat de València, Doctor Moliner 50, Burjassot, Valencia 46100, Spain

Departement of Physics, Graduate School of Science, Kyoto University, Kyoto 606-8502, Japan

Tel. : +81 75-753-3776 - Fax. : +81 75-753-3757

E-mail : nawel@sphys.kyoto-u.ac.jp

Résumé :

Différentes perturbations extérieures telles que la température (processus thermo-induits), la pression (processus piézo-induits), le champ magnétique (processus magnéto-induits) ou la lumière (processus photo-induits) peuvent changer (commuter) l'état de spin d'un certain nombre de matériaux moléculaires dits à transition de spin. L'enjeu actuel des processus photo-induits est de taille dans le domaine de l'adressage optique. Notre objectif sera d'explorer la commutation optique de 4 composés binucléaires à transition de spin, $[\text{Fe}(\text{L})(\text{NCX})_2]_2(\text{bpym})$ où L est le ligand bpym = 2,2, -bipyrimidine ou bt = 2,2, -bithiazoline et X = S ou Se. La transition de spin induite par la lumière est connue sous le nom de l'effet LIESST (Light-Induced Excited Spin-State Trapping). Dans un premier temps, nous avons étudié le complexe binucléaire $[\text{Fe}(\text{bt})(\text{NCS})_2]_2(\text{bpym})$ qui présente une transition de spin thermo-induite en deux étapes. L'origine de ce « double-step » est au centre des débats dans la communauté "transition de spin" mondiale depuis plusieurs années. Récemment, nous avons montré que la transition photo-induite de ce complexe peut être également réalisée en deux étapes à l'aide d'applications successives de deux longueurs d'onde infrarouge et rouge. Nous venons aussi de montrer qu'il était possible de réaliser un phénomène de LIESST inverse: sous l'effet d'une irradiation dans l'infrarouge le système peut rebrousser son chemin. Il s'agit de 2 résultats extrêmement excitants et originaux. Notre but sera d'étudier ce complexe mais aussi notre intérêt se porte sur l'étude complète de toute la famille des binucléaires. Elle se fera principalement par spectroscopie Raman et spectroscopies optiques résolues dans le temps aux longueurs d'onde infrarouges. Ces techniques devront nous permettre d'approfondir les études antérieures et de mieux comprendre les mécanismes physiques mis en jeu. Ainsi le caractère sélectif de la photo conversion de ce complexe pourra être clairement interprété.

Abstract :

It is well known that different external perturbations such as temperature (thermo-induced process), pressure (piezo-induced process), magnetic field (magneto-induced process), light (photo-induced process) can switch the spin state of certain molecular materials called spin crossover compounds. Recently a class of solid compounds presenting an interesting photo-excited state dynamics called "photo-induced phase transitions" became considerably attractive because they are potentially good candidates for optical data storage. We wish to study the series of binuclear iron (II) complexes $[\{\text{FeL}(\text{NCX})_2\}_2\text{bpym}]$ where L is bpym = 2,2, -bipyrimidine or bt = 2,2, -bithiazoline and

X = S or Se. The spin transition induced by light irradiation is called LIESST effect (Light-Induced Excited Spin-State Trapping). First we studied the binuclear compound $[\text{Fe}(\text{bt})(\text{NCS})_2]_2(\text{bpym})$, presenting a thermal spin transition in two steps. The origin of the double step has been a main issue for the spin crossover community, for several years. We have found recently that the photo excitation of this compound can also occur in two steps using two different wavenumbers (infrared and red lights). We obtained also the reverse-LIESST process. These results are originals and very exciting. Our study will focus on this compound as well as on the whole the binuclear family using Raman spectroscopy and times resolved optical spectroscopy, in the infrared region. These techniques could give us a better understanding of physical mechanisms and the origin of the selective character of the different photo-switching process in binuclear compounds.

Introduction

Current developments in advanced electronic and photonic technologies require new functional materials exhibiting bistability behavior at the molecular scale. The series of binuclear iron (II) complexes $[\{\text{Fe L}(\text{NCX})_2\}_2(\text{bpym})]$ is one of the most unusual family of spin crossover compounds. They are the simplest example of polynuclear SC complexes exhibiting a rich variety of magnetic behaviours. Furthermore, they are the only examples of compound where the interplay between intra-molecular magnetic exchange and spin crossover are present in the same molecule. As a result of this propriety the photo-magnetic behaviour of the binuclear family is also quite unusual and very interesting; this offers interesting prospects in an area where the molecular level is increasingly being considered as the answer to miniaturization of electronic components.

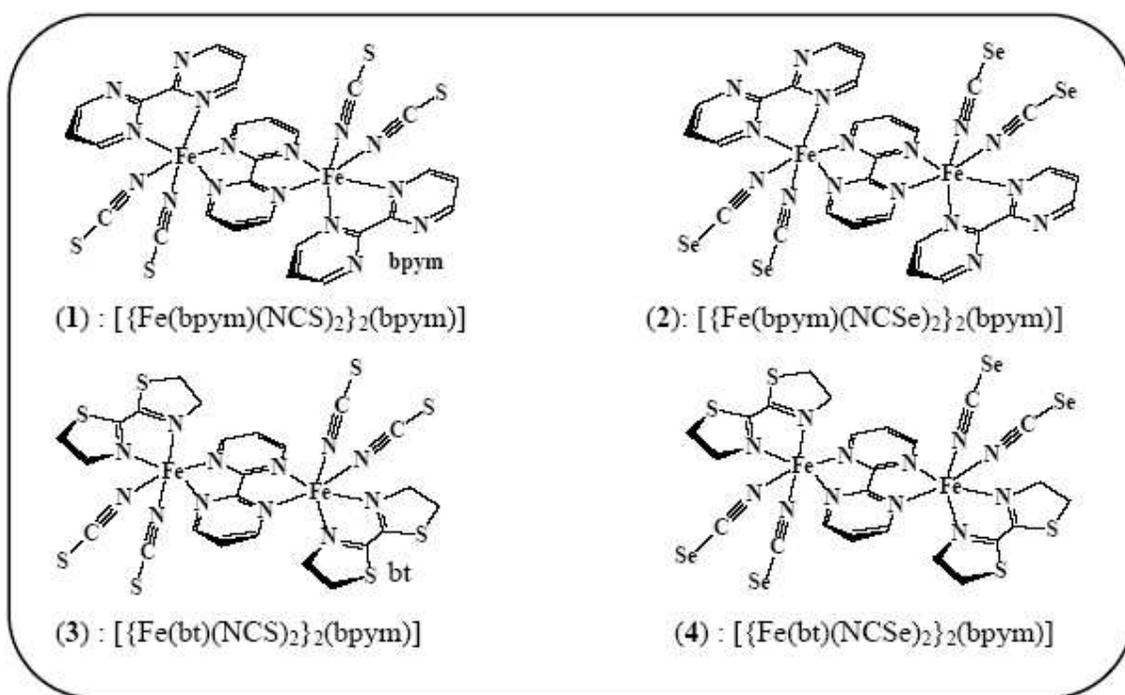
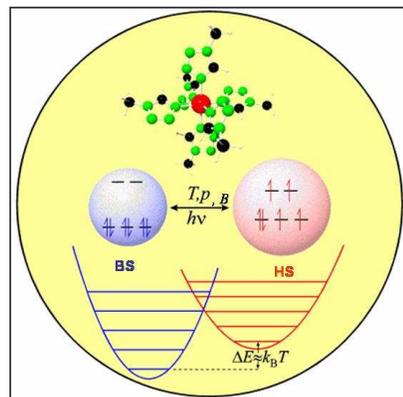
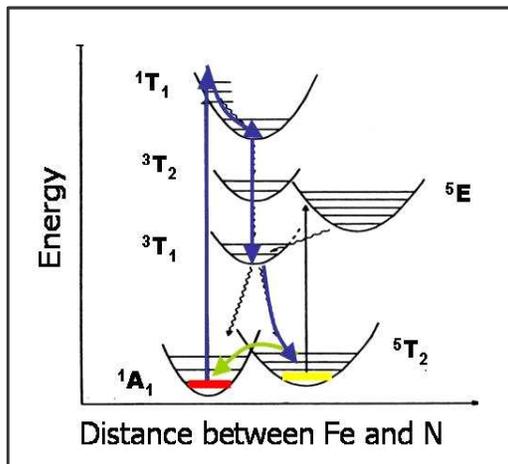


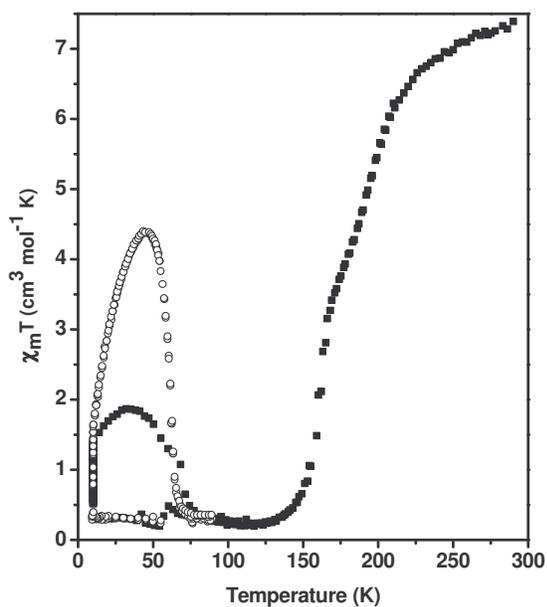
Figure 1 Molecular structures of $\{\{\text{Fe}(\text{L})(\text{NCX})_2\}_2(\text{bpm})\}$ at room temperature

LIESST Effect

The light irradiation of certain SCO samples induces different metastable states having a virtually infinite lifetime provided the temperature is maintained sufficiently low.



SQUID measurement

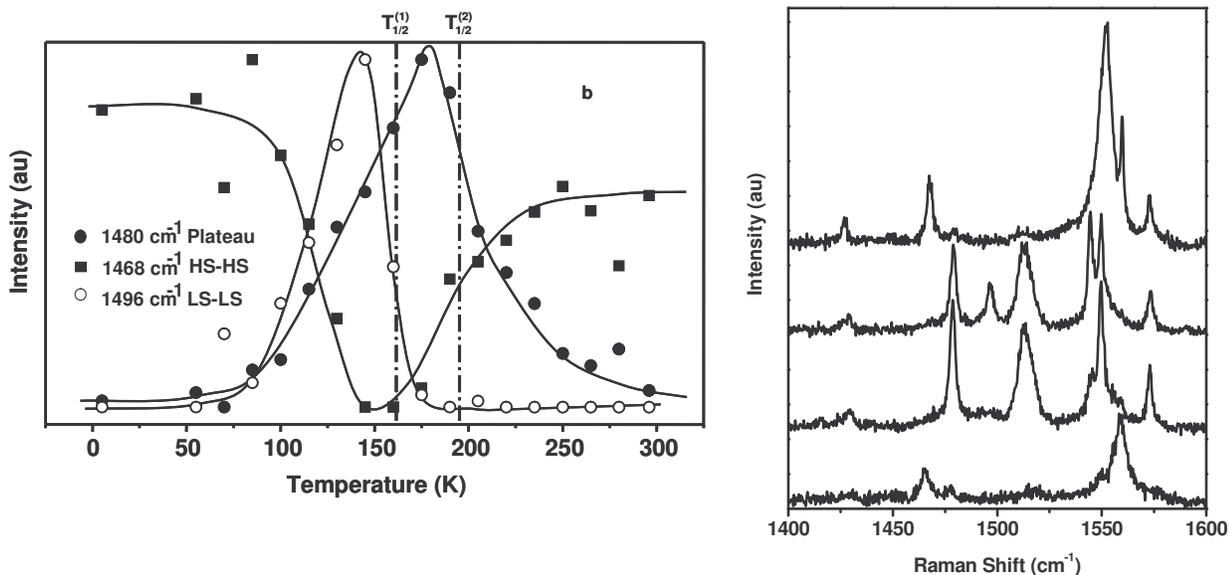


The $[\text{Fe}(\text{bt})(\text{NCS})_2]_2(\text{bpym})$ compound exhibits a thermal spin state change in two steps centered at $T_{1/2}^{(1)} = 163 \text{ K}$ and $T_{1/2}^{(2)} = 197 \text{ K}$ (Figure 2). The plateau between the steps corresponds to ca. 50 % spin conversion. The occurrence of the plateau was associated with the intermediate LS-HS pairs of Fe^{II} ions and the transformations LS-LS \leftrightarrow LS-HS \leftrightarrow HS-HS.

Red light switches the LS-LS pair to the HS-HS state. The antiferromagnetic interaction between the two HS $\text{Fe}(\text{II})$ ions within each binuclear unit gives rise to an $S = 0$ ground state and $S = 1-4$ low-level excited states, therefore $\chi_m T$ increases upon heating. The temperature dependence of $\chi_m T$ above 44 K corresponds to the relaxation of the metastable HS-HS state. For 1342 nm irradiation we observe only a very small increase of $\chi_m T$ with increasing temperature. It means that light switches the LS-LS state to the paramagnetic ($S = 2$) HS-LS state.

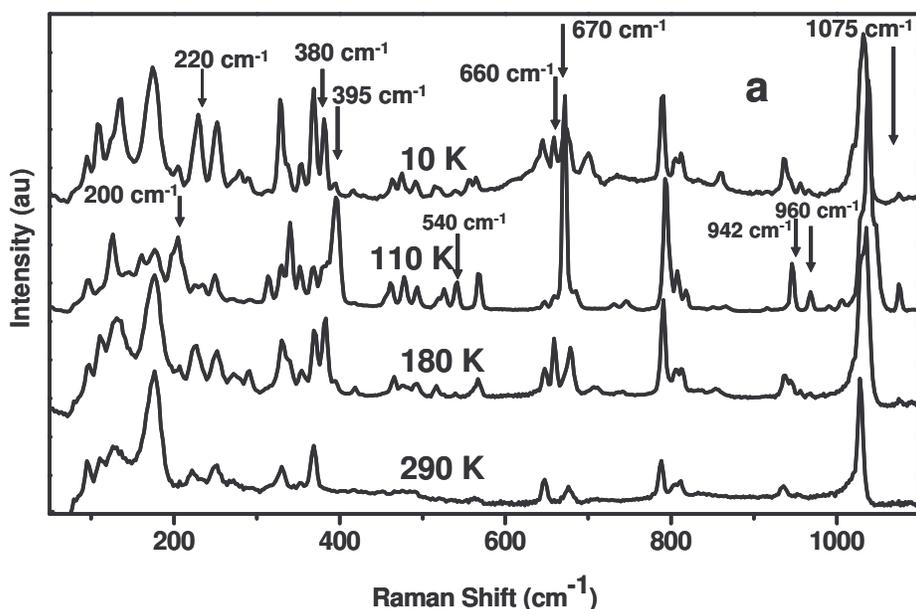
Visible Raman spectroscopy

Selected Raman spectra obtained at different temperatures using red laser:



Interring stretching frequencies at 1468, 1496 and 1480 cm⁻¹ can be assigned to the HS-HS, LS-LS and the plateau region, respectively. To better illustrate these assignments, the normalized intensity of selected Raman modes is plotted as a function of temperature in the last Figure revealing a clear correspondence with the two-step magnetic susceptibility curve. The Raman spectrum of the photo-excited state is clearly different from the HS-LS and LS-LS spectra and corresponds well to that of the high temperature phase (HS-HS).

IR Raman spectroscopy



The HS-LS form, which constitutes the plateau, appears at 10 K under 1342 nm excitation and shows a paramagnetic behavior.

Perspectives

We wish to complete this study with a structural (X-ray diffraction) and quantum chemical (DFT) investigation and also to extend it to the whole family of compounds [$\{\text{FeL}(\text{NCX})_2\}_2\text{bpym}$]. A correlation between the binuclearity and the two-step character (thermal and light induced) of the binuclear systems is expected that we propose to describe theoretically in the framework of an Ising-like model adapted for binuclear compounds

Références

1. N. Ould Moussa, G. Molnár, S. Bonhommeau, A. Zwick, S. Mouri, K. Tanaka, J. A. Real, A. Bousseksou, **Phys. Rev. Lett.** **94** (2005) 107205.
2. A. Bousseksou, G. Molnár, P. Demont, J. Menegotto, **J. Mat. Chem.** **13** (2003) 2069-2071.
3. J-A. Real, H. Bolvin, A. Bousseksou, A. Dworkin, O. Kahn, F. Varret, J. Zarembowitch, **J. Am. Chem. Soc.** **114** (1992) 4650-4658.
4. J. Jeftic, A. Hauser, **J. Phys.Chem. B** 101 (1997) 10262-10279.
5. J. Létard, J.A. Réal, N. Moliner, A.B. Gaspar, L. Capes, O. Cador, O. Kahn, **J. Am. Chem. Soc.** **121** (1999) 10630-10631.
6. G. Chastanet, A.B. Gaspar, J.A. Réal, J.F. Létard **Chem. Comm.** (2001) 819-820.
7. J.A. Real, I. Castro, A. bousseksou, M. verdaguer, R. Burriel, M. castro, J. Linares, F. Varret, **Inorg. Chem.** **36** (1997) 455-464.
8. V. Ksenofontov, H. Speiring, S. Reiman, Y. Garcia, A.B. Gaspar, N. Moliner, J.A. Real, P. Gutlich, **Chem. Phys. Lett.** **348** (2001) 381-386.

Remerciements

Les auteurs souhaitent exprimer leur reconnaissance à la **JSPS (Société japonaise pour la Promotion de la Science)** pour son support à ce projet de recherche.

Modéliser les émotions d'un agent pour améliorer son adaptativité aux besoins de l'utilisateur

Nadine RICHARD, Pr. Seiji YAMADA
National Institute of Informatics
2-1-2 Hitotsubashi, Chiyoda-ku, Tokyo 101-8430
E-mail : nadine@nii.ac.jp

Résumé :

Les émotions influencent le comportement des animaux et des humains: la peur permet de réagir à une situation d'urgence, le stress accélère certains réflexes mais inhibe certaines capacités mentales, la joie récompense une action jugée satisfaisante. En prenant en compte les émotions, il est envisageable de concevoir des agents autonomes interagissant plus naturellement avec leurs utilisateurs. De plus, le souvenir d'émotions passées permet de réitérer une expérience agréable ou d'éviter une situation qui pourrait se révéler désagréable. L'émotion est donc également un facteur d'apprentissage, peu considéré dans les systèmes actuels. Nous nous proposons d'étudier la mise en oeuvre d'émotions dans un système de classeurs hiérarchique, modèle d'apprentissage ayant prouvé son efficacité pour la conception d'agents adaptatifs. Nous nous attacherons également à démontrer l'intérêt des systèmes de classeurs dans le cadre d'agents interagissant avec des humains. Nous appliquerons les résultats de cette expérimentation sur un assistant personnel appelé TamaCoach. Cet agent doit être capable de rappeler à son utilisateur des tâches à effectuer en fonction d'un agenda programmé, mais également de proposer spontanément des activités en fonction des goûts de l'utilisateur, exprimés directement ou détectés automatiquement. TamaCoach devra en particulier s'adapter à la façon dont l'utilisateur apprécie d'être prévenu des tâches à réaliser (fréquence, ton, délais, *etc.*).

Abstract :

Emotions have an obvious influence on animal and human behaviour: fear helps us to react to emergencies, stress improves some reflexes while inhibates some mental capabilities, joy rewards a satisfying action. If considering emotions, we can design autonomous agents that are able to interact more naturally with human users. Moreover, the remembrance of emotions is an important factor for learning; this aspect has not been taken into account in current developed systems. We propose to study the integration of emotions into an hierarchical classifier system. Classifier systems have proved to be efficient for designing learning adaptive agents; we aim at demonstrating their usefulness in the context of agents interacting with humans. We intend to apply our results to a personal assistant called TamaCoach. This agent should be able to remind its user of specified tasks (from a classical agenda) but also to spontaneously propose activities depending on the user preferences, both predefined and automatically detected. In particular, TamaCoach will adapt to the way its user prefers to be reminded or proposed tasks (frequency, delays, intonation, *etc.*).

Remerciements

Ce travail est financé par une bourse post-doctorale JSPS de 18 mois, au sein de l'équipe du Pr. Seiji YAMADA au NII, en collaboration avec le Pr. Olivier SIGAUD de l'AnimatLab (Université Paris 6).

Sensitivity of new characterization technique in ULSI and efficiency of new statistical tool in PTMS.

Jean-Yves ROSAYE PhD

Quality Assurance Department, SPANSION JAPAN LIMITED Aizuwakamatsu.

6, Kogyodanchi, Monden-machi, Aizuwakamatsu-shi, Fukushima-ken, 965-0845

Tel : 07054414089 Fax : 0242-29-9535 E-mail: rosaye.jean-yves@spansion.com

Abstract

Development of flash memory is based on building reliable oxide films in ULSI Ultra Large Scale Integration. For MOS devices, the thinning of gate oxide leads to tunneling of carriers through the oxide as a structure is subjected to an external perturbation (for example a strong electric field, or radiation). Reliability requirements at the wafer level have recently introduced a new electrical method based on CP Charge Pumping to quantify exactly charge loss. The detection of defect in very small concentrations in nowadays transistors require the best sensitivity and we achieved $D_{it} \sim 10^8 \text{ cm}^{-2}\text{eV}^{-1}$. Development of flash memory is also based on the introduction of new processes. PTMS, Preventive Trouble Management System introduce a new statistical method to evaluate their variability based on AIC Akaike's Information Criterion. This is R tool, which has been compared to Excel, a more general tool. Parameter effect evaluation is done through precise rules and variability needs to be controlled for a great deal of data. R, statistical as same as a powerful graphical tool, has been used to give access to understand process influence for a macroscopic point of view. Discover reason of margin variations in the case of numerous data is a real challenge. These two new methods, a statistical treatment tool and an electrical method produced one patent and several technical reports.

Résumé

Le developpement des circuits integres a base de memoires depend de la fabrication de films d'oxyde minces en ULSI 'Ultra Large Scale Integration'. Pour les composants a base de composants MOS, la reduction graduelle des epaisseurs d'oxydes conduit a une perte de charge des que la structure est soumise a une perturbation exterieure (radiation ou champs electrique). Cela induit une perte indesirable de la dite memoire. Cette fiabilite au niveau du silicium a necessite une methode dite de 'pompage de charge' pour quantifier exactement celle-ci. La detection des defauts en tres petite concentration a ete effectuee par la CP 'Charge Pumping' jusqu'a la concentration de $D_{it} \sim 10^8 \text{ cm}^{-2}\text{eV}^{-1}$. Le controle statistique AIC 'Akaike's Information Criterion' des procedes et du design des experiences est utile comme traitement statistique en PTMS, Preventive Trouble Management System. Pour ainsi evaluer les variations des parametres et predire les obstacles suite a l'introduction de nouveaux procedes, un nouvel outil statistique "R" fut utilise. L'evaluation des variations des parametres se fait a l'aide de regles statistiques precises et des data nombreuses doivent etre correctement analysees. Le traitement statistique par R peut detecter la source responsable d'une variation indesirable dans le Process flow. Ces deux methodes ont genere un projet industriel et des rapports de l'ingenieur.

Introduction

The world electronics industry is currently surpassing the automobile, chemical, and steel industries in sales volume and the total semiconductor market is expected to outperform other high tech market. The MOS IC (Metal Oxide Semiconductor Integrated Circuits) shares 90% of the world semiconductor industry sales. In that, the quality of the sub-micrometer MOS technologies is a key issue for the development of advanced devices and circuits. The progressing communications market drives demands for high-speed products and MOS IC device miniaturization and complexity has now advanced to about an integration of 100 million of components per chip. New reliability and statistical test techniques with better sensitivity are necessary for NVM Non Volatile Memory evolutions. Especially, the generation of microscopic oxide defects in gate oxides shifts the threshold voltage and affects the trans-conductance of MOSFET's (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) circuits. These constraints reduce the programming window of nonvolatile flash memories. Control of equipment and data variation are keys for product stability and quality. And then, if statistical and electrical methods are currently used in wafer fabrication chain, numerous data and sensitivity are two challenges. Reliability by CP, charge pumping method and control by R environment will prevent a lot of troubles in many industrial fabrication chains.

1- Wafer level reliability with CP

The charge-pumping method (figure 1) is now widely used to evaluate interface states in MOSFET transistors, especially with a small geometry, mainly due to its convenience and good detection limit [1]. However, the choice of charge-pumping frequency is depending on the structure. Moreover, the geometry of MOSFET structure and tunnelling trap existence complicates analysis [2]. In CP measurements, defect concentrations are difficult to detect with high quality tunnel oxides [3]. Fresh wafers have been characterized in order to push efficiency of CP method in the case of lowest defect density (figure 2). Trap section creation values, σ , are indeed low (about 10^{-19} cm² for MOSFET samples after room temperature injection of charge). For these values, interface levels are shallow in the forbidden band gap and defects are of very small dimension. Results are affected with noise at low frequencies (1/f noise) in the case of the smallest structures (0.2 μ m channel length) and these instabilities are a challenge in low detection: this is quantum tunnelling as defect tunnel towards silicon [3]. This is avoided for example by operating at high frequency (figure 3) but there is no influence in defect D_{it} calculi. Figure 4 shows that slow-states need to be discriminated from fast-state traps as trap cross sections and defect behaviours are different. They increase the charge pumping current in CPV and traditional notation D_{it} , with “it” for “interface traps”, is both for fast-state and slow-state kinds of defects:

$$I_{CP} = A_g f q (\overline{D_{fs}} + \overline{D_{ss}}) \Delta E \quad (1)$$

A new expression for the pulse current by CP where A_g is the surface area, f the frequency and ΔE , the available energy range for probing in forbidden band energy is found. In the case of operating at low

frequency, the charge pumping current is increased compared to high frequency because of tunnelling current and both needs indeed to be counted. The CPF line is broken in one or two times in this frequency CP dependence curve (figure 4). The direct contribution of tunnelling traps is calculated by comparison of high frequency and low-frequency CPV signals because it provides a direct measure of I_{CP} . Theoretical limit has been discussed and CP detection limit is considered to be in the lower $10^8 \text{ cm}^{-2}\text{eV}^{-1}$ range. Below $10^9 \text{ cm}^{-2}\text{eV}^{-1}$, noise, instability, individual behaviour of traps in CP graphs have been understood by our method even if measurements are becoming more and more difficult. This is a perfect matching between CPV and CPF results as same as in the $10^9 \text{ cm}^{-2}\text{eV}^{-1}$ range than in the $10^8 \text{ cm}^{-2}\text{eV}^{-1}$. CP results are depending on technology, structure, geometry and from quality of surfaces but this method give access to the lowest defect density detection. The fast and tunnelling slow state defects are different microscopically but intermingled in electron exchange being boosted with temperature [4]. Oxide defects are seen to be slow-state traps and responsible for long time electrical instabilities in MOSFET. In thinner oxides, electron traps are found to govern defect generation and as oxide thickness is reduced, oxide defects are replaced by interface defects. Quantum mechanical effects, which are associated with slow-state traps (quantum tunnelling) and instabilities, have no influence in CP results [5]. Defects are different from random 1/f noise, that affects CP results in the case of small geometry MOSFET. Sensitivity reaches $D_{it} \sim 10^8 \text{ cm}^{-2}\text{eV}^{-1}$.

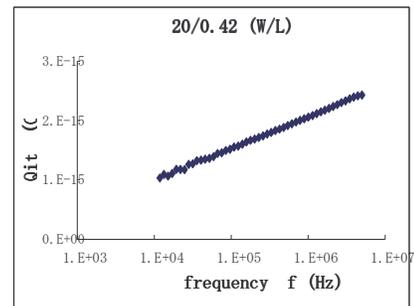
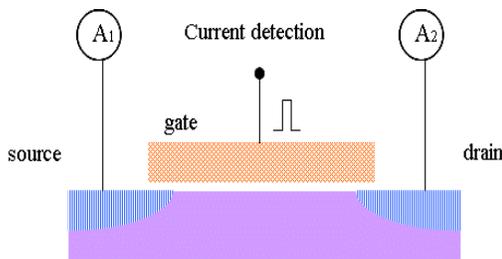


Fig. 1: Pulse introduction and local current detection. Fig. 3: High. Freq. measurement for small transistors

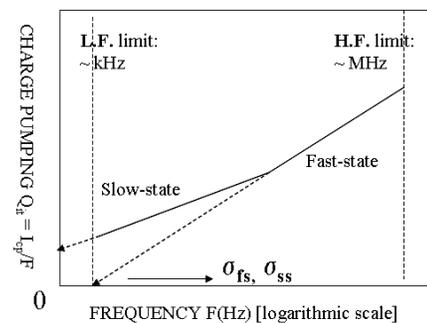
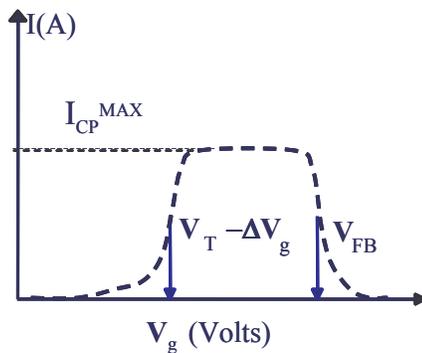


Fig.2: Defect density, proportional to I_{cp}^{max} and V_t Fig. 4: kinds of defects and important separation

2- Wafer control computational intelligence.

An open source software is a free software that is available through Internet at <http://www.r-project.org/> R tool was developed for statistics and for a convenient graphical environment [6]. R statistical and graphical facilities are intended to be an improvement from Excel by using computational intelligence based on Unix. A tool is dependent of scientific interests. Ascertain process relationships, link to reliability improvement and understand process flow influence in wafer fabrication is important. And then, R is applied in DOE (Design of Experiment), SPC (Statistical Process Control) and PTMS (Preventive Trouble Management System) areas. Variance is evaluated for DOE, process controlled for SPC and graphical facilities are for PTMS. Many statistical tools exist, however the important point is background [7]. R is useful in the case of a great deal of data, which occur always in a wafer fabrication chain.

1- R for DOE Design of Experiments

Variations are evaluated by box plots. The goal is to minimize charge loss. For that, DOE experiments were performed. Statistical calculi of S/N ratios are easy. However there is a lot of parameter and experiment (figure 5). Box plots have already shown that variability is smallest for split D. Second important point is for one wafer to another, results are different. S/N calculi have been performed based on charge loss zero and average target difference. The best experiment conditions have been found (see also figure 8 and 9 for a more complete analysis of DOE).

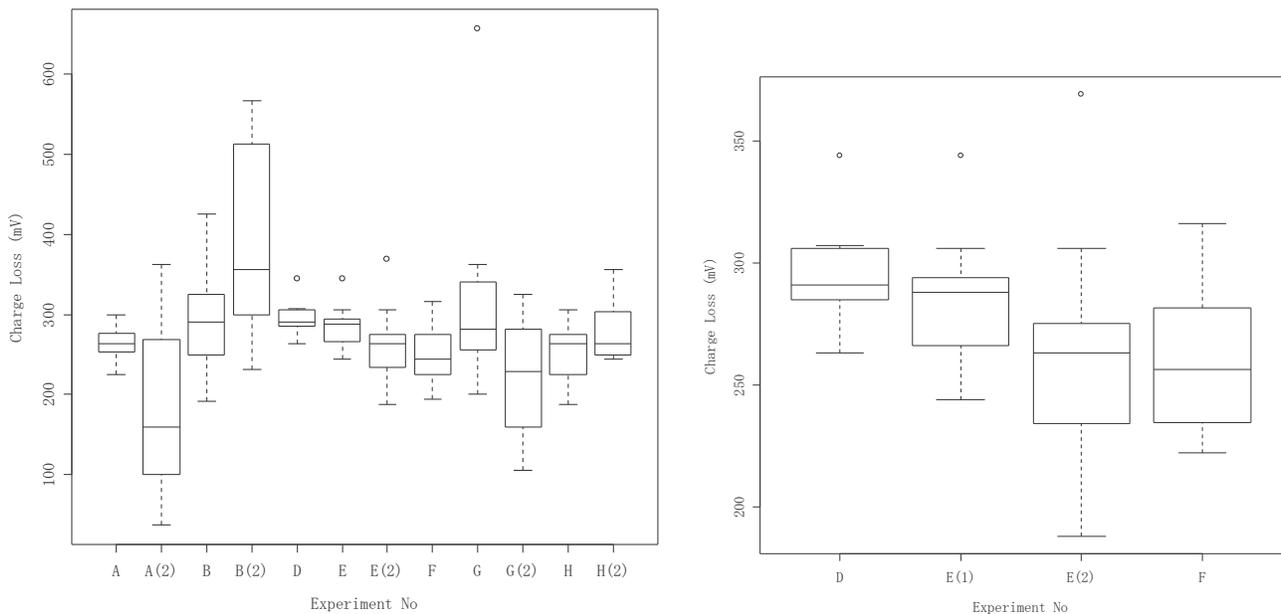


Fig. 5: Charges losses (mV) function of experiments (A, B, C, D, E, F, G, and H) from DOE [8]. A and A(2) refer to different wafer and lots. Second graph show variation for best experimental conditions.

2- R for SPC Statistical Process Control

Graphical modeling is a result of correlation analysis. With R, improvements are made by an effective judgment on effective relationships. R uses AIC Akaike's Control Criterion. It is efficient for a great deal of data. Figure 6 show the responsible for variations in Output FICD is Photo DICD. The most influent parameter is ARC etching (0.35 highest correlation). However, inter-correlations between parameters is also important. B-hard mask has no direct correlation, its inter-correlation has no interest. A lot of correlations are meaningless by Excel as it provides too many judgments less precise than AIC.

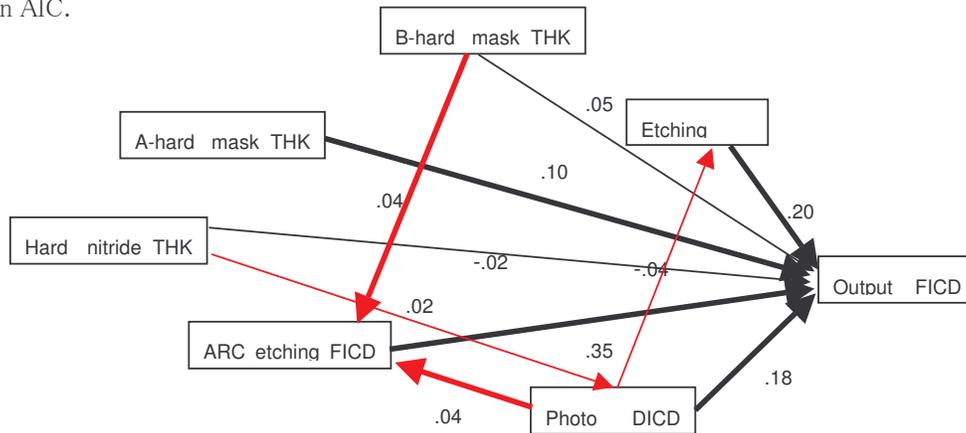


Fig. 6: Graphical modeling is a key word to express relationship (or correlation) between parameters.

Direct relationship is shown on a pie chart (figure 7). Lot ID is the part relative to correlation between lots. This contributes to an error and Excel or R give an explanation at 58%. That is currently enough to do required improvement on this basis in SPC (via estimations).

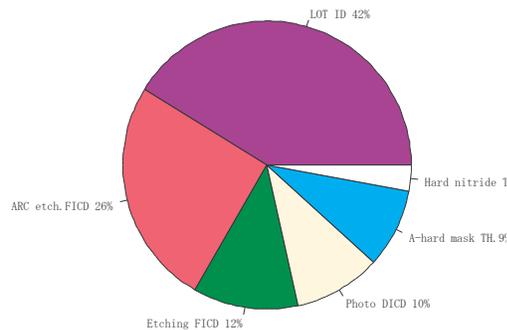


Fig. 7: There is direct relationship and also inter-correlation. From that, everything is not explained by statistical analysis: error factor exist because lots are different one from another.

3- R for PTMS Preventive Trouble Management System

PTMS uses pie charts, histograms and especially matrixes. Matrixes are adequate to analyze failure as there are numerous factors. Preventive actions are decided on the basis of PTMS man data (failure data base) [9]. R proposed a versatile environment to stress only on important information, if not it becomes quickly a complex tool. S/N measurements on DOE depending on used parameters are called again to show interest of matrixes. The graphical use of R is shown on these two figures 8 and 9. There are more available user friendly procedures at this excellent link: <http://addictedtor.free.fr/graphiques/>

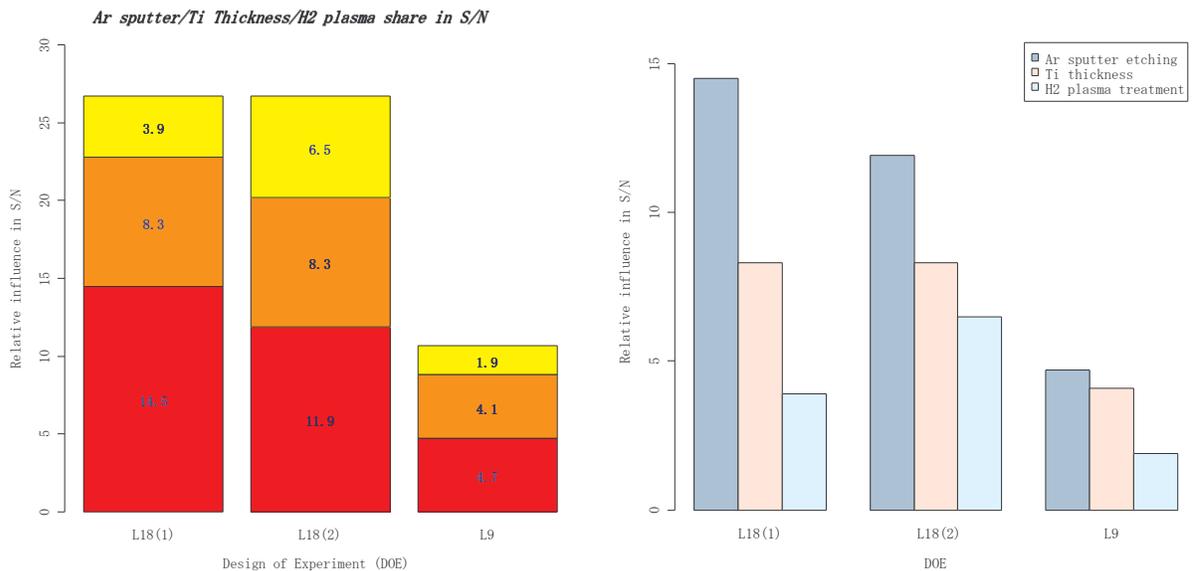


Fig. 8 and 9: S/N measurements in DOE depending on used parameters

References

- 1] J-Y. Rosaye, J.-P. Charles and P. Mialhe, "Defect evolutions with different temperature injections in MOSFETs", in *Microelect. International*, Vol 20, No.2, 2003, p. 24.
- 2] D. Zander, "Contribution à l'étude de la dégradation des couches d'oxyde de silicium ultra-minces, sous contraintes électriques", *Thesis at Reims University (France)* 2002.
- 3] FTR 03-0022 Fujitsu Technical Report "トンネル放置囲気検証実験LotのWLR測定について", J-Y Rosaye, 2003.
- 4] J-Y. Rosaye, N. Kurumado, M. Sakashita, H. Ikeda, A. Sakai, P. Mialhe, J.-P. Charles, S. Zaima, Y. Yasuda, and Y. Watanabe (Toyota), "Characterization of defect traps in SiO₂ thin films", in *Microelect. Journal*. Vol 33, 2002 p. 429.
- 5] FTR 04-0145 Fujitsu Tech. Report "Setting up of Agilent Charge Pumping CPV/CPF methods for application on TNOX structure." [*Spanion patent: New charge-pumping electrical detection method for flash memory*] J-Y Rosaye 2004.
- 6] 間瀬茂 "工学のためのデータサイエンス入門フリーな統計環境Rを用いた、データ解析" ed. 数理工学社, 2004.
- 7] 新村秀一 "情報化時代における新しい統計教育一質の高いユーザー教育の提言" "計算機統計学15(2), 2002, p.231.
- 8] FTR05-0079 Fujitsu Tech Report "Charge Loss改善ためECN提案からタグチメソッドの実施について" J-Y. Rosaye, 2005.
- 9] 畑村洋太郎 "失敗知識データベース・「失敗まんだら」説明 "JST科学技術振興事業団2002.

Unreliable Compasses for Robust Gathering of Asynchronous Mobile Robots

Samia Souissi*, Xavier Défago*, Masafumi Yamashita †

*School of Information Science

Japan Advanced Institute of Science and Technology (JAIST)

1-1 Asahidai, Nomi, Ishikawa-ken, 923-1292

†Department of Computer Science and Communication

Engineering, Kyushu University, Fukuoka, Japan

Tel.: +81-761-51 1254 – Fax.: +81-761-51 1149

E-mail: {ssouissi,defago}@jaist.ac.jp, mak@csce.kyushu-u.ac.jp

Résumé :

Faire en sorte qu'un ensemble de robots mobiles se comporte comme un système cohérent est une question fondamentale dans les systèmes robotiques distribués. Ce problème est souvent illustré par le problème du rassemblement, où les robots eux-même s'organisent pour se réunir finalement à un emplacement arbitraire. Bien que ce problème aie l'avantage d'être très simple à exprimer, il retient néanmoins la difficulté inhérente aux problèmes d'accord repartis, à savoir, le problème de rupture de symétrie. Dans leur modèle asynchrone avec des robots oublieux et possédant une visibilité limitée, Flocchini et al.[6] ont montré que le problème de rassemblement peut être résolu de façon déterministe, pour autant que les robots partagent la connaissance d'une de direction de référence, telle que fournie par une boussole. Cependant, les boussoles sont des appareils qui sont souvent sujets à des fluctuations. Dans notre recherche, nous avons donc introduit la notion de boussoles instables. Nous avons donné un algorithme qui fonctionne avec des boussoles instables, pour autant que celles-ci passent de temps en temps par des périodes de stabilité. La difficulté réside dans le fait qu'il est impossible pour les robots de déterminer si les boussoles sont dans un état stable ou pas.

Abstract:

Reaching agreement among a set of mobile robots so that they behave as a coherent system is one of the most fundamental issues in distributed robotic systems. This problem is often illustrated by the gathering problem, where the robots must self-organize to eventually meet at some arbitrary location. That problem has the advantage that, while being very simple to express, it retains the inherent difficulty of distributed agreement problems, namely the problem of breaking symmetry. In their fully asynchronous model with oblivious robots and limited visibility, Flocchini et al [6] show that gathering is solvable deterministically, as long as the robots share the knowledge of some direction, for instance provided by a compass. It turns out that, compasses are devices that are often subject of fluctuations. In our research, we have introduced the concept of unstable compasses, and we proposed a gathering algorithm that solves the problem in a system where compasses are unstable for some arbitrary long periods, provided that they stabilize eventually. The difficulty comes from the fact that it is impossible for the robots to determine if their compasses are in stable or unstable state.

Introduction:

The problem of reaching agreement among robots has attracted some attention within the last few years. However, none of the algorithmic results we are aware of consider cases when sensors are unreliable. Particularly, most of the work on asynchronous models for cooperative mobile robots relies on the assumption that compasses provide perfect information. However, these components are frequently prone to failures. For instance, we can imagine a magnetic field created near the robots, which would make their compasses point in erroneous directions. As a result, if the algorithms are not designed to tolerate such transient failures, the robots will not accomplish their given task. In our recent researches, we have been studying the solvability of the gathering problem in the face of instability of the compasses and we have developed an adequate algorithm for solving the gathering

problem. This algorithm assures that robots are active asynchronously (e.g, do not share some notion of time), the robots are oblivious (i.e., they don't remember past actions and observations), they have limited visibility, and their compasses may provide the robots with contradictory information for arbitrary long periods. Our algorithm is guaranteed to recover from any arbitrary configuration when the compasses of the robots eventually stabilize. It has the following desirable properties: (1) Robustness: the algorithm offers protection against transient failures. (2) Self-stabilization, the algorithm is by design self-stabilizing due to the oblivious (stateless) feature of the robots. i.e., starting in an arbitrary configuration, the algorithm always converges toward a desired behavior [3].

1. Unstable Compasses:

A compass is a device that outputs a direction of reference (for instance, the North) which is the same for all the robots. With an unstable compass, there exists a time after which all the robots agree on the same compass direction. The agreement holds after some time GST (Global Stabilization Time) unknown to the robots. It is only guaranteed that the agreement will hold, but the time for which the agreement holds is unknown. More precisely, an unstable compass has the following three properties: (1) the direction of a robot's compass can change with time. (2) at a given time, the compasses of any two robots may disagree. (3) In any execution, there exists some time GST after which the compasses of all the robots agree for a sufficiently long period. Yet, the robots do not know when the time GST will occur.

2. Gathering with Unstable Compasses:

As we mentioned earlier, Flocchini et al.[6] has shown that compasses are crucial components for solving the gathering problem in asynchronous systems. However, in practice compasses are frequently prone to failures and can output inaccurate information. Subsequently, our algorithm should be designed to cope with imprecision and instabilities in the compasses. In some of our recent work [7], we studied the solvability of the gathering problem in the face of compass instabilities. We first show that the gathering algorithm proposed by Flocchini et al. [6] does not tolerate instabilities in the compasses. In particular, with unstable compasses, their algorithm results on a disconnection of the vision graph between robots. Second, we proposed a self-stabilizing distributed algorithm for the gathering problem in a system in which the robots have limited visibility, and relying on compasses that are eventually consistent. The proposed solution guarantees that the robots gather at a point in finite time, given that their compasses provide correct output after some unknown period of instability, during which our algorithm can tolerate any number of transient failures of the compasses.

The idea of our algorithm is to solve the problem by achieving the following two subgoals at every time instants. (1) Robots that are mutually visible at some time t must remain mutually visible at some time $t+1$. (2) The robots that are located on the leftmost side at time t "get closer" to their mutually visible robots (i.e, robots located on their visibility radius) at time $t+1$.

To prove the correctness of our algorithm, we proceed in two steps. In a first step, we show that the connectivity of the vision graph is preserved during the entire execution of the algorithm. That is, regardless of the orientation of their compasses, the robots which are initially visible remain always visible until they collide on the same point. In a second step, we show that after the time GST , if the agreement on the compasses of the robots holds for a long enough time, then all robots will gather at one point in finite number of steps.

We conclude that, in an asynchronous system, anonymous, oblivious mobile robots, with limited visibility, and assuming unstable compasses, the gathering problem is solvable deterministically.

3. Related work:

Despite its apparent simplicity, the problem of gathering robots at a single point has been studied extensively in the literature, in different models and under several assumptions. In fact, several factors render this problem difficult to solve [6,8,9,10]. In particular, in all these studies, the problem has been solved only by making some additional assumptions on the capabilities of the robots. In particular, in the asynchronous model, Flocchini et al. [6] proposed a deterministic algorithm for the gathering problem in the limited visibility setting. However, the proposed algorithm requires that the

robots share a compass that provides perfect information. In contrast, we consider that the compasses of the robots are unstable and outputs erroneous information for some period unknown to the robots. The work of Flocchini et al [6] is the closest to our work, and our algorithm is developed on their model. However, their algorithm fails to solve the gathering problem if we assume instable compasses. Subsequently, we provide a self-stabilizing algorithm that tolerates any number of transient failures in the compasses. The gathering problem has been also studied in the presence of faulty robots by Agmon and Peleg [5] in synchronous and asynchronous settings. Other studies of the gathering problem include the work of Suzuki and Yamashita [1]. In their model, refereed as a semi-synchronous model, they proposed an algorithm to solve the gathering problem deterministically in the case where robots have unlimited visibility. In the same model, Ando et al. [4] propose an algorithm to address the gathering problem in systems wherein robots have limited visibility. Their algorithm converges toward a solution to the problem, but it does not solve it deterministically. In the CORDA model, referred as an asynchronous model [2], Cielibak et al. [12] proposed a deterministic algorithm that gathers the robots at a point in systems in which robots have unlimited visibility. Among other things, one feature the robots must have in order to solve this problem is the ability to detect a multiplicity of robots at one point. Other studies of the gathering problem have been devoted to design convergence solutions to the problem [11].

Conclusion:

In this paper, we took a new look at the gathering of a group of oblivious asynchronous mobile robots with limited visibility. While, previous work [6] showed that this problem can be solved if the robots are equipped with compasses, we have shown that gathering can nevertheless be solved with unstable compasses, as long as these compasses eventually stabilize to provide consistent information to the robots (the robots are not aware of when this actually happens).

The main benefit of our algorithm is that we solve the problem with a weaker assumption by assuming unstable compasses rather than perfect ones. This weaker assumption leads to stronger results. In particular, we can claim that an *eventual compass* has the same computational power as a *perfect compass* for solving the robot gathering problem if the agreement on the compasses of robots eventually holds for a sufficiently long enough period. This result is important in practice. In addition, our algorithm tolerates any number of transient failures in the compasses.

Finally, the oblivious feature of the robots gives the algorithm the nice property of self-stabilization. In our future work, we want to address the issue of imprecision on the compasses of the robots at some range (that is their compasses are bounded by some imprecision errors), and also the imprecision of other sensors, such as vision. Currently, we are investigating this issue.

References

- [1] I. Suzuki and M. Yamashita. Distributed anonymous mobile robots: Formation of geometric patterns. *SIAM J. Computing*, vol28, number4. Pages.1347-1363, 1999.
- [2] G. Prencipe, CORDA: Distributed Coordination of a set of Autonomous Mobile Robots. *In Proc. ERSADS*, pages.185-190, May 2001.
- [3] S. Dolev. Self-stabilization. *MIT Press*, 2000.
- [4] H. Ando, Y. Oasa, I. Suzuki, M. Yamashita, Distributed Memoryless Point Convergence Algorithm for Mobile Robots with Limited Visibility, *In IEEE Trans. on Robotics and Automation*, vol15, number5, pages 818-828, 1999.
- [5] N. Agmon, D. Peleg, Fault-tolerant Gathering Algorithms for Autonomous Mobile Robots, *In Proc. of the Fifteenth Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete algorithms (SODA'04)*. Pages.1070-1078, 2004.
- [6] P. Flocchini, G. Prencipe, N. Santoro, P. Widmayer. Gathering of Asynchronous Robots With Limited Visibility, *In Journal of Theoretical Computer Science*, 2005.
- [7] S. Souissi, X.Défago, M.Yamashita. Eventually Consistent Compasses for Robust Gathering of Asynchronous Mobile Robots with Limited Visibility. *Research Report IS-RR-2005-010*, JAIST, Japan, July 2005.
- [8] P. Flocchini, G.Prencipe, N. Santoro, P. Widmayer. Hard tasks for weak robots: the role of common knowledge in pattern formation by autonomous mobile robots. *In Proc. 10th Int'l Symposium on Algorithms and Computation*, vol. 1741 of LNCS, pages. 93-102, 1999.
- [9] M. Cieliebak. Gathering non-Oblivious Mobile Robots. *In Proc. of the 6th Latin American Symposium on Theoretical Informatics (LATIN'04)*, pages 577--588, 2004.

- [10] G. Prencipe. On the Feasibility of Gathering by Autonomous Mobile Robots. *In Proc. of Colloquium on Structural Information and Communication Complexity SIROCCO'05*, pages 246-261, 2005.
- [11] R. Cohen and D. Peleg, Robot Convergence via Center-of-Gravity Algorithms. *In Proc. of Colloquium on Structural Information and Communication Complexity (SIROCCO'04)*. Number 3104, pages 79-88, 2004.
- [12] M. Cieliebak, P.Flocchini, G. Prencipe, N. Santoro. Solving the Robots Gathering Problem. *In Proc. of International Colloquium on Automata, Languages and Programming ICALP'03*, pages 1181—1196, 2003.

Tax Competition and FDI, the Special Case of Developing Countries

Céline Azémar, Andrew Delios

TEAM International Maison des Sciences Economiques Université Paris I/ Université de Waseda

Tel. : 0033 144078266 - Fax. :0033 144078247

E-mail : celine.azemar@malix.univ-paris1.fr

Résumé :

La littérature sur la fiscalité ne s'est jamais penchée sur les liens qui peuvent exister entre les IDE et les taxes sur le revenu des sociétés, dans les pays en développement. En utilisant des données sur la localisation des firmes japonaises entre 1990 et 2000, ce papier soutient que le taux de taxe statutaire peut affecter négativement la localisation des IDE dans les pays en développement. Cependant, malgré le fait qu'à première vue ce résultat corrobore ceux de la littérature étudiant cette relation dans les pays développés, les recherches concernant les pays développés ne peuvent pas être étendues aux pays en développement qui comportent des caractéristiques particulières. Ainsi, en contrôlant les effets d'interactions entre le système fiscal japonais et ceux des pays en développement, nous mettons en évidence le fait que les accords fiscaux signés par le Japon exclusivement avec un certain nombre de pays en développement, peuvent altérer les effets des taxes sur les choix de localisation des investisseurs japonais. De plus, ce papier démontre que si les firmes japonaises suivent l'hypothèse d'arbitrage à la Tiebout (1956) dans leurs choix stratégiques de localisation – hypothèse étant que les firmes sélectionnent une localisation en mettant en balance les taxes qu'elles ont à payer par rapport au niveau des services publics dont elles peuvent bénéficier en retour- cet arbitrage varie avec le degré d'influence du pays d'accueil sur le niveau de retour sur l'investissement après taxation des investisseurs japonais.

Abstract :

The tax literature has not investigated the link between corporate taxes and FDI in developing countries. Using data on Japanese firm locations over the 1990-2000 period, this paper argues that if the level of statutory tax rates affects negatively the location of FDI in developing countries, the findings of the literature dealing with developed countries can not be extended to developing countries. Controlling for the interaction effects between Japan and host developing countries' tax systems we put forward that tax agreements signed with Japan can alter the effect of taxes on Japanese location choices. Moreover, this paper argues that if Japanese firms follow the Tiebout (1956) hypothesis on their strategic location decisions -selecting a location by balancing the taxes they must pay against the level of public services they receive in return- this arbitrage differs with the host country ability to influence the level of after tax rate of return of Japanese investors.

Introduction :

Traditional analysis of the taxation of income from capital is usually realized for developed countries. However, all countries compete with each other over corporate taxes in order to attract foreign investment. If statutory rates of corporation tax have generally fallen considerably over the last decade, tax rates in developing countries are substantially lower than developed countries ones. Nevertheless, the impact of taxes on investment in developing countries has not been measured yet.

The process of tax competition can have a different impact on the incentive to invest in developing countries compared to investing in developed countries, as we do not know if low taxation is seen by investors as a second rank determinant with a marginal effect or, on the contrary, as the opportunity to compensate for weak economic fundamentals.

In this paper we investigate the sensitivity of Japanese firm location choices to statutory corporate tax rates across developing countries. The consideration of this relationship in these particular countries is interesting for several reasons.

- 1- Firstly, estimates of the tax elasticity of FDI vary across empirical studies, depending on the econometric methodology, the measure of tax rates, the period studied and the geographic area selected.

Among the empirical work dealing with the influence of international tax rules on foreign capital, two studies have included developing countries in their geographical coverage Grubert and Mutti (1991), Hines and Rice (1994).

However, no studies have specifically investigated the impact of taxes on FDI in developing countries. Nevertheless, pooling in the same sample developed and developing countries is inappropriate as the coefficient estimated is forced to be the same for both set of countries. Thus, Blonigen and Wang (2004) have established that the factors determining the location of FDI "vary systematically" between developing and developed countries.

As the tax literature do not provide information regarding the influence of corporate tax rate on FDI location in developing countries, this relationship needs to be conveniently measured.

- 2- Secondly, a growing literature emphasizes the relationship between market-related variables and the efficiency of low corporate tax rates on the determination of FDI location.

Haufler and Wooton (1998) analyse theoretically tax competition between two countries of unequal size. Their results indicate that foreign investments prefer to locate in the larger country -providing a higher producer price- even if tax levels are higher. Imperfect competition induces that small countries choose lower tax rates relatively to large countries, in order to compensate for their unattractive small market size.

Consequently, the effect of corporate taxes should be higher in determining FDI location in small countries than in large ones¹.

¹ The findings of Bénassy et al. (2003) tend to corroborate this idea with a different approach. They analyse the effects of various measures of tax differentials on FDI flows across eleven OECD countries over the 1984-2000 period. Their results indicate tax differentials have the capacity to offset differences in market potentials.

Following this theory it is obvious that the weaker the market related variables, the lower the taxes and therefore the stronger their effect on firm location choices. In that case, developing countries -among others characterized by weaker market related variables such as GDP per capita- are supposed to propose lower taxes than developed countries and should have a greater propensity to influence the location of FDI by their fiscal instrument.

In this paper, a comparison between the effect of tax rate on firm locations on OECD countries and on developing countries is done to see if the effect differs.

- 3- Thirdly, the analysis of the effect of taxes on FDI location in developing countries can not be done without taking into account bilateral tax treaty agreements and more precisely a specific provision called "tax sparing" which can play an important role in the attractiveness of these countries.

The aim of this provision, signed between a developed and a developing country solely, is to promote economic development by ensuring that fiscal grants to foreign investors in the host country are not nullified by the taxation of income in the home country. Indeed, when investors are coming from tax credit countries, like Japan, their income is taxed on the worldwide income².

A quick numerical example of Tax Sparing

The profit of a foreign affiliate in a developing country is 100\$. The corporate income tax is 30% in the host country and 40% in the home country. Firms are allowed to claim a credit to the home country for the foreign taxes paid. Thus they pay 30\$ to the host country and $40-30=10$ \$ to the home country. A fiscal incentive is now granted by the host country and firms do not have to pay the 30% tax rate. Without tax sparing firms have to pay 40\$ to the home country as they do not pay foreign taxes. With tax sparing, the 30% foreign corporate tax rate is deemed to have been paid and thus become creditable; so in that case firms pay 0\$ to the host country and $40-30=10$ \$ to the home country.

The literature provides that this fiscal favor offered by OECD countries has the opportunity to increase the location and volume of FDI in developing countries because multinational firms can fully benefit from fiscal incentives or tax holidays provided by the host country (Hines, 2001; Azémar, Desbordes and Mucchielli, 2005).

We can hypothesize that the sensitivity of foreign investors to corporate taxes can differ between countries who have signed tax sparing provisions and countries who have not. The sensitivity of Japanese firm locations to the statutory tax rate is measured and compared in both type of countries.

² In order to avoid double taxation of the foreign income, Japanese investors are allowed to claim foreign tax credits for income taxes paid in the host country. If the host country grants tax holidays, or simply lower its level of taxes, no benefit remain in the hands of the investors, as the spared amount is transferred to the treasury of the home country. However, for Japan under tax sparing provision, the amount of tax exempted or reduced under certain incentives is deemed to have been paid and thus become creditable with respect to Japanese taxes.

- 4- Finally, increasing international integration throws the dominance of traditional FDI determinants into question. The tax competition literature underlines the growing influence of corporate tax rates on the location of foreign capital, and suggests that this may lead to a "race to the bottom".

Even if since Tiebout (1956), it has been demonstrated that the level of tax bases depends on the combination between taxes and public goods in host country -implying that a country providing high level of public goods can increase its taxes without losing attractiveness- the fear of tax competition leading to a zero taxation of capital earnings is present and amplified for "small" countries.

However, the growing importance of corporate taxes as a determinant of FDI is accompanied by the increasing importance of "the quality of infrastructure, the ease of doing business and the availability of skills" (Unctad ,1996).

Given this, the magnitude of the coefficients of this kind of variables can give an idea of the tax competition situation of developing countries. Indeed, a strong sensitivity of FDI to public goods or political stability can significantly reduce the risk of a "race to the bottom" as other than tax variables matter and since a share of investment in infrastructure is financed through corporate taxes.

In this paper, the role of public goods, and the quality of institutions in the Japanese firm location decisions are measured and compared to the effect of corporate tax rates.

Summary

Section I presents the data and the econometric model.

Next, section II presents the empirical tests and the results.

Finally in section III we conclude.

I Data and Estimation

1- Japanese Firm Level Data

To test the theory linking statutory tax rate and multinational firm locations in developing countries, we focus on Japanese firm implantations in Africa, Latin America and Asia from 1990 to 2000.

A comparison is realized on the magnitude of taxation between developing and developed countries, so we also focus on Japanese investments in OECD countries.

The Japanese firm level dataset come from the 2000 Japanese Language edition of Kaigai Shinshutsu Kigyō Souran-Kuni Betsu. Toyo Kenzai compiled these data which represent the Japanese overseas investments by country.

2- Statutory tax rate variable

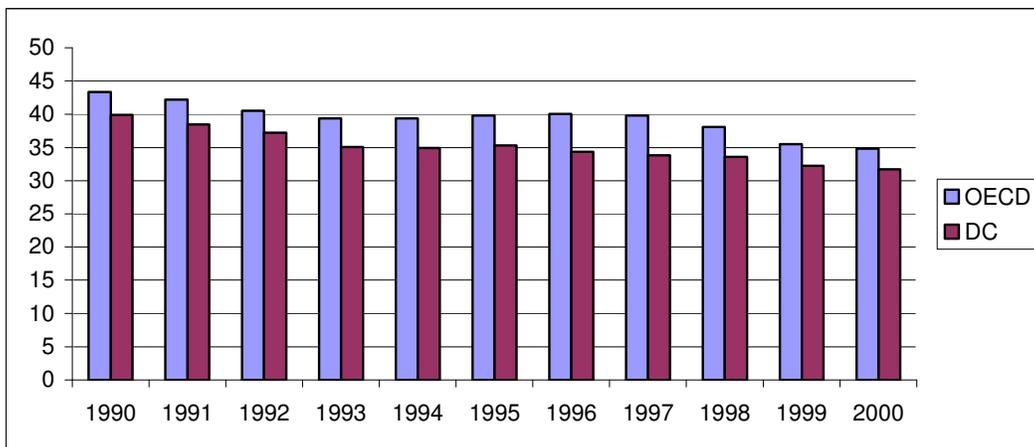
The statutory tax rate data are from the university of Michigan World Tax Database, measuring maximum marginal tax rates faced by businesses.

Figure 1 describes the mean evolution of this tax measure for developing countries (DC) and OECD countries. Statutory corporate tax rates have fallen substantially over the last decade in both developing and developed countries.

It is not rare to explain this declining corporate tax rates by the pressure on tax policies due to international tax competition. In order to attract foreign direct investment, countries compete with each other by diminishing fiscal burden on corporate profit.

However, developing countries often propose lower statutory tax rates, with a nearly 4% difference with OECD countries during the last ten years.

Figure 1: Statutory tax rate evolution between 1990-2000



3- Control Variables

The vector of explanatory variables used in the estimation are based on the literature of usual FDI determinants in developing countries:

- Measures of the market size: GDP
- GDP per capita
- Trade openness (trade)
- Exchange rate
- Distance
- Public goods : telephone lines/GDP; Gross secondary enrolment ratio (GSSE); Life expectancy at birth (life exp).
- Institutions: Political stability; regulatory quality, Kaufmann governance indicator (Kauf).

4- Count Models : Econometric Model of Location Choices

The Poisson regression model provides a satisfactory framework to model firm location decisions because of its compatibility with Random Utility Maximisation.

Furthermore the Poisson regression model is commonly used to study count data which are characterized by the particularity of their discrete nature, small values and a large number of zeros.

II Empirical tests and results

1- Effects of Taxes on FDI in Developing Countries, and Comparison to OECD Countries

Table 1: Determinants of the Number of Japanese Firm Locations between 1990 and 2000: Separate Estimates for OECD and Developing Countries

Explanatory variables	OECD	PVD	OECD	PVD
	NBREG	ZINB	NBREG	ZINB
ln GDP	1.112*** (0.079)	1.020*** (0.102)	1.182*** (0.078)	0.945*** (0.097)
ln GDP per capita	0.182 (0.370)	-0.612*** (0.221)	0.158 (0.357)	-0.705*** (0.197)
ln Trade	0.280 (0.208)	1.809*** (0.271)	0.410** (0.198)	1.747*** (0.252)
ln Exchange rate	-0.076*** (0.029)	-0.120*** (0.031)	-0.094*** (0.028)	-0.144*** (0.030)
ln distance	0.293 (0.758)	-0.795*** (0.203)	0.732 (0.716)	-0.875*** (0.186)
ln Top tax rate			-1.079*** (0.279)	-1.888*** (0.400)
Constant	-31.666*** (7.811)	-15.842*** (3.737)	-33.769*** (7.300)	-5.311 (4.197)
Observations	203	418	203	418
Log-likelihood	-659.756	-936.298	-653.031	-925.378
LR Chi-squared	317.74	294.13	331.19	315.60
Prob>chi2	0.000	0.000	0.000	0.000
Alpha	0.452	1.235	0.394	1.048
Vuong test of Zinb	-	2.39***	-	2.52***

Notes: *** indicates a significance level of one, ** a five and * a ten percent. Standard deviations are in parenthesis. All specifications include a full set of time dummies, and variables are in logarithms.

- Of particular interest, the statutory tax rate variable is statistically significant and has the correct sign across both samples. The magnitude of the coefficients implies that taxes play a key role in the location of FDI, including in developing countries.
- Indeed, for a 1 percentage point increase in tax rates, the expected number of location of Japanese firms in developing countries decreases by 1.9 percentage points, holding all other variables constant. Thus, without controlling for a special condition connected with the paper's hypothesis (bilateral tax treaties) a link between the level of taxes and the location of Japanese firms is established in developing countries.
- Dealing with developed countries, a 1 percentage point increase in tax rates, decreases the expected number of location of Japanese firms by 1.1 percentage points.
- The tax coefficient is approximately 73% higher for the developing countries sample. This difference support the paper's hypothesis that tax effects in countries with weaker market related variables should be higher in determining FDI location.

2- Tax Sparing versus no Tax Sparing

Table 2: Determinants of the Number of Japanese Locations between 1990 and 2000: Separate Estimates for Tax Sparing and no Tax Sparing countries

Explanatory variables	TS	no TS
	NBREG	ZINB
ln GDP	1.499*** (0.087)	0.322* (0.188)
ln GDP per capita	-1.298*** (0.133)	-0.157 (0.479)
ln Trade	2.361*** (0.171)	0.204 (0.509)
ln Exchange rate	-0.060*** (0.021)	-0.151*** (0.055)
ln distance	-0.345*** (0.093)	-1.050** (0.529)
ln Top tax rate	-3.003*** (0.298)	-0.156 (0.763)
Constant	-17.304*** (3.007)	4.722 (6.856)
Observations	115	303
Log-likelihood	-431.018	-406.392
LR Chi-squared	252.54	38.47
Prob>chi2	0.000	0.001
Alpha	0.191	1.709
Vuong test of Zinb	-	1.52**

Notes: *** indicates a significance level of one, ** a five and * a ten percent. Standard deviations are in parenthesis.

- While most of the coefficients across the two samples are quite similar, the coefficient on the statutory tax rate is not significant for developing countries which have not signed a tax sparing provision with Japan, and has a very weak magnitude compared to tax coefficient for tax sparing countries.
- The statistically significance and the magnitude of the statutory tax rate coefficient suggests that taxes play an important role in the investment decisions of Japanese firms in developing countries who have a tax sparing provision with Japan.
- Our results clearly find evidence that taxes have a stronger impact on foreign investor locations when a tax sparing provision is signed.

3- Race to the bottom?

Table 3: Effects of Taxes and Public Goods on the Number of Japanese Locations between 1990-2000

	ZINB DC	ZINB DC	ZINB DC	ZINB DC
In Top tax rate	-1.741*** (0.435)	-1.323*** (0.422)	-1.349*** (0.435)	-1.559*** (0.471)
In telephone/GDP	0.573*** (0.197)			0.734*** (0.216)
In GSSE		1.437*** (0.275)		1.526*** (0.260)
In Life exp			2.860*** (1.100)	1.559 (1.212)

Notes: *** indicates a significance level of one, ** a five and * a ten percent. Standard deviations are in parenthesis.

- The variables controlling for infrastructure (telephone/GDP), education (gross secondary enrolment ratio: GSSE) and health (life expectancy at birth) are statistically significant and have a positive influence on the location of Japanese firms.
- The balance *à la* Tiebout (1956), between public goods and taxes is in favor of public goods. Indeed, the column 4 shows that to attract Japanese firms, an host country 10% disadvantage in term of public goods (GSSE + telephone/GDP) can be compensated through a lower tax rate by 15%. Thus the nature of the Japanese investors preferred tax-public goods package, and tax-public governance package should not lead to a zero taxation.

Table 4: Effects of Taxes and Institutions on the Number of Japanese Locations between 1990-2000

	ZINB PVD	ZINB PVD	ZINB PVD
In Top tax rate	-1.749*** (0.377)	-1.554*** (0.387)	-1.393*** (0.371)
Political stability	0.720*** (0.141)		0.633*** (0.141)
Regulation quality		1.083*** (0.235)	0.898*** (0.227)

Notes: *** indicates a significance level of one, ** a five and * a ten percent. Standard deviations are in parenthesis.

- Political stability attempts to capture the process by which those in authority are selected and replaced. The regulatory quality is related to the government ability to formulate and implement sound policies. These two variables are statistically significant and have a non negligible positive influence on the level of Japanese firm investments.
- Table 4 shows that there is evidence that Japanese FDI is affected in the same way by the level of taxes and the quality of institutions. These variables display coefficients that are similar in magnitude (column 3); in these estimations there is an equilibrium between the negative impact of taxes and the positive impact of government effectiveness.

Table 5: Effects of Taxes and Public Goods on the Number of Japanese Locations between 1990-2000: separate Estimates for TS and no TS countries

	TS countries NBM			No TS countries NBM		
	In Top tax rate	-2.913*** (0.338)	-2.590*** (0.341)	-2.642*** (0.348)	0.317 (0.421)	0.401 (0.411)
In telephone/GDP	0.086 (0.138)		0.113 (0.137)	1.264*** (0.407)		1.047** (0.424)
In GSSE		0.562*** (0.202)	0.570*** (0.201)		1.602*** (0.479)	1.323*** (0.479)

Table 6: Effects of Taxes and Institutions on the Number of Japanese Locations between 1990 and 2000: Separate Estimates for TS and no TS countries

	NBM TS DC			ZINB no TS DC		
	In Top tax rate	-2.950*** (0.298)	-3.044*** (0.298)	-3.005*** (0.304)	0.730* (0.413)	1.198*** (0.458)
Political stability	0.165 (0.129)			0.595** (0.255)		
Regulation quality		0.526** (0.268)			1.736*** (0.318)	
Kauf			0.002 (0.069)			0.605*** (0.170)

Notes: *** indicates a significance level of one, ** a five and * a ten percent. Standard deviations are in parenthesis.

- The tax variable still play a key role in the location of Japanese firms in tax sparing countries, and has no impact on their location in no tax sparing countries, controlling for the role of public goods (Table 5) and governance (Table 6).
- The results of table 5 and 6 are very instructive and in line with the Tiebout (1956) “trade-off” between taxes and public goods. Indeed, when the host country taxes have an impact on the investor after tax rate of return (this is the case in tax sparing countries), investor strategic location decisions are strongly influenced by the level of taxes and less by the quality of public goods and institutions. However, when host country taxes have no impact on investor after tax rate of return (this is the case in no tax sparing countries for investors coming from a tax credit system) the quality of public goods and government efficiency is privileged in foreign firm location decisions.

III Concluding remarks

- Specifically, this paper shows that Japanese firm locations over the 1990-2000 period are negatively influenced by the level of statutory tax rate in host countries. However, investors coming from a tax credit countries like Japan do not react to tax levels in the same way in all developing countries.
- This paper indicates that the link between the level of corporate taxes and FDI is not intuitive for developing countries as we have to control for the interaction effects between home and host countries' tax systems, to generate a clear support for this relationship.

References

- Alsan, Marcella, David Bloom, and David Canning**, "The Effect of Population Health on Foreign Direct Investment," 2004. NBER Working Paper *n*° 10596.
- Asiedu, Elisabeth**, "On the Determinant of Foreign Direct Investment to Developing Countries: Is Africa Different?," 2002. Forthcoming in *World Development*.
- Auerbach, Alan and Kevin Hassett**, "Taxation and Foreign Direct Investment in the United States: a Reconsideration of the Evidence," in Giovanni Alberto, Glenn Hubbard, and Joel Slemrod, eds., *Studies in International Taxation*, 1993.
- Azémar, Céline, Rodolphe Desbordes, and Jean-Louis Mucchielli**, "Do Tax Sparing Agreements Contribute to the Attraction of FDI in Developing Countries," 2004. Cahiers MSE Working Paper, *n*° 2004-47.
- Bénassy-Quéré, Agnies, Lionel Fontagné, and Amina Lahrèche-Révil**, "Tax Competition and Foreign Direct Investment," 2003. CEPII Working Paper, *n*° 17.
- Blonigen, Bruce and Miao Wang**, "Inappropriate Pooling of Wealthy and Poor Countries in Empirical FDI Studies," 2004. NBER working Paper *n*° 10378.
- Boskin, Michael and William Gale**, "New Results on the Effects of Tax Policy on the International Location of Investment," in Martin Feldstein, ed., *The Effects of Taxation on Capital Accumulation*, 1987.
- Bucovetsky, Sam**, "Asymmetric Tax Competition," *Journal of Urban Economics*, 1991, 30, p167-181.
- Carr, David, James Markusen, and Keith Markus**, "Competition for Multinational Investment in Developing Countries: Human Capital, Infrastructure and Market Size," 2002. Prepared for CEPR/NBER/SNS Conference: Challenges to Globalisation.
- Collier, Paul and Jan Gunning**, "Explaining African Economic Performance," *Journal of Economic Literature*, 1999, 37 (1), p64-111.
- Delios, Andrew and Witold Henisz**, "Uncertainty, Imitation and Plant Location: Japanese Multinational Corporations, 1990-1996," *Administrative Science Quarterly*, 2001, 46 (3), p443-475.
- Devereux, Michael and Harold Freeman**, "The Impact of Tax on Foreign Direct Investment: Empirical Evidence and the Implications for Tax Integration Schemes," *International Tax and Public Finance*, 1995, 2 (1), p85-106.
- Devereux, Michael and Rachel Griffith**, "Taxes and the Location of Production: Evidence From a Panel of US Multinationals," *Journal of Public Economics*, 1998, 68, p335-367.,
- Ben Lockwood, and Michela Redoano**, "Do Countries compete Over Corporate tax Rates?," 2004. CSGR Working Paper *no* 97/02.
- Easterly, William and Ross Levine**, "Africa's Growth Tragedy: Policies and Ethnic Divisions," *Quarterly Journal of Economics*, 1997, 112 (4), p1203-1250.
- Fink, Carsten and Charles Kenny**, "W(h)ither the Digital Divide?," *The Journal of Policy, Regulation and Strategy for Telecommunications*, 2003, 5 (6).
- Forestier, Emmanuel, Jeremy Grace, and Charles Kenny**, "Can Information and Telecommunications Technologies be Pro-Poor?," *Telecommunications Policy*, 2002, 26, p623-646.
- Globerman, Steven and Daniel Shapiro**, "Global Foreign Direct Investment Flows: The Role of Governance Infrastructure," *World Development*, 2002, 30 (11), p1899-1919.
- Greene, William**, "Accounting for Excess Zeros and Sample Selection in Poisson and Negative Binomial Regression Models," 1994. Working Paper *no* EC-94-10, Department of Economics, Stern School of Business, New York University.
- Greene, William**, *Econometric Analysis*, 5th ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 2003.
- Grubert, Harry and Joel Slemrod**, "Tax Effects on Investment and Income Shifting to Puerto Rico," *Review of Economics and Statistics*, 1998, 80, p365-373.

Grubert, Harry and John Mutti, "Taxes, Tariffs and Transfer Pricing in Multinational Corporate Decision Making," *Review of Economics and Statistics*, 1991, 73 (2), p285-283.

Guimaraes, Paulo, Octavio Figueiredo, and Doug Woodward, "A Tractable Approach to the Firm location Decision," *Review of Economics and Statistics*, 2003, 85, p201-204.

Hartman, David, "Tax Policy and Foreign Direct Investment in the United States," *National Tax Journal*, 1984, 37 (4), p475-488.

Haufler, Andreas and Ian Wooton, "Country Size and Tax Competition for Foreign Direct Investment," *Journal of Public Economics*, 1998, 71, p121-139.

Head, Keith and John Ries, "Heterogeneity and the FDI Versus Export Decision of Japanese Manufacturers," *Journal of the Japanese and International Economies*, 2003, 17, p448-467.

Hines, James, "Altered States: Taxes and the Location of Foreign Direct Investment in America," *American Economic Review*, 1996, 86 (5), p1076-1094.

Hines, James, "Tax Sparing and Direct Investment in Developing Countries," in Hines James, ed., *International Taxation and Multinational Activity*, 2001.

Hines, James and Eric Rice, "Fiscal Paradise: Foreign Tax Havens and American Business," *Quarterly Journal of Economics*, 1994, 109 (1), p149-182.

Islam, Roumeen and Claudio Montenegro, "What Determines the Quality of Institutions," 2002. Background Paper for the World Development Report 2002.

Kanbur, Ravi and Michael Keen, "Jeux Sans Frontières: Tax Competition and Tax Coordination When Countries Differ in Size," *American Economic Review*, 1993, 83, 877-892.

Kaufmann, Daniel, Aart Kraay, and Pablo Zoido-Lobaton, "Aggregating Governance Indicators," 1999a. World Bank Working Paper n° 2195.

Kaufmann, Daniel, Aart Kraay, and Pablo Zoido-Lobaton "Governance Matters," 1999b. World Bank Working Paper n° 2196.

Kemsley, Deen, "The Effect of Taxes on Production Location," *Journal of Accounting Research*, 1998, 36 (2), 321-341.

Lambert, Diane, "Zero-Inflated Poisson Regression, with an Application to Defects in Manufacturing," *Technometrics*, 1992, 34, p1-14.

Lucas, Robert, "On the Determinants of Direct Foreign Investment: Evidence from East and Southeast Asia," *World Development*, 1993, 21 (3), p391-406.

Murthy, Vasudeva, "The Effects of Taxes and Rates of Return on Foreign Direct Investment in the United States: Some Econometric Comments," *National Tax Journal*, 1989, 42 (4), p205-207.

Newlon, Timothy Scott, "Tax Policy and the Multinational Firm's Financial Policy and Investment Decisions," 1987. Ph.D dissertation. Princeton: Princeton University.

Root, Franklin and Ahmed Ahmed, "Empirical Determinants of Manufacturing Direct Foreign Investment in Developing Countries," *Economic Development and Cultural Changes*, 1979, 27 (4), p751-761.

Schneider, Friedrich and Bruno Frey, "Economic and Political Determinants of Foreign Direct Investment," *World Development*, 1985, 13 (2), p161-175.

Slemrod, Joel, "Tax Effects of Foreign Direct Investment in the United States: Evidence from Cross-Country Comparison," in Razin Assaf and Joel Slemrod, eds., *Taxation in a Global Economy*, Chicago University Press, 1990.

Swenson, Deborah, "The Impact of U.S Tax Reform on Foreign Direct Investment in the United States," *Journal of Public Economics*, 1994, 54 (2), p243-266.

Taylor, Christopher, "The Impact of Host Country Government Policy on US Multinational Investment Decisions," *World Economy*, 2000, 23 (5), p635-647.

- Tiebout, Charles**, "A Pure Theory of Local Expenditures," *Journal of Political Economy*, 1956, 64, p416-424.
- Trandel, Gregory**, "Interstate Commodity Tax Differentials and the Distribution of Residents," *Journal of Public Economics*, 1994, 53, p435-457.
- Tsai, Pan-Long**, "Determinants of Foreign Direct Investment and Its Impact on Economic Growth," *Journal of Economic Development*, 1994, 19 (1), p137-163.
- UNCTAD**, *World Investment Report 1996*, United Nations, New York, 1996.
- Vuong, Quang**, "Likelihood Ratio Tests for Model Selection and Non-Nested Hypotheses," *Econometrica*, 1989, 57, p307-334.
- Wei, Shang-Jin**, "Natural Openness and Good Government," 2000. World Bank Working Paper n°2411.
- Wheeler, David and Ashoka Mody**, "International Investment Location Decisions," *Journal of International Economics*, 1992, 33, p57-76.
- Young, Kan**, "The Effects of Taxes and Rates of Return on Foreign Direct Investment in the United States," *National Tax Journal*, 1988, 41 (1), p109-121.

Nano-pochoir pour les nanotechnologies

Vincent Blech, Nobuyuki Takama, Beomjoon Kim.
Kim lab., Institute of Industrial Science, University of Tokyo
Tel.-Fax : 03-5457-6685
E-mail : vblech@iis.u-tokyo.ac.jp

Résumé :

Cette présentation propose d'abord une brève définition de la structuration de surface pour les nano-sciences, afin de situer dans son contexte scientifique notre sujet de recherche : le nano-pochoir. Cette outil simple et novateur permet, à l'instar du pochoir en papier que nous connaissons, de transférer des motifs sur une surface donnée, mais à une échelle micro on nanométrique. Il se distingue par sa versatilité et peut être employé pour le dépôt de tout type de matériaux, notamment des molécules, sur des substrats non conventionnels, en vue de contribuer à la réalisation de bio-puces.

Abstract :

This paper starts with a brief description of surface nano-patterning, so as to locate our current research topic, i.e. the nano-stencil, in its scientific background. This simple, innovative tool is similar to the usual paper stencil and allows the transfer of patterns to a given surface, at the micro and nano-scales. An interesting feature is the versatility of the nano-stencil: one can locally deposit any material, including molecules, on any type of surface. This characteristic is particularly suitable for the fabrication of bio-chips.

Introduction :

Cette présentation propose d'abord une brève définition de la structuration de surface pour les nano-sciences, afin de situer dans son contexte scientifique notre sujet de recherche : le nano-pochoir. Cette outil simple et novateur permet, à l'instar du pochoir en papier que nous connaissons, de transférer des motifs sur une surface donnée, mais à une échelle micro on nanométrique. Il se distingue par sa versatilité et peut être employé pour le dépôt de tout type de matériaux, notamment des molécules, sur des substrats non conventionnels, en vue de contribuer à la réalisation de bio-puces.

La structuration de surface

La structuration de surfaces peut se définir selon 3 caractéristiques:

1. elle reprend les techniques du traitement de surface (dépôt de films minces de matériaux anti-corrosion ou anti-érosion, traitement chimique, traitement plasma...)
2. auxquelles elle ajoute des techniques dites de structuration (patterning, machining) pour permettre de traiter la surface localement, à l'échelle micro ou nanométrique.
3. Enfin elle établit un pont entre l'ingénierie des matériaux et la biologie, qui non seulement bénéficie des possibilités offertes par ces techniques, mais y apporte encore ses propres méthodes de traitement de surfaces biocompatibles. Cela constitue l'un des axes de développement les plus forts.

C'est pourquoi on trouve à côté d'applications courantes telles que le dessin de circuits électroniques, des notions de plus en plus importantes comme la fonctionnalisation de surface, l'attachement sélectif de molécules/cellules, la modification des propriétés hydrophobes/philes etc. Ainsi la structuration de surfaces trouve des applications dans des domaines divers et nombreux: les bio-puces (test et développement de médicaments, analyse de molécules d'ADN...), la microélectronique (fabrication de « thin film transistors »), les cellules solaires ou encore les fameux MEMS/NEMS (micro/nano-electro mechanical systems).

Les techniques développées pour la structuration de surface dans les 10 dernières années sont nombreuses. Comme pour toutes les techniques appliquées, les objectifs de coût, rapidité et versatilité sont à prendre en compte. Elles vont, pour citer deux extrêmes, de la lithographie optique conventionnelle au dépôt local de molécules par une pointe d'AFM (microscope à force atomique). La première permet de traiter des surfaces larges (plusieurs pouces carrés) avec une résolution sub-micronique pour un coût modéré. La 2^{nde} est plus complexe à mettre en œuvre, lente et elle ne traite qu'une surface très limitée, mais elle permet de réaliser des motifs compliqués avec une résolution de quelques nanomètres! [1] Entre ces deux techniques extrêmes, il existe un panel de techniques alternatives et émergentes faisant appel à de nouveaux procédés et à de nouveaux matériaux, telles que la lithographie douce [2] (sortes de nano-tampons) ou le nano-pochoir [3].

Le nano-stencil

Le nano-pochoir, ou nano-stencil en anglais, se situe du côté des techniques dites parallèles (les motifs peuvent être réalisés sur une large surface en un seul cycle de fabrication, générant un bon rendement). C'est par ailleurs une technique simple et rapide, similaire dans le principe à l'utilisation d'un pochoir en papier avec une peinture en spray. Il faut simplement remplacer le papier par une membrane circulaire de silicium de 500 microns d'épaisseur et quelques millimètres de diamètre, et le spray de peinture par un électro-spray de molécules ou un bâti d'évaporation thermique (fig. 1). Nous sommes donc dans une gamme d'outils perfectionnés, mais qui permet de faire la même chose: la réplique des motifs du pochoir, sur tout type de surface (verre, plastique, silicium...), avec n'importe quel matériau: métaux, isolants, semi-conducteurs... mais aussi molécules et cellules. Cette technique présente donc également une grande versatilité.

D'un point de vue pratique, la fabrication de la membrane de silicium ne requiert que des techniques de structuration éprouvées et relativement peu onéreuses (oxydation du silicium, photolithographie, gravure humide anisotrope et gravure sèche) [4]. Ceci permet donc d'obtenir, comme illustre sur la fig. 2, une très fine membrane suspendue et présentant des ouvertures aux formes variées et au profil en V, dont les dimensions peuvent être fixées entre 1 mm pour les plus larges et moins de 100nm pour les plus étroites. Ce nano-pochoir est ensuite appliqué et fixé sur la surface à structurer, puis placé dans un bâti de dépôt de couches minces.

Les fig. 3a à 3d présentent des motifs d'or transférés sur une surface d'oxyde de silicium par évaporation thermique. La fig. 3e montre des motifs de nano-particules (diamètre de 50nm) déposés par électro-spray sur un substrat bio-compatible (verre traité à l'oxyde d'indium et d'étain). Nous observons que la résolution des motifs transférés peut atteindre 100 nanomètres (10 nanomètres dans des études similaires réalisées en Angleterre sur des masques de très petites dimensions [5]), sur une surface de 1-2 centimètres carrés. Les rapports surface traitée/résolution et coût/temps semblent donc très intéressants, mais la technique est encore loin d'être optimale: des difficultés liées à la robustesse de la membrane, à l'utilisation multiple ou à la reproductibilité des motifs transférés sur la surface sont encore en cours d'étude.

References

- [2] A.Kumar et al., *App. Phys. Lett.* 63 p.2002 (1993)
- [3] M.M. Deshmukh et al., *App. Phys. Lett.* 75 (11) p.1631 (1999)
- [1] K.-B. Lee et al., *Science*, 295(5560), pp. 1702-1705 (2002)
- [4] V. Blech et al., *Proc. KMEMS 2005*, pp.451-454
- [5] A.R. Champagne et al., *App. Phys. Lett.*, Vol. 82, No. 7, pp.1111-1113 (feb. 2003)

Fig. 1 : Approche géométrique du fonctionnement du nano-pochoir. Les paramètres importants sont G (distance pochoir - surface à traiter) et S (largeur de la source) car ils déterminent l'élargissement des motifs transférés par rapport aux ouvertures du pochoir : $w_p \sim w_s \sim G.S/D$

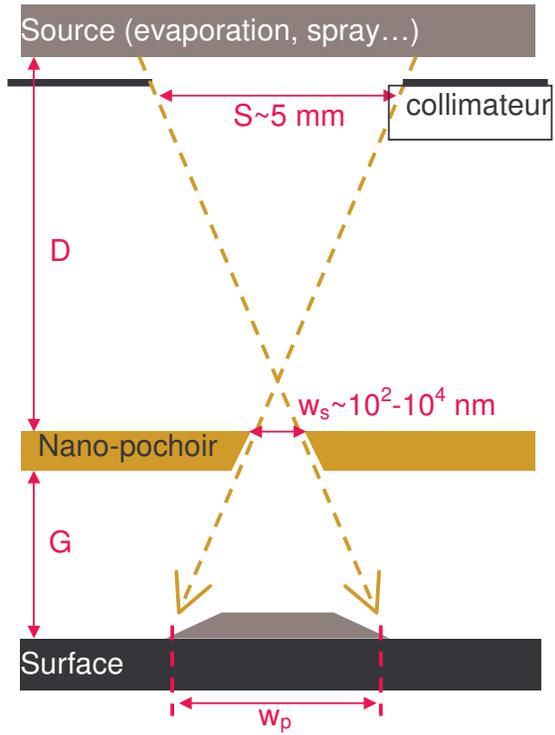


Fig. 2 : a) vue d'ensemble du nano-pochoir (membrane suspendue de silicium)
b-f) détails des micro et nano ouvertures de la membrane (images de microscope électronique à balayage).

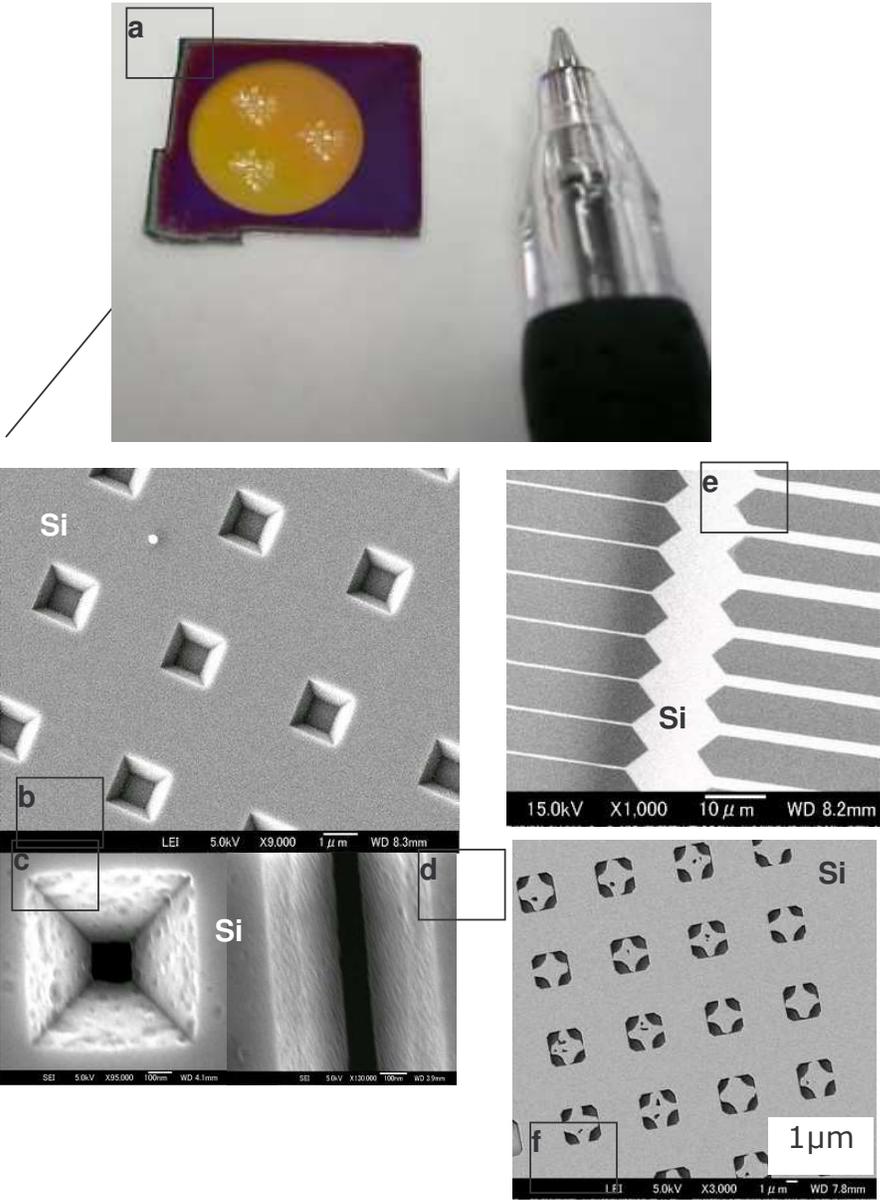
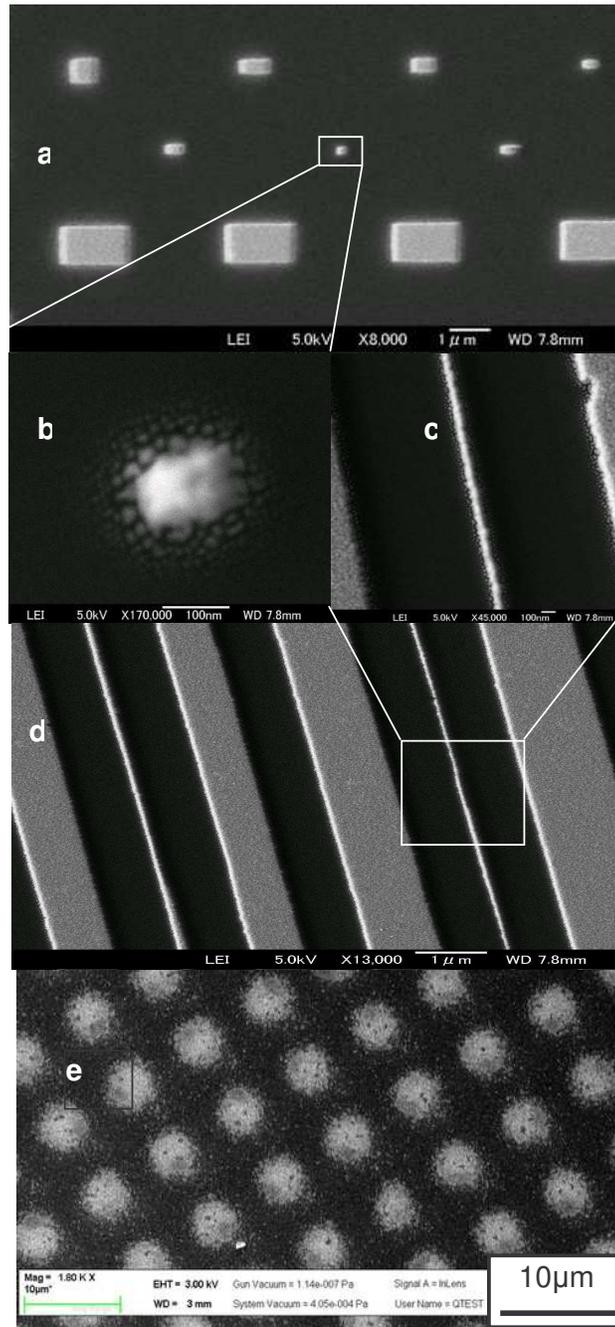


Fig. 3 : a-d) Motifs métalliques transférés sur un substrat de silicium oxydé, par évaporation thermique d'or (épaisseur : 50nm, vitesse de dépôt : 6 nm/min)
e) Motifs de nano particules déposées par electro-spray sur un substrat de verre/ITO.



Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier la JSPS (Japan Society for the Promotion of Science) ainsi que le KIMM (Korean Institute of Machinery and Materials) pour le soutien financier et scientifique de ce projet. Nos remerciements vont également au Dr. Kinoyuki Kakushima pour les plaisantes et fructueuses discussions scientifiques.

A Complete Asynchronous Method for Solving any Distributed Constraint Satisfaction Problem

Ahlem Ben Hassine, Tu Bao Ho

School of Knowledge Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology

Tel. : 81-(0)761-51-1111 - Fax. : 81-(0)761-51-1795

E-mail : {hassine, bao}@jaist.ac.jp

Résumé :

Le problème de satisfaction de contraintes (CSP) est un formalisme puissant pour représenter et résoudre n'importe quel problème combinatoire. Récemment, avec le développement et l'apparition de nouvelles technologies des systèmes distribués et des réseaux, particulièrement avec l'omniprésence des applications naturellement réparties au monde réel, le cadre distribué a attiré l'attention de plusieurs chercheurs. Cependant la plupart des approches proposées dans la littérature, qui sont basées sur la représentation principale d'un réseau de contraintes (CN), traitent directement des problèmes binaires, exigent particulièrement l'enregistrement des nogoods et nécessitent un nombre élevé de connexions réseau. Nous proposons dans cet article une nouvelle approche asynchrone de recherche multi-contraintes, basée sur la représentation duale des CSP et aussi sur le principe de Backtracking pour assurer la complétude de la recherche. Nous proposons aussi une nouvelle méthode distribuée pour ordonner les agents du système afin de réduire au minimum les connexions inutiles. L'approche est discutée en termes de terminaison et complétude. Une évaluation comparative expérimentale est également donnée.

Abstract :

Constraint satisfaction problem (CSP) is a powerful formalism to represent and to solve any combinatorial problem. Recently, with the advent of both distributed computing and networking technologies, especially with the omnipresence of naturally distributed real world applications, distributed framework has attracted the attention of many researchers. Most approaches proposed in the literature are based on the primal representation of a constraint network (CN), deal directly with binary problems, require nogood recording and require a high amount of connections. In this paper we describe a novel multi-constraint asynchronous search approach based on dual graph, although based on the principle of backtracking to ensure the completeness of search. We propose a new distributed method to set an ordering among the agents of the system in order to minimize the amount of connections. The approach is discussed in term of termination and completeness. An experimental comparative evaluation is also given.

1 Introduction :

Constraint satisfaction problem (CSP) formalism [Montanari, 1974] is widely used to formulate and to solve many combinatorial problems, such as planning, resource allocation, time tabling and scheduling. The great success of the CSP paradigm is due essentially to its natural expressiveness of real-world applications.

A CSP is triplet (X, D, C) composed of a finite set of n variables $X = \{X_1, \dots, X_n\}$, each of which is taking values in an associated finite domain $D = \{D_1, \dots, D_n\}$ and a set of e constraints between these variables $C = \{C_{ij}, \dots\}$; C_{ij} is a constraint between X_i and X_j . The constraints restrict the values the

variables can simultaneously take. Solving a CSP consists in finding one or all-complete assignments of values to variables satisfying all the constraints. This type of problem is known as NP-Complete for which the solving task is hard, i.e. when a blind search often leads to a combinatorial explosion.

Recently, with the advent of distributed computing, networking technologies and especially with the omnipresence of naturally distributed real world CSP applications, the interest increases toward distributed computing leading to several distributed approaches in distributed CSP (DisCSP). A DisCSP [Yokoo et al., 1990] is a CSP in which variables and constraints are distributed among a set of automated agents. Several applications in multi-agent systems (MAS) (e.g., distributed resource allocation problems [Conry et al., 1991], distributed scheduling problems [Sycara et al., 1991], and multi-agent truth maintenance tasks [Huhns and Bridgeland, 1991]) can be formalized as distributed CSPs.

Many significant efforts dealing with solving distributed constraint problems have been proposed in the literature. These works can be divided into two groups, complete and incomplete methods. The most dominant work is the complete variable-based distributed algorithm of Yokoo and colleagues, the Asynchronous Backtracking algorithm (ABT) [Yokoo et al., 1992]. This algorithm is a statically ordered asynchronous protocol in which the agents of higher level communicate their tentative value assignment to their lower level neighbor agents. In case of conflict, the concerned agent generates a nogood and sends it to its neighbor agent of higher level. Several extensions of the ABT algorithm were proposed, among which, the asynchronous weak commitment (AWC) [Yokoo, 1995]. This algorithm is based essentially on the min-conflict heuristic with dynamic reordering protocol in order to moderate the influence of bad decisions taken by a higher level agent. As mentioned in [Maestre and Bessiere, 2004], this algorithm is incomplete unless agents can store a potentially exponential number of nogoods. Another incomplete extension based on ABT approach was proposed by [Hamadi et al., 1998], the distributed backtracking algorithm (DIBT), which performs a graph-based backjumping behavior during failure phases without nogood storage.

Recently, Silaghi and colleagues proposed new constraint-based model algorithm, the asynchronous search aggregation (AAS) [Silaghi et al., 2000]. This work is considered as an ABT [Yokoo et al., 1992] for dual graph. The AAS technique consists in propagating aggregated tuples of Cartesian product of values rather than individual values themselves. The agents are assigned priority basically based on the lexicographic order. A link is set between each pair of agents if they share at least one variable. AAS works in exactly the same manner as ABT, except that messages refer to Cartesian products. If an agent find no combination in the Cartesian product $\{X_i = \{a_1, \dots, a_l\}\} \times \{X_j = \{b_1, \dots, b_k\}\}$ is compatible with its constraints, it generates a nogood for this combination and sends it to a higher order agent.

Most works are based on the primal representation [Dechter and Pearl, 1988] of a CN, where the nodes are the variables of the problem and the arcs are the constraints relating these variables. Nevertheless, the use of primal representation for non-binary problems requires the addition of several links and/or nodes to express the n-ary constraints. Although, these transformations, may lead to the loss of a part of the semantic of the underlying constraints [Regin, 94]. Only the work discussed in [Silaghi et al., 2000] is a constraint-based model. However, this approach requires a high amount of connections between agents, i.e., each pair of constraints sharing one variable should be connected. In addition, the search for a viable Cartesian product increases the number of constraint checks. Hence, the cost of the search for a consistent assignment grows with the amount of connections and with the required constraint checks.

Our main contribution is to propose a novel complete and generic multi-agent algorithm for any constraint network, i.e. n-ary constraints, to solve any CSP. The proposed approach is based in a part on a lazy version the DRAC [BenHassine and Ghedira, 2002] approach (*Distributed Reinforcement of Arc Consistency*), without adding any new links and without recording any

nogoods. The main idea of using a lazy version of DRAC is to save as many fruitless backtracking as possible and consequently to enhance the efficiency of the proposed approach. In addition, We describe a novel generic distributed method to compute a static constraint ordering, in which we save as many links as possible in order to decrease the number of exchanged messages. In addition, information about variables may belong to different agents while information about constraints belong only to the owner agent and kept confidential.

This paper is organized as follows. In section 2, we present the proposed dual based asynchronous solving approach. In section 3, we give the experimental results. Finally, section 4 concludes the paper.

2 Dual-graph based Asynchronous Solving Approach:

2.1 Multi-agent Architecture and Global dynamic:

The proposed multi-agent architecture is based on the dual representation of a CN. This model involves two kinds of agents: Constraint agents and an Interface agent. The later agent is added to the system in order to inform the user of the result. Each agent has simple structure formed by its acquaintances (the agents that it knows), a local memory composed of its static and dynamic knowledge, a *mailbox* where the agent stores the received messages and a local behavior. All the agents communicate by exchanging asynchronous point-to-point messages containing only relevant information. An agent can send a message to another one only if it belongs to its acquaintances. For transmission between agents, we assume that messages are received in the order they were sent. The messages delivering time is finite.

The main common global objective of all the agents is to solve any constraint problem. This dynamic is divided into two steps:

- First step, a “partial” enforcement of arc consistency [Mackworth, 1977], consists in pruning some non-viable values and propagating them to high level agents in order to decrease the amount of backtracking and hence to reduce the complexity of the solver. This step can be viewed as a *lazy* version of DRAC approach.

- Second step, the solving process, consists in solving the obtained problem via interactions and negotiations between all the agents of the system. Each agent searches the suitable tuple that, on the one hand, satisfies its associated constraints and, on the other hand, satisfies all the agents belonging to its parents and children.

2.2 Generic Parallel New Method for Static Constraint Ordering:

The complexity of the CN and the number of exchanged messages are highly dependent on the existing connections between the agents of the system. In this section we propose a new distributed method to define an optimal global order, i.e. optimal in term of connections, between the agents. In our system, each agent will compute locally its position in the ordering according to its variables. The first variable of an agent A_i , $Var^{A_i}[1]$, defines its level and will be used to determine both its set of higher level acquaintances, i.e., $Parents^{A_i}$, and its set of lower level acquaintances, i.e., $Children^{A_i}$. The agent A_i responsible of the constraint C_{ij} will be in the level i . The obtained graph should satisfy the following property in order to ensure the completeness of the solving approach.

Property 1. For each variable $X_i \in X$, for all the agents A_k such that $X_i \in Var^{A_i}$, there is *only one* continue path relating them.

Initially we assume that for each agent A_i the set of children is all the constraints with which the agent shares at least one variable (basic of the dual graph). Each agent C_{ij} will reduce the set of its $Children^{A_i}$ and this by using the following rules:

Rule 1. Remove all $A_l, Var^{A_l}=\{X_i, X_k\}$, from $Children^{A_i}$ ($Var^{A_i}=\{X_i, X_j\}$) such that $A_l \pi_{lo} A_i$, i.e., $A_l \pi_{lo} A_i$ if and only if $k < j$.

Rule 2. Remove all $A_h, Var^{A_h}=\{X_f, X_j\}$, from $Children^{A_i}$ ($Var^{A_i}=\{X_i, X_j\}$) such that $f > i+1$ and there is no $A_l \in Children^{A_i}$ with $Var^{A_l}=\{X_m, X_j\}$ and $m \in \{i, \dots, (f-1)\}$.

Once the set of the children is reduced each agent will inform each agent responsible of constraint belonging to its set of children that it is the father. Then each agent receiving the above message will add this agent to its set of parents, $Parents^{A_i}$.

It is noteworthy that for a full connected graph, using n variables, the total number of constraints is $n(n-1)/2$. For each constraint we will have $2(n-2)$ links then the total number of links for the dual graph is n^3 . In case of ordered dual graph, each constraint C_{ij} have $(2n-(i+j)-1)$ ordered links. The total number of ordered links is $n(n-1)/2*(2n-(i+j)-1)$. As for our ordering method, each constraint of level $i \in \{2, \dots, (n-1)\}$ will be connected to $2(n-i)$ other constraints in the next level, only the first level $i=1$ needs more $(n-2)$ ordered connections. Thus the remaining ordered connections for the proposed method is $n(n-2)$. We can easily see that our method save much more connections and consequently decrease the complexity of the exchanged messages in a real distributed computers architecture.

In addition, we assume to affect a leader for each variable, which will be responsible of this variable. Each agent A_i that has no parent for *at least* one of its variables, it will be the leader of this variable.

3 Experimental Comparative Evaluation:

We have developed the multi-agent dynamic with Actalk [Briot et al., 1997], an object oriented concurrent programming language using the Smalltalk-80 environment. In our experiment, we generated random constraint problems. The parameters used for a meeting problem are: n variables in the system, d size of the maximal domain, p the density of the problem, q the tightness of the constraints.

Our goal is to evaluate the performance of our approach especially on hard problems. For this purpose, we generated random problems near the peak of difficulty [Cheesman et al., 1991] with $n=15, d=5, p=30\%$ and q varied from 25% to 85%. For each $\langle p, q \rangle$ we generated 5 instances. Then we measured the average of the obtained results. These results are expressed in terms of three criterions: the number of constraint checks, the CPU time and the number of exchanged messages. It is noteworthy that these experiments are the first ones, we plan to conduct more exhaustive ones on more complicated and largest problems.

Table 1. Results in mean of constraints checks and CPU time.

	<0.3, 0.25>	<0.3, 0.35>	<0.3, 0.45>	<0.3, 0.55>
Const Checks	684.8	659.2	542	446
CPU Time	112.2	170.4	177.75	198.6
Nbr of Msg	112.4	305.2	322	363.4
	<0.3, 0.65>	<0.3, 0.75>	<0.3, 0.85>	
Const Checks	387	402.6	379.6	
CPU Time	194	241.4	260.6	
Nbr of Msg	326.6	398.6	438.6	

We used the same parameters as those given by most researchers in solving distributed complex problems. Table 1 shows that this approach required low amount of constraint checks and

consequently CPU time and exchanged messages (compared to the results presented in [Hamadi et al., 1998], [Silaghi et al. 2000]). This can be vindicated by the use of the knowledge collected during the lazy enforcement of arc consistency (the set of supports).

4 Conclusion:

We have presented in this paper a new distributed asynchronous approach to solve any constraints network (n-ary constraints). The proposed multi-agent model is based on dual graph representation of CSP where each agent maintains a constraint of the problem. These agents will cooperate concurrently and asynchronously without any central control. However, we proposed in addition a new distributed method to establish a total order among agents with the minimum amount of connections. The main reason is to make it use easy in real distributed environment and also to decrease the required exchanged messages.

There are two main ideas underlying this approach. First is to perform lazy enforcement of arc consistency, in order to avoid basing high order agents' decisions on arc-inconsistent values. Second is that in case of conflict, a backjumping is performed to the leader of the concerned shared variable and not to the nearest parent. The reason is to decrease the number of useless backtracking that can be done between the agent source of conflict and the first agent responsible of the concerned variable.

In addition, we do not perform either nogood recordings or new links addition in the new approach. This approach includes an enhanced detection mechanism.

In our future work, we plan to improve the approach by exploiting more the knowledge collected during the solving process, and to evaluate the approach in really distributed environment.

References

1. Briot, J.P. Actalk: A Framework for Object-Oriented Concurrent Programming - Design and Experience. In *Proceedings 2nd France-Japan Workshop (OBPDC-97)*, 23 pages, 1997.
2. BenHassine, A., Ghedira, K. How to Establish Arc-Consistency by Reactive Agents. In *Proceedings of the 15th ECAI-02*, pages 156-160, 2002.
3. Conry S.E., Kuwabara K., Lesser V.R., and Meyer R.A. Multistage Negotiation for Distributed Constraint Satisfaction. In *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 21(6):1462-1477, 1991.
4. Cheesman P., Kanefsky B., and Taylor W. Where the Really Hard Problems are. In *Proceedings of the 12th International Joint Conference on AI*, 1991.
5. Dechter R. and Pearl, J. Tree-Clustering Schemes for Constraint-Processing. In *AAAI*, 1988.
6. Huhns M.N., and Bridgeland D. M. Multiagent Truth Maintenance. In *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 21(6):1437-1445, 1991.
7. Hamadi Y., Bessiere C., and Quinqueton J. Backtracking in Distributed Constraint Networks. In *Proceedings ECAI*, pages , 1998.
8. Montanari, U. Networks of Constraints: Fundamental properties and applications to picture processing. *Information Sciences*, 7: 95-132, 1974.
9. Maestre A., and Bessiere C. Improving Asynchronous Backtracking for Dealing with Complex Local Problems. In *Proceedings of ECAI*, pages , 2004.
10. Regin, J. C. A Filtering Algorithm for Constraints of Difference in CSPs. In *Proceedings AAAI'94*, pages 362-367, 1994.
11. Silaghi, M.-C., Sam-Haroud D., and Faltings, B.V. Asynchronous Search with Aggregations. In *Proceedings of the 17th National Conference on Artificial Intelligence (AAAI-2000)*, pages 917-922, 2000.
12. Sycara K.P., Roth S., Sadeh N., and Fox M.S. Distributed Constrained Heuristic Search. In *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 21(6):1446-1461, 1991.
13. Yokoo M., Ishida T., and Kuwabara K., Distributed Constraint Satisfaction for DAI Problems. In *Proceedings of the 10th International Workshop on Distributed Artificial Intelligence*, 1990.
14. Yokoo M., Durfee E.H., Ishida T., and Kuwabara K. Distributed Constraint Satisfaction Formalizing Distributed Problem Solving. In *Proceedings of DCS*, 1992.
15. Yokoo M. Asynchronous Weak-commitment Search for Solving Distributed Constraint Satisfaction Problems. In *Proceedings of CP*, 1995.

Ceramic membranes to capture CO₂ from flue gas at high temperature

Clara Casado, Masashi Asaeda

Department of Chemical Engineering, Hiroshima University, 1-4-1 Kagamiyama, 739-8527
Higashi-Hiroshima

Tel. : 082-424-7719 - Fax. : 082-424-7191

E-mail : ingquim@hotmail.com

Résumé :

Près du 80% de l'énergie qu'on use dans le monde provient de la combustion des combustibles fossiles, qui n'arrête pas de monter selon les prévisions jusqu'à l'année 2020. Cette combustion rend du CO₂ à l'atmosphère, ce qui est considéré comme une des causes du chauffage global. Les technologies usées par les centrales thermiques sont développées continuellement pour arriver aux standards environnementales sur les émissions des gaz, en causant la réaction de l'efficacité thermique et en précisant des équipes additionnelles ou nouveaux composants. Le propos de mon stage de recherche au Japon est de développer des membranes sélectives pour la saturation de CO₂ à haute température, à partir des mélanges simulant les gaz résiduels provenant des centrales thermiques. Les membranes inorganiques offrent par contre un potentiel à ce sujet, mais elles ne se trouvent pas aujourd'hui qu'au niveau expérimentale au laboratoire. La méthode de préparation sera la méthode sol-gel colloïdale, utilisée avec succès par le Groupe du Prof. Asaeda, parce qu'elle permet d'obtenir des membranes microporeuses en profitant l'élevée perméabilité de la silice avec la stabilité requise pour l'application, apportée par d'autres matériaux.

Abstract :

The purpose of this research is the knowledge generation on the mechanism of the diffusion of CO₂ through thin supported inorganic membranes, as well as improving the stability, thus going ahead on the mass production and sustainability of membrane technology in industrial processes, where its advantages regarding maintenance cost, environmental regulation, and so on are not yet fully acknowledged.

Introduction :

About 80% of the energy used world-wide comes from fossil fuels, and this share is expected to increase until at least 2020 (Bredesen *et al.*, 2004). Combustion of fossil fuels leads to CO₂ into the atmosphere, which is believed to contribute to undesired global warming. Available conventional power generation technologies using fossil fuels are being continuously developed to meet environmental requirements regarding gases emissions (Aaron *et al.*, 2005), thus reducing thermal efficiency and requiring additional equipment and/or design of new components. Polymeric membranes for gas separation are commercially available, but these have so far not been an alternative for facilitated CO₂ capture in large-scale power production due to their insufficient flux and selectivity and a lack of high-temperature stability. Inorganic membranes thus seem one of the most promising technologies for high temperature separation of gas mixtures in power plants. However, much more work is needed to make them a reality. The initial interest attired by ceramic membranes has gradually decreased due to the high investment costs and the difficulty of mass production of thin supported membranes. At present, most focus is on the development of inorganic membranes for hydrogen separation and oxygen separation. High-temperature CO₂-selective membranes have been investigated over the last 10-15 years, but these are still in an early technological stage. Porous silica membranes prepared by sol-gel methods allow fine tuning of pore size and structure control, but silica is not very stable in water vapour, thus its doping with other materials is considered, starting from the experience in the field of the Laboratory of Membrane Technology at the University of Hiroshima. The purpose of my research in Japan will be focused on the latter application, looking for deepening the knowledge on membrane performance and those topics such as long-term stability and production technology, indispensable to make these membranes economically viable in the real world.

Materials & Methods:

First of all, an experimental apparatus is being assembled in order to test the CO₂ separation from mixtures containing other gases present in real flue gas mixtures, such as CH₄, N₂, and H₂, and in the presence in water vapour, as this component may affect the microstructure of the silica-based membrane at high temperature. Simultaneously, research is being done to find alternative materials (Ciora *et al.*, 2004; Kawamura *et al.*, 2005) that can be used to improve the stability of silica in the operating conditions in power stations.

References

Aaron D and Tsouris C (2005) Separation of CO₂ from flue gas: a review. *Separation Science and Technology*, 40: 321-348

Asaeda M and Yamasaki (2001) Separation of inorganic/organic gas mixtures by porous silica membranes. *Separation and Purification Technology*, 25: 151-159

Bredesen R, Jordal K, Bolland O (2004) High-temperature membranes in power generation with CO₂ capture. *Chemical Engineering and Processing*, 43: 1129-1158

Ciora RJ, Fayyaz B, Liu PKT, Suwanmethanond V, Mallada R, Sahimi M, Tsotsis TT (2004) Preparation and reactive applications of nanoporous silicon carbide membranes. *Chemical Engineering Science*, 59: 4957-4965

Kawamura H, Yamaguchi T, Nair BN, Nakagawa K, Nakao S-i (2005) Dual-Ion Conducting Lithium Zirconate-Based Membranes for High Temperature CO₂ Separation. *Journal of Chemical Engineering of Japan*, 38(5): 322-328

Remerciements

Je tiens à remercier le "Japan Society for the Promotion of Science" pour la concession de la bourse postdoctorale me permettant de venir en Japon ainsi que le budget nécessaire pour accomplir le but du projet de recherche proposé.

Pourquoi retourner sur la Lune ?

Hugues Chenet, Hitoshi Mizutani (1), Satoshi Tanaka
Institute of Space and Astronautical Science / Japan Aerospace Exploration Agency (ISAS/JAXA)
Yoshinodai 3-1-1, Sagami-hara-shi, Kanagawa-ken, 〒 229-8510
Tel. : +81(0)42-759-8200 - Fax. : +81(0)42-759-8516
E-mail : hugues@planeta.sci.isas.jaxa.jp

(1) Now at: Newton Press Inc., Nishi-Shinjuku 2-6-1, Shinjuku-ku, Tokyo, 163-0207 Japan

Résumé :

La connaissance de la Lune, de sa formation et de son évolution, doit beaucoup au programme Apollo, qui naquit dans l'élan de la course stratégique à l'espace, priorité nationale américaine de l'époque ; mais qu'on ne s'y trompe pas, le contenu scientifique du programme était lui aussi très ambitieux. En plus de l'éclat médiatique planétaire des premiers pas de N. Armstrong et W. Aldrin sur le sol lunaire, les expériences scientifiques menées lors des missions Apollo furent un réel succès qui permit de bouleverser la vision et la compréhension pre-Apollo de notre satellite. Cependant, le portrait dressé à l'issue des missions (structure interne et surface), ne constitue qu'une ébauche.

Trente ans après, seules deux missions américaines en orbite ont apporté dans les années 90 de l'eau au moulin de la science lunaire et complété le schéma du début des années 80. Mais la connaissance de la Lune et de son origine, même si radicalement différente de ce qu'elle était en 1968, est encore incomplète aujourd'hui. Dans les prochaines années, plusieurs missions indienne, japonaise, chinoise et américaine vont à nouveau explorer la surface lunaire depuis leur orbite, et devraient préciser la cartographie sélénographique, topographique et minéralogique, ainsi que déterminer avec précision le champ de gravité de la Lune, qui renseigne sur la structure interne. Mais pour aller plus loin en profondeur et enfin connaître la nature du centre de la Lune et de l'éventuelle différence entre les faces cachée et visible, il est indispensable d'installer à nouveau des capteurs à la surface même de la Lune. Parmi les types d'instruments requis, la communauté est unanime pour conduire de nouvelles expériences de sismologie et de flux de chaleur, en plus de carottages.

Abstract :

The current understanding of the Moon, its origin and evolution, is particularly thankful to the Apollo program, which was born as a result of the US national endeavor in the sixties space rush. But Apollo was not only strategic; the scientific ambition was actually very high. A step after N. Armstrong and E. Aldrin's first one on the Moon, the science experiments performed were a great success which revolutionized the pre-Apollo view of our satellite. Both surface and interior science were addressed, but both are now to be considered as schematic views, with numerous gaps.

Thirty years after, only two american remote-sensing missions in the nineties completed the view of the early eighties. But those were not enough to answer all the remaining questions, even if the knowledge we have of the Moon now is far different from that of 1968.

In the years to come, new missions from India, Japan, China, US will explore the lunar surface from orbit, in order to get more precise selenographic, topographic and mineralogical maps, as well as to determine an accurate lunar gravity field, which is relevant to the lunar interior. Nevertheless, the internal structure will remain very blurred and no constraint about the center of the Moon nor concerning the possible difference between the near and far hemisphere's interior will be informed by these missions. Therefor, it is compulsory to land once again on the Moon to install long term observatories containing geophysical packages similar to what was deployed by Apollo on a small scale. Among the possible instruments, the lunar science community is unanimously requesting new experiments of seismology and heat flow, including drilling.

Introduction :

<Introduction de la présentation. Le choix de la langue laissé au rédacteur>

1969, l'humanité fait son premier pas sur la Lune. La Terre contemple l'exploit technologique sur ses petits écrans palpitants. Après cette prouesse ultra-médiatisée, la science va vite prendre le pas sur la course stratégique à l'espace, et retrouver un quasi-anonymat qui lui est plus habituel. À leur terme en 1977, les missions Apollo auront permis à 6 équipages de procéder à de nombreuses expériences scientifiques depuis la Terre, l'orbite lunaire, et la surface même de notre satellite. Certaines n'ayant duré que pendant le court séjour des astronautes sur la Lune, d'autres fonctionnant encore à ce jour. Les premières analyses d'échantillons rapportés par Apollo 11 ont bouleversé instantanément la vision que l'on avait alors de la nature de la Lune et de sa probable origine. Puis chacune des missions suivantes, à partir des échantillons de roches lunaires ou des différentes expériences géophysiques, a peu à peu permis de lever le voile pour finalement arriver une décennie plus tard, au début des années 80, à dresser un ébauche cohérente de notre satellite [1].

Partie 1 : la science lunaire lacunaire

La structure interne de la Lune et son origine sont en effet intimement liés. Grâce aux missions Apollo et notamment à l'expérience de sismologie, nous disposons aujourd'hui d'une description schématique de la nature de l'intérieur de notre satellite [e.g. 2,3,4,5], et de sa probable genèse cataclysmique lors d'un mega-impact entre la proto-terre et une proto-planète de la taille de Mars [6]. Néanmoins, cette vue n'est que partielle. En plus d'être très "floue", elle n'est de surcroît qu'hémisphérique. En effet, aucune des missions Apollo n'a aluni sur la face cachée, et celle-ci n'a pas été échantillonnée, que ce soit par des prélèvements de roche ou par des signaux sismologiques. De la même manière, aucun des enregistrements sismiques disponibles n'a sondé les grandes profondeurs de la Lune et la présence éventuelle d'un noyau partiellement fluide n'est encore qu'une hypothèse, même si de nouvelles données indirectes (notamment par télémétrie laser [7,8]) permettent d'argumenter en ce sens.

Partie 2 : la surface sur le point d'être explorée ... de loin

Du côté des données de surface, les échantillons analysés suite aux missions Apollo et Luna (URSS), ont révolutionné les idées que l'on avait de la nature géochimique de la croûte lunaire. Toutefois, suite aux missions Clementine et Lunar Prospector, les sites d'échantillonnages se sont avérés correspondre à des points particuliers, se situant souvent aux limites de plusieurs unités géologiques distinctes. Ils ne représentent dès lors que des régions spécifiques, voire anormales, et ne permettent pas une vision d'ensemble. Ceci est essentiellement dû à la nature particulièrement "mélangée" et hétérogène de la surface lunaire, résultant d'intenses phases d'impacts météoritiques. Clementine et Lunar Prospector ont considérablement amélioré la couverture et la résolution des cartes de composition géochimique depuis les relevés Apollo, puisque les sub-satellites Apollo n'avaient qu'une couverture équatoriale. Les abondances des principaux éléments présents à la surface lunaire sont à présent bien contraintes, sur la quasi-totalité du satellite. Néanmoins les mesures de télédétection ne sont sensibles qu'aux premier(s) centimètre(s) de régolithe, et la structure même de celui-ci (nature, épaisseur) reste incertaine. Si les échantillons récoltés in situ permettent de recouper et de contraindre certaines observations effectuées depuis orbite, il existe cependant de nombreuses lacunes spatiales. Des zones et unités géologiques n'ont en effet jamais été échantillonnées, et comportent de multiples inconnues, notamment sur la face cachée et dans la région du bassin South Pole Aitken, le plus grand cratère d'impact du Système Solaire connu à ce jour. Ainsi, il apparaît nécessaire de retourner à la surface de la Lune afin d'y voir de plus près, et surtout de plus profond (carottage), pour s'affranchir du vaste mélange géochimique produit par plus de 4 milliards d'années d'impacts météoritiques. En plus du South Pole Aitken Basin, où pourrait affleurer des composants mantelliques, les zones polaires totalement inconnues, constituent

des cibles d'exploration très prisées puisque bénéficiant de conditions extrêmes d'illumination, elles pourraient abriter des quantités non négligeables d'eau à l'état de glace.

Les missions actuellement en vol, en développement et sur le point d'être lancées par les agences spatiales européenne (SMART-1), Japonaise (SELENE), Indienne (Chandrayaan-1), Chinoise (Chang-E) et américaine (Lunar Reconnaissance Orbiter, Moonrise) montre un réel regain d'intérêt pour la science lunaire et ses enjeux. Toutes ces missions auront pour but d'accomplir une cartographie détaillée de la Lune et de sa composition chimique de surface. À l'issue de la prochaine phase d'exploration lunaire, le retard accumulé par rapport aux récentes avancées faites sur Mars, devrait être largement comblé. Néanmoins, la plupart des instruments dédiés à ces missions sont focalisés sur la surface, ou la sub-surface (<1km), mais ne permettront aucunement de dévoiler les secrets des profondeurs. Pour cela il n'existe qu'une solution : alunir et poser des instruments géophysiques.

Partie 3 : la structure interne de la Lune, une ébauche à compléter

En effet, on constate qu'aucune étude visant à modéliser la structure interne de la Lune [cf. 9] n'arrive à dresser une description du manteau lunaire suffisamment précise pour qu'elle soit interprétable sans ambiguïté en terme de minéralogie ou de profil de température. Les différents modèles ne sont que rarement concordants, de même, la croûte lunaire peine à faire l'unanimité en ce qui concerne son épaisseur et sa structure puisque les travaux les plus récents [4,5] proposent des estimations jusqu'à deux fois inférieures à celles de l'ère Apollo [10] (30 km au lieu de 60 km). Pour ce qui est de l'intérieur profond, la situation est encore plus incertaine puisque aucune des données sismologiques Apollo n'échantillonne les zones centrales et que seules des données indirectes contraignent aujourd'hui les hypothèses de l'existence d'un petit noyau métallique partiellement fondu.

L'essentiel des questions portant sur la structure interne de la Lune pourrait être résolu à l'aide d'un nouveau réseau de stations géophysiques disposées à la surface, comportant notamment des capteurs sismologiques. Les missions Apollo avaient déjà installé dès 1969 un réseau de 4 stations sismologiques, qui ont fonctionné jusqu'en 1977 sur la face visible. Cette expérience avait radicalement changé la perception qu'on avait de l'intérieur de notre satellite, en décrivant notamment une planète peu active sans être toutefois "morte", la présence de séismes naturels déclenchés par les forces de marée, la différenciation en une croûte et un manteau, témoin d'une évolution complexe suivant une genèse tumultueuse. Aussi réussie qu'elle soit, cette expérience en répondant à certaines questions en a levé de nouvelles, jusqu'ici sans réponse. La première lacune du réseau Apollo est de ne couvrir qu'un triangle de 1000 km de côtés, centré sur la face visible de la Lune. L'étape suivante sera ainsi de disposer de dix stations réparties sur toute la surface de la Lune, hémisphère caché et pôles compris, équipées des instruments les plus récents développés pour les conditions lunaires. De cette manière, des signaux sismiques de plus faible intensité pourront être enregistrés, et grâce au plus grand nombre de stations, il sera possible de les localiser. Ainsi, l'identification ou l'absence de signal sismique enregistré depuis la face cachée confirmera ou non l'hypothèse d'une profonde asymétrie dans la structure et l'activité interne de la Lune. Les stations de la face cachée permettront également de contraindre la taille et la nature de l'hypothétique noyau lunaire. Enfin, à chacune des stations l'épaisseur de la croûte pourra être déterminée, ce qui renseignera sur les variations latérales d'activité interne en plus de l'histoire météoritique, et pourra apporter de nouvelles contraintes sur la structure du manteau superficiel grâce au couplage avec les données de gravimétrie (satellites). Afin de palier la faible activité sismique lunaire (autant interne qu'externe [météorites]), il est nécessaire de faire fonctionner le réseau sismologique pendant suffisamment longtemps. Les événements les plus énergiques (les plus utiles aux sismologues) étant les plus rares, deux ou trois années en continu minimum seront indispensables.

En plus des sismomètres, d'autres instruments géophysiques sont recommandés. Tout d'abord des sondes thermiques, permettant de caractériser le flux de chaleur de la planète en divers endroits, illustrant le régime thermique et l'activité de la Lune à l'heure actuelle, fortement contraints par les conditions dans lesquelles elle a trouvé naissance. Couplés à ces mesures thermiques, des carottages dans la croûte superficielle pourraient s'avérer cruciaux pour décrire le régolithe et ses variations latérales.

Conclusion

Les missions Apollo ont permis de comprendre les grandes lignes de la formation et de l'évolution de la Lune. Aujourd'hui, une page se tourne et nous allons vivre dans la décennie qui vient un retour sur la Lune. Dans un premier temps, celui-ci sera orbital et permettra de décrire avec précision la surface lunaire. Ces missions sont déjà en développement, voire en vol actuellement. La seconde étape devra se focaliser sur la structure interne, encore très mal connue, et pour cela il est indispensable de retourner à la surface et d'y déposer de nouveaux instruments. Ces expériences, sismologie, flux de chaleur, carottage, devront être conduites extensivement, et réparties au maximum de la surface lunaire. Un enjeu évident étant de couvrir la face cachée, jamais sondée/échantillonnée jusqu'alors. Après ce nouvel élan robotique, l'exploration lunaire se poursuivra inévitablement par un retour de l'Homme sur la Lune, évoqué de plus en plus concrètement par les différentes agences spatiales.

Références

- [1] Heiken, G. et al., Lunar Sourcebook : A User's Guide to the Moon, 1991.
- [2] Nakamura, Y., Seismic Velocity Structure of the Lunar Mantle, J. Geophys. Res., 1983.
- [3] Khan, A. and K. Mosegaard, An inquiry into the lunar interior: A nonlinear inversion of the Apollo lunar seismic data, J. Geophys. Res., 2002.
- [4] Lognonné, P. et al., A new seismic model of the Moon: implications for structure, thermal evolution and formation of the Moon, Earth Planet. Sci. Lett., 2003.
- [5] Chenet, H. et al., Lateral variations of lunar crustal thickness from the Apollo seismic dataset, *submitted to* Earth Planet. Sci. Lett., 2005.
- [6] Canup, R., Simulations of a late lunar-forming impact, Icarus, 2004.
- [7] Williams, J. G. et al, Lunar rotational dissipation in solid body and molten core, J. Geophys. Res., 2001.
- [8] Khan et al., Does the Moon possess a molten core? Probing the deep lunar interior using results from LLR and Lunar Prospector, J. Geophys. Res., 2004.
- [9] Chenet, H., La structure interne de la Lune, Thèse de doctorat, Université Paris 7 - Denis Diderot, 2003.
- [10] Toksöz, N. et al., Structure of the Moon, Rev. Geophys. Space Phys., 1974.

Environnement pour la préparation de cours d'Histoire

Dominique Deuff, Asanobu Kitamoto, Masahiro Nagai
National Institute of Informatics
Chiyoda-ku, Hitotsubashi 2-1-2, Tokyo 101-8430
Tel. : 03 4212 2671 - Fax. : 03 3556 1916
E-mail : deuff@nii.ac.jp

Résumé :

Des études récentes montrent que malgré le nombre de plus en plus nombreux d'ordinateurs dans les écoles, un bon usage de ces outils n'est pas garanti. D'autre part, de façon à suivre les programmes d'enseignements, les enseignants remettent leurs cours à jour régulièrement, ce qui a un coût non négligeable en temps aussi bien pour la création des cours que pour la recherche de documents. Pour remédier à cela, nous pensons nécessaire de proposer aux enseignants des outils spécialisés adaptés à leurs besoins. Ce projet vise la phase didactique du travail de l'enseignant en Histoire par la réalisation d'un environnement informatique pour la préparation de cours. Pour déterminer les besoins et les principales actions de l'enseignant dans cette phase, nous avons réalisé des entretiens auprès d'enseignants japonais du secondaire. Nous avons ainsi pu obtenir des renseignements concernant la façon dont les enseignants japonais préparent une leçon et rédigent la fiche de notes correspondante. À partir de ces résultats, nous avons conçu un environnement basé sur trois outils spécifiques : un outil pour la création de fiches de références (documents réutilisables), un outil pour la création de fiches de notes (documents propres à chaque enseignant) et un outil pour la production de matériel éducatif pour un usage en classe. Les travaux en cours concernent la représentation du contenu et la représentation visuelle des fiches de notes.

Abstract :

Although computers are better integrated into classroom, latest studies show that the presence of computers at school does not guarantee that they are well used. Moreover, to follow teaching curricula, teachers regularly rebuild their lessons that is time-consuming regarding courses creation and documents selection. To solve this issue, we think that it is a necessity to propose teachers specified tools adapted to their needs. This project concerns History teachers didactical work time and aims to set up an environment to prepare lessons. To understand teachers' needs and how teachers work, we realised interviews with Japanese high schools teachers. By this way we gained information regarding the way Japanese teachers prepare lessons and write the corresponding card-index notes. From interviews results, we conceptualised an environment composed of three specific tools: a tool to create card-index references (reusable documents), a tool to create card-index notes (teachers own documents) and a tool to produce educational material for using into classroom. Current works concern card-index notes content representation and visual representation.

Introduction

Dans le cadre du domaine des EIAH (Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain), domaine pluridisciplinaire dont la plupart des travaux sont effectués sur la thématique de l'apprentissage des connaissances, nous avons entrepris de mener un projet, au croisement de l'informatique et des sciences de l'éducation, concernant les outils numériques pour l'enseignant.

En effet, en 2004, une étude proposée par [EURYDICE 04] notait que « la présence d'ordinateurs au sein de l'école ne garantit pas leur usage. ». Ceci est appuyé par un rapport récent de l'OCDE sur les TIC (Technologie de l'information et des communications) précisant que « *maintenant que la population en général a largement accès aux TIC, le fossé numérique se situe sur le plan de l'utilisation* » [OCDE 04]. Pour améliorer l'usage de l'ordinateur en tant qu'outil pédagogique dans

les classes, le CRIE indique que l'enseignant a un rôle important à jouer [CRIE 01].

La question est donc de savoir comment améliorer l'usage de l'ordinateur par les enseignants afin que l'utilisation en classe soit réelle et appropriée.

Nous pensons que cette question doit se résoudre en deux temps et progressivement : premier temps, l'enseignant s'approprie seul des outils informatiques spécifiques pour son travail, et second temps, il les exploite en classe avec les élèves. Notre projet vise à proposer un environnement pour l'enseignant du secondaire en Histoire dans sa phase didactique de travail (préparation de cours) sans modifier sa façon d'enseigner en classe.

L'environnement que nous proposons doit permettre à l'enseignant de réaliser son travail, tel qu'il le fait actuellement. En effet, toute nouvelle acquisition de connaissances ne peut se faire que s'il est possible à l'apprenant de raccrocher le nouveau concept à ses connaissances préalablement structurées en mémoire. Dans notre contexte, les enseignants sont les apprenants par rapport aux environnements informatiques, c'est pourquoi nous considérons important qu'ils puissent utiliser un tel environnement (nouvelle connaissance) en se basant sur leur façon actuelle de travailler (connaissances actuelles). Par conséquent, nous voulons rester proche du travail actuel de l'enseignant, en lui conservant son rôle et sa liberté d'action dans les tâches proprement didactiques. Notre but n'est donc pas de proposer un système automatisé, mais de proposer un environnement qui soit le miroir numérique des outils actuellement utilisés par les enseignants pour préparer ses leçons. Mais plus qu'une image, le passage d'un environnement « papier » à un environnement numérique offrira entre autres à l'enseignant la possibilité de préparer des cours, d'archiver ses cours, de réutiliser des documents, d'accéder à un vivier de ressources et d'échanger entre enseignants, documents, ressources ou informations. Ces caractéristiques permettront, de plus, à l'enseignant de gagner du temps lors du renouvellement de ses fiches qu'il fait régulièrement.

Ainsi ce projet, à cheval entre informatique et sciences de l'éducation, qui se base sur le travail actuel des enseignants, nous a amené à réaliser des entretiens dans le but de connaître la façon dont les enseignants japonais préparent leurs cours. La section suivante présente une synthèse de ces entretiens, dont les résultats ont permis la conception d'un environnement numérique pour l'enseignant dans sa phase didactique de travail. Cet environnement, décrit dans la section « *environnement de préparation d'un cours* », est composé de trois outils, chacun posant des questions d'ordre technique différent. Par conséquent, nous avons décidé de nous pencher dans premier lieu sur l'outil principal visant « l'écriture » d'une *fiche numérique de notes*. Ainsi la dernière section introduit les travaux en cours concernant la description du contenu des *fiches de notes* et leur représentation visuelle.

Analyse des entretiens d'enseignants en Histoire

Cette partie présente la synthèse des entretiens individuels réalisés auprès de quatre enseignants du lycée rattaché au département éducation de l'université de Tokyo, trois sont des enseignants en histoire et le dernier est enseignant en informatique [DEUFF & YAMAMOTO 05]. Les entretiens ont tous été réalisés à l'aide d'une interprète franco-japonaise et ont duré plus d'une heure et demie. Comme nous désirons mettre en place un environnement pour la préparation des cours, les résultats que nous présentons concernent essentiellement cet aspect.

Le premier point à retenir concerne la **variété de médias** utilisée par les enseignants en classe : texte, image, vidéo et objet. Le texte est utilisé pour présenter le plan du cours, des points essentiels et les références. Les images sont de type varié : photos, mangas, brochures de cinéma, photos personnelles, et visent à donner une atmosphère ou à illustrer les propos. Nous retenons particulièrement que l'usage de la carte géographique est primordial et doit être pertinemment représenté dans l'outil.

Le deuxième point concerne la **préparation des cours**. Pour cela, l'enseignant écrit sur une fiche : le plan du cours à partir du thème qu'il s'est fixé, les événements et personnages historiques essentiels dont il veut discuter en classe, y introduit des documents sélectionnés, des cartes

géographiques, les résumés et références d'ouvrages, de musée, etc. Cette *fiche de notes* est personnelle à l'enseignant qui en a déterminé lui-même le format. Nous avons modélisé par la Figure 1 les trois actions principales que réalise l'enseignant pour créer une *fiche de notes*. Cet environnement conserve à l'enseignant son rôle de choix des éléments à présenter en cours.

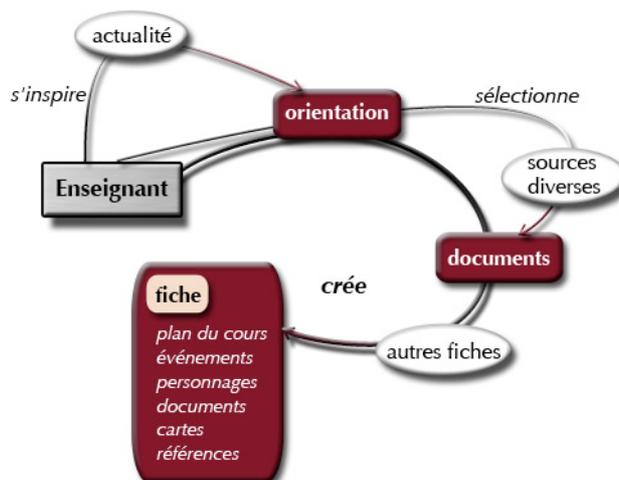


Figure 1: Les actions principales de l'enseignant pour la création d'une fiche de notes

- o La première action vise à **déterminer l'orientation** du cours en s'inspirant entre autres de l'actualité. À ce niveau, il serait pertinent de proposer à l'enseignant les titres récents des journaux relatifs à une région donnée dans l'actualité mondiale. De plus, l'accès aux *fiches de notes* d'autres enseignants peut aussi lui apporter une aide dans sa recherche d'une orientation pour sa leçon.
- o La deuxième action concerne la **sélection de documents** en fonction de l'orientation et du sujet du cours. L'enseignant, à ce niveau, doit avoir accès aux ressources multimédias (qu'elles lui soient personnelles ou provenant de bases de données partagées) et à un moyen de recherche de ces ressources.
- o La dernière action concerne la **création de la fiche de notes** à partir de l'orientation choisie et des ressources sélectionnées.

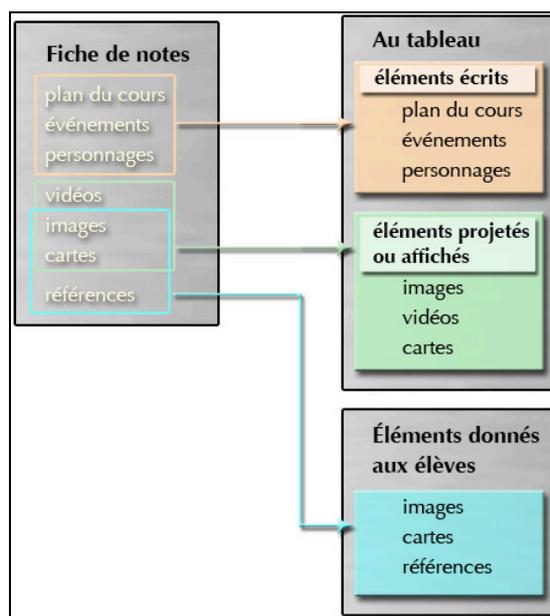


Figure 2: Les différents éléments d'une fiche de notes et leur exploitation en classe.

Le troisième point issu de l'analyse des entretiens concerne la façon dont les éléments de la *fiche de*

notes apparaissent en classe (Figure 2). Le plan du cours, les événements et personnages historiques importants sont écrits au tableau. Au tableau sont aussi projetées ou affichées : les images agrandies, les vidéos et les cartes géographiques. Aux élèves sont fournis : documents sur papier, références, et parfois fond de cartes et plan du cours.

Ceci conclut la synthèse des entretiens. Les données recueillies et l'analyse qui en a résulté ont servi à conceptualiser un environnement que nous présentons dans la section qui suit.

L'environnement de préparations de cours

Comme décrit dans la section précédente, lors d'une préparation de cours, l'enseignant écrit une *fiche de notes* pour tracer et résumer les grandes lignes de la leçon. Notre projet vise à proposer à l'enseignant d'accomplir le même travail, mais dans un environnement numérique. Cet environnement qui découle de l'analyse des entretiens effectués auprès des enseignants en Histoire, comporte trois outils (Figure 3). Chaque outil a un objectif précis et sera employé à des moments différents du travail de préparation de cours :

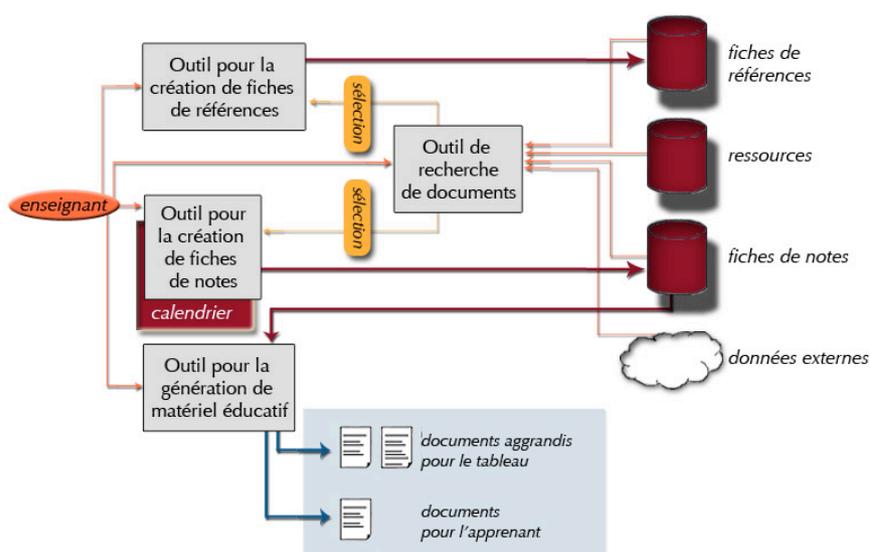


Figure 3: L'environnement de préparation de cours comporte trois outils principaux et un outil de recherche de documents et ressources

- o **Un outil pour créer des fiches de notes** : Nous avons vu que l'enseignant n'écrit pas tout son cours, mais possède une *fiche de notes* qui lui est personnelle pour chaque leçon, contenant le plan du cours, les informations historiques principales, les références et documents dont il dispose et veut présenter en classe. Cette *fiche de notes* est ainsi par définition multimédia. L'écriture d'une *fiche de notes* est liée à un cours. Par conséquent, il est judicieux que cet outil dispose d'un calendrier permettant à l'enseignant de noter les cours à enseigner pour qu'il puisse organiser l'écriture des *fiches de notes* correspondantes. Comme modélisée par la Figure 1, l'écriture d'une *fiche de note* est composée de trois actions principales : détermination de l'orientation du cours, sélection des documents et écriture de la *fiche de notes*. Ces trois phases de la création d'une *fiche de note* sont le cœur de cet outil. Pour la sélection et la réutilisation des ressources, l'enseignant a accès à une variété de bases de données dont, entre autre, les *fiches* d'autres enseignants.
- o **Un outil pour générer du matériel éducatif pour la classe** : Bien que, pour ce travail, nous n'intervenons pas au niveau des classes mais bien dans la phase didactique du travail de l'enseignant, l'environnement de travail de l'enseignant doit lui permettre de disposer de posters pour le tableau et des documents-papiers pour les apprenants (souhaits formulés par les enseignants), pour les utiliser en classe comme il en a l'habitude (revoir Figure 2). Ainsi, cet outil, à partir de la *fiche de notes*, vise la génération automatique de matériels éducatifs

(dans un premier temps, matériels « papier ») pour une utilisation en classe. Par la suite cet outil pourra proposer des modules permettant la création de matériels éducatifs numériques pour une utilisation en classe et hors classe (accès aux résumés de cours par l'apprenant, etc.).

- o **Un outil pour créer des fiches de références :** Afin de permettre l'échange d'informations entre enseignants (la *fiche de notes* leur étant un document totalement personnel) nous proposons de créer, ce que nous nommons, pour ces travaux, des *fiches de références*. Ces *fiches de références* fournissent des informations et résumés de tous documents génériques pertinents sur lesquels les enseignants se basent pour travailler (ouvrages, visite de musées, documentaires télévisés, vidéos, films, etc.). L'outil offrira de créer ces *fiches* à tout moment de l'année, sans contraintes liées à un cours spécifique, puisqu'elles en sont indépendantes.

Travail en cours

L'environnement précédemment décrit dans la première phase de ces travaux est vaste et est construit autour de l'outil principal, « outil pour la création de fiches de notes ». Nous avons donc entrepris de poursuivre ce projet en focalisant l'étude sur les *fiches de notes*, centre de cet outil.

Deux axes sont en cours d'élaboration, l'un concerne la description du contenu des *fiches de notes*, l'autre vise l'édition de leur représentation visuelle. Ces études sont basées sur une seconde série d'entretiens effectués auprès de 6 enseignants dans le but spécifique de récolter des données plus précises sur les *fiches de notes*.

Description des fiches

Les *fiches de notes* et *fiches de références* sont des documents partagés entre enseignants. Les *fiches de références* contiennent des informations relatives à ce qu'un enseignant a vu ou lu. Les *fiches de notes* procurent les éléments essentiels liés à une leçon spécifique. Afin de faciliter la recherche et la réutilisation de ces documents, il est essentiel de les avoir préalablement structurés et annotés. De plus, pour permettre le partage à travers une communauté, nous souhaitons appliquer à ce travail des méta-données et descripteurs qui suivent des normes de recommandations.

C'est pourquoi les *fiches de références* qui sont par définition des éléments de mutualisation, sont basées sur les recommandations du Dublin Core¹ et de LOM² (Learning Object Metadata), pour augmenter les chances de partage de documents entre différents systèmes.

La *fiche de notes* contient différents types d'éléments (plan du cours, les événements et personnages, documents illustratifs, cartes géographiques, résumés et références d'ouvrages, de musée, etc), et tous doivent être pertinemment décrits et annotés. Nous envisageons donc, entre autres, la sélection de descripteurs provenant des recommandations suivantes : LOM pour les informations éducatives, Vicodi³ pour les données spécifiques à l'histoire (Histoire), GDA⁴ (Global Documents Annotation) pour représenter la structure du cours.

Les méta-données et descripteurs vont servir à annoter la structure sémantique de nos *fiches de notes* et *fiches de références*. Mais nous nous intéressons aussi à l'aspect visuel de ces fiches et le moyen de les rendre personnelles à l'enseignant.

Représentation visuelle des fiches

Les *fiches de notes* sont personnelles à l'enseignant qui en a défini la forme et les éléments à y introduire. Afin d'introduire la notion d'identité dans le format des *fiches de notes*, nous aimerions que chaque enseignant dispose d'un modèle de visualisation des données dont il aura lui-même décrit les caractéristiques via une interface appropriée. L'utilisation de XML et la séparation entre

¹ <http://dublincore.org/>

² <http://ltsc.ieee.org/wg12/>

³ <http://www.vicodi.org/about.htm>

⁴ <http://i-content.org/GDA/>

les données et leur représentation permet d'envisager positivement que chaque enseignant puisse voir un même ensemble de données sous une forme différente. Mais ces modèles étant décrits par les enseignants, il n'est pas possible de les produire préalablement. Il est donc nécessaire que notre environnement dispose d'un modèle de description de ces modèles, c'est-à-dire un méta-modèle.

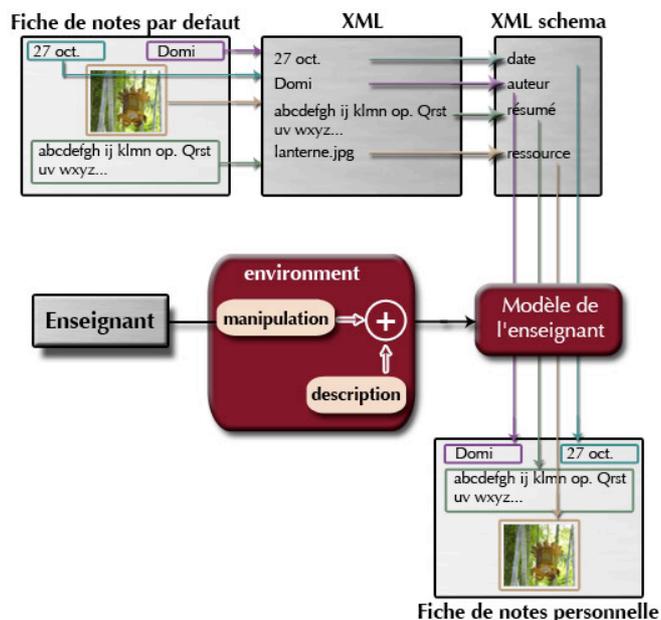


Figure 4 : L'enseignant, via une manipulation graphique, instancie son modèle de fiches en se basant sur une description des modèles (méta-modèle)

La Figure 4 représente le passage d'une fiche de notes décrite dans le modèle visuel par défaut, vers la même *fiche de notes* représentée dans le modèle visuel personnel de l'enseignant. Ce modèle est défini et généré par l'enseignant grâce à la manipulation graphique des éléments constitutifs du méta-modèle visuel. De cette façon, l'enseignant informe l'environnement de la façon dont il veut visualiser ses *fiches de notes*. Dans ce procédé, les données de la *fiche de notes* décrites dans le fichier XML restent inchangées et n'interviennent pas dans le processus de représentation visuelle. La description de ce procédé serait valable pour les *fiches de références*, mais aussi pour la génération du matériel éducatif qui lui aussi est propre à chaque enseignant.

Références

- [CRIE 01] Centre pour la Recherche et l'Innovation dans l'Enseignement, Les nouvelles technologies à l'école : apprendre à changer, OCDE, pages 126, paris, 2001.
- [DEUFF & YAMAMOTO 05] Deuff D., Yamamoto T., Lesson Preparation Environment Setup based on Interviews with Teachers of History. Proceedings of SITE 2005, pages 3805-3812, 2005.
- [Eurydice 04] Eurydice, Chiffres clés des technologies de l'information et de la communication à l'école en Europe. Eurydice, pages 84, 2004.
- [OCDE 04] Organisation de coopération et développement économiques, Perspectives des technologies de l'information de l'OCDE, OCDE, paris, 2004.

Remerciements

Nous tenons à remercier la JSPS (Japan Society for the Promotion of Science) qui, par le financement d'un post-doctorat long terme, a permis la réalisation de ce travail. Nous remercions également les enseignants en histoire Messieurs Kusakawa, Nozaki, Hirano, Yoshimizu et Sasaki, ainsi que Monsieur Watanabe pour avoir aimablement accepté de répondre à nos questions et ont de ce fait grandement contribué à ce travail.

Etude a l'échelle nanométrique de molécules uniques sur une surface : propriétés physico-chimiques de nanotubes de carbone modifiés

Sylvain Clair, Yousoo Kim, Maki Kawai

RIKEN (The Institute of Physical and Chemical Research), 2-1 Hirosawa, Wako, Saitama 351-0198

Tel. : 048-467-9174 - Fax. : 048-462-4663

E-mail : sclair@riken.jp

Résumé :

Les nanotubes de carbone mono-paroi consistent en une feuille de graphène roulée sur elle-même, et possèdent des propriétés uniques pour des applications extrêmement prometteuses pour des composants électroniques, mécaniques ou chimiques. En fonction de leur diamètre et chiralité, les nanotubes peuvent représenter des fils unidimensionnels de type métallique ou semi-conducteur. Ainsi, un grand nombre de dispositifs électroniques ont pu être réalisés expérimentalement, comme des transistors mono-électroniques ou à effet de champ. De tels systèmes peuvent aussi servir comme bases pour d'autres applications telles que des capteurs chimiques ou des dispositifs électromécaniques. Les défauts structuraux de la maille de carbone, tels que dislocations, lacunes, fonctionnalisation chimique ou molécules adsorbées, peuvent modifier substantiellement les propriétés électroniques des nanotubes de carbone. Une compréhension poussée des liens entre ces modifications et leurs effets sur les propriétés des nanotubes permettra de contrôler effectivement ces dernières.

Le microscope à effet tunnel (en anglais STM) est l'un des instruments les plus performants pour étudier la structure à l'échelle atomique ainsi que les propriétés électroniques de systèmes constitués de molécules uniques sur des surfaces. Il permet de plus d'agir directement sur des processus chimiques élémentaires, soit par action mécanique avec la pointe (manipulation), soit par l'effet du champ électrique créé dans la jonction et l'énergie libérée par les électrons tunnels.

Nous présentons un nouveau projet de recherche par microscopie à effet tunnel utilisant des nanotubes de carbone comme substrat et/ou réactant pour des réactions avec des molécules organiques.

Abstract :

Single-walled carbon nanotubes (SWCNT), which consist in graphene sheets rolled-up into cylinders, have proven to possess unique properties for promising applications in electronic, mechanical and chemical devices. Depending on their diameter and chirality, SWCNT can be either one-dimensional metals or semiconductors, and a variety of electronic devices based on SWCNT, such as single-electron and field-effect transistors, have been realized experimentally. These systems can serve as well as a basis for other related applications such as chemical sensors and electromechanical devices. Structural defects in the carbon lattice of SWCNT, such as topological defects, vacancies, chemical functionalization, and molecule adsorption can substantially modify the electronic properties of SCWNT. A good control and understanding of such modifications is required for allowing a fine tuning of their properties.

Scanning tunneling microscopy (STM) is one of the most efficient tools for determining the atomic-scale structure and investigating electronic properties of individual molecules at surfaces. It allows furthermore to directly act on individual chemical processes, either by mechanical action with the tip (manipulation), or through the electric field in the junction and the energy delivered by the tunneling electrons.

We present a new project of single-molecule chemistry by Scanning Tunneling Microscopy utilizing carbon nanotubes as a substrate and/or reactant for chemical reaction with organic molecules.

Introduction :

Nanoscale studies on molecules at well-defined surfaces have proven to be particularly promising, for the fundamental interest of understanding chemistry at the single-molecule level as well as with regard to the extensive versatility of such systems, whose functionality, structure and properties can be extensively tuned. Scanning tunneling microscopy (STM) is one of the most efficient tools for determining the atomic-scale structure and investigating electronic properties of individual molecules at surfaces.¹ It allows furthermore to directly act on individual chemical processes, either by mechanical action with the tip (manipulation), or through the electric field in the junction and the energy delivered by the tunneling electrons. It has been demonstrated that the latter can induce electronic and/or vibrational excitations of the adsorbates that cause various surface phenomena. STM studies can reveal the pathway to how the energy stored with such excitation is transferred to the chemical reaction of the molecules. In addition, they shed light on the electronic and/or vibrational structure itself, giving supplemental information to the spectroscopic data. Locally resolved inelastic tunneling spectroscopy (IETS) in a STM is a candidate for the ultimate chemical analysis.

We present a new project of single-molecule chemistry utilizing carbon nanotubes as a substrate and/or reactant for chemical reaction with organic molecules.

Single-walled carbon nanotubes (SWCNTs), which consist in graphene sheets rolled-up into cylinders, have been discovered by Iijima in 1991. Since then, legions of studies have revealed their unique properties and their promising applications in electronic, mechanical and chemical devices. Depending on their diameter and chirality, SWCNTs can be either one-dimensional metals or semiconductors, and a variety of electronic devices based on SWCNTs, such as single-electron transistors and field-effect transistors, have been realized experimentally.² These systems can serve as well as a basis for other related applications such as chemical sensors and electromechanical devices. Most of experimental and theoretical investigations have focused on defect-free SWCNTs with perfect honeycomb carbon arrangements. Recent studies have shown, however, that structural defects in the underlying carbon lattice, such as topological defects, vacancies, chemical modifications, and molecule adsorption can substantially modify the electronic properties of SWCNTs.³ For example, functionalization of nanotube walls by atomic hydrogen can be very useful for transistor and memory application, where a semi-conducting character is required. The hydrogenated SWCNT has been predicted to reveal the band gap opening due to a local rehybridization from sp^2 to sp^3 of the carbon network. It has been reported that hydrogen functionalization of SWCNTs can transform the electronic structure systematically from metallic to semi-conducting and from narrow-gap semi-conducting to large-gap semi-conducting. By dedicating the powerful atomic-scale capabilities of STM to such novel materials we intend to attain new insights for tuning the functionality of SWCNTs by modifying their surface with molecular species, and therefore be able to create systems with tailored structure and properties.

In conclusion, we are using low-temperature scanning tunneling microscopy (LT-STM) to perform fine measurements on molecular systems at surfaces. The well-established atomic scale imaging capabilities of this technique will be enlarged by the recent developments which demonstrate very high sensitivity to the electronic and magnetic states at the local scale. The investigations planned should deliver a deeper understanding of the basic properties of matter at the nanometer scale, and open new opportunities for the development of novel functional materials.

References

- ¹ Ho, J. Chem Phys. **117**, 11033 (2002) ; Hla and Rieder, Annu. Rev. Phys. Chem. **54**, 307 (2003) ; Komeda *et al.*, Science **295**, 2055 (2002) ; Kim *et al.*, PRL **89**, 126104 (2002).
² Postma *et al.*, Science **293**, 76 (2001) ; Bockrath *et al.*, Science **291**, 283 (2001).
³ Ruffieux *et al.*, PRB **66**, 245416 (2002) ; Chiarello *et al.*, PRB **69**, 153409 (2004).

Remerciements

Ce travail est réalisé dans le cadre d'une bourse post-doctorale JSPS (Japan Society for the Promotion of Science).

Les pôles technologiques français, gouvernance scientifique, technique et économique. Les points de comparaison avec le système japonais.

Le gouvernement français a lancé un appel à propositions pour susciter dans les régions la présentation de pôles de compétitivité. Cet appel à projet a été très suivi puisque 105 dossiers ont été présentés, 55 pôles ont été retenus, dont 15 à vocation mondiale. Cette sélection étant récente (moins d'un mois), on présentera successivement: l'historique de la création des pôles, la manière dont ils ont été créés, la cartographie des pôles, l'organisation nationale et régionale, les financements, la mise en place d'un gouvernance globale. Cet historique amène à se poser des questions de base qui doivent faire l'objet de comparaison avec l'existant, entre autre avec le système japonais. Les pôles sont susceptibles d'influer de manière significative sur la réforme du système de recherche et d'innovation français.

French clusters, scientific, technical and economic governance. Comparison with the Japanese system.

The French government has launched a call for proposals for the establishment of regional clusters. Among 105 proposals presented, 55 clusters were selected, including 15 aiming at world recognition. The presentation will focus upon the history of the creation of the clusters, the rationale leading to their establishment, the cartography of the clusters, the national and regional administration, the financing, the installation of a global governance. This overview will provide an opportunity to ask basic questions which must be subject of comparison with similar initiatives worldwide, particularly in Japan. Clusters may lead to positive changes in the research system.

La planification de tâches et de mouvements pour un robot humanoïde dans une cuisine.

Fabien Gravot, Masayuki Inaba
Université de Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo
Tel. : 03 5841 7415 - Fax. : 03 5689 7279
E-mail : fabien@jsk.t.u-tokyo.ac.jp

Résumé :

Ce papier présente un travail qui mène sur le chemin du vieux rêve du robot aide ménager. Un robot humanoïde va coopérer avec un utilisateur afin de cuisiner de simples recettes. Le système va combiner des tâches prédéfinies et des dialogues afin de trouver un plan où robot et utilisateur s'entraident.

Le problème de la cuisine permet de mettre en valeur une grande variété d'actions possibles. Ainsi la nécessité de choisir et d'ordonner ces actions se fait plus pressante. Pour ce problème, les planificateurs de tâches peuvent pleinement être utilisés pour accroître les capacités de raisonnement des robots. De plus ceux-ci doivent aussi posséder des planificateurs de mouvement capables de fonctionner sur ces plans générés. Nous allons particulièrement parler de ces deux types de planifications.

Abstract :

This paper presents a work toward the old dream of the housekeeping robot. One humanoid robot will cooperate with the user to cook simple dishes. The system will combine predefined tasks and dialogues to find a plan in which both robot and user helps each other in the kitchen.

The kitchen problem allows the demonstration of a large variety of actions, and then the necessity to find and plan those actions. With this problem the task planner can be fully used to enhance the robot reasoning capacity. Furthermore the robot must use also motion planning to have general procedure to cope with the action planned. We will focus on the planning problems.

Introduction :

Ce papier présente un travail qui mène au chemin du vieux rêve du robot aide ménager. Ce rêve est d'autant plus important que l'on travail avec des robots humanoïdes. Ceux-ci ont en effet été conçu pour pouvoir travailler dans le même environnement que les êtres humains, sans ajout d'artéfacts extérieurs. Ils peuvent donc utiliser les mêmes instruments que les êtres humains et se déplacer dans une maison non aménagée.

Par contre, si leurs capacités mécaniques leur permettent de travailler dans une cuisine, il n'en est pas de même de leurs capacités de raisonnement. Un environnement domestique est aussi synonyme d'imprécisions, d'incertitudes, d'objets difficilement reconnaissable et surtout d'une très grande variété d'actions et de choix à faire. A l'heure actuelle, il semble encore impossible qu'un robot puisse cuisiner par lui-même dans une cuisine quelconque.

Nous allons donc parler d'un robot qui va aider à faire la cuisine dans un environnement connu. Nous avons travaillé principalement en simulation afin de ne pas se focaliser sur les algorithmes de perception, mais plutôt sur ceux de planification. Le robot va aider à faire la cuisine, mais pas tout faire. Il demandera de l'aide et coopérera avec l'utilisateur pour résoudre les tâches qu'il n'arrive pas à accomplir seul. Cela va permettre d'avoir un système utilisable sans avoir à attendre d'avoir résolu l'ensemble des actions possibles et imaginables qui peuvent avoir lieu dans une cuisine.

Comme le nombre d'actions élémentaires est élevé : marcher, couper, porter, prendre, mélanger, ... Il faut en plus les choisir et les ordonner. Le problème de la cuisine permet de mettre en valeur

l'importance d'un planificateur de tâche qui va servir à trouver un plan d'actions élémentaires pour réaliser une recette donnée. Nous allons tout d'abord nous focaliser sur cette planification de tâche et la caractérisation des actions élémentaires.

Afin d'accomplir les tâches demandées nous utilisons un robot humanoïde HRP2 ayant 2 bras à 7 degrés de liberté. Même si 6 degrés de libertés sont suffisant pour pouvoir positionner un objet dans l'espace (position x, y, z et attitude θ, ϕ, ψ), un 7ème degré de liberté permet d'avoir une plus grande zone effective. En effet, la plus part des bras robotisés industriel à 6 axes peuvent manipuler des objets principalement dans une demi-sphère qui pour un robot humanoïde serait sur le coté. L'être humain, comme le robot humanoïde, a besoin d'au moins 7 degrés de liberté pour pouvoir manipuler de façon aisée des objets de face. Par contre, là où pour une position et une attitude données il n'y avait qu'une seule solution, il y a maintenant une infinité de possibilités.

De plus on ne veut pas toujours fixer à la fois position et attitude. Par exemple quand on porte un verre on veut juste le maintenir vertical (2 degrés de liberté), un livre ne donne pratiquement pas de contrainte. Par contre au moment de la saisie, c'est parfois 6 degrés de libertés qui sont figés. Ouvrir un tiroir ou une porte ne laisse qu'un degré de liberté.

En fonction des problèmes les contraintes pour trouver un mouvement sans collision sont différentes. La résolution de ces problèmes sera expliqué dans la partie 3.

Enfin il existe des mouvements où le but n'est pas la position finale, mais le mouvement en lui même. Ces mouvements n'apparaissent pas pour les problèmes classiques de la robotique, mais sont nombreux pour la cuisine. On peut notamment citer : malaxer, battre, couper, ... Ces mouvements ne peuvent pas être trouvés dans le cadre classique de la planification de mouvement (partie 4).

Ce papier ce focalise sur les problèmes de planification de tâche, puis de mouvement pour finir par discuter de l'importance de l'interaction homme robot.

1> Architecture Générale

Notre but ici est de réaliser un système suffisamment général pour pouvoir traiter une grande variété de problèmes. Toutefois afin de garder ce système efficace un certain nombre de procédures spécifiques au problème de la cuisine sera introduit.

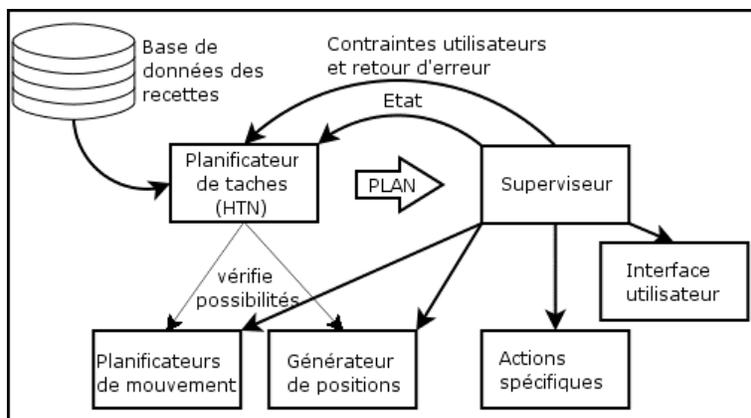


Figure 1 : Architecture générale du système

La figure 1 présente l'architecture générale du système. Une recette est choisie comme mission. Elle peut être considérée comme un plan partiellement ordonné de tâches de haut niveau. Le planificateur de tâche va alors pouvoir l'affiner en actions exécutables par le robot en accord avec l'état du système et des contraintes additives. Les contraintes additives résultent de choix fait par l'utilisateur et de retour d'échec dans l'application des actions exécutables.

Afin de produire un plan valide le planificateur de tâche vérifie la faisabilité des actions les plus immédiates à l'aide des planificateurs de mouvement et du générateur de position.

Ce plan est alors pris en charge par le superviseur qui va essayer de l'appliquer. Le superviseur peut demander au planificateur de tâches de générer un nouveau plan dans 3 cas :

- Changement au niveau symbolique de l'état. Un changement au niveau symbolique représente une modification significative, par exemple ouvert ou fermé, mais pas un changement de position.
- Changement des contraintes par l'utilisateur. Cela provient des interactions homme-robot.
- Ajout de contraintes d'erreur. Le robot se trouve incapable d'accomplir une action qu'il a planifiée. Il faut alors trouver un autre plan.

Pour exécuter les actions élémentaires, le superviseur fait en outre appelle aux modules d'interaction avec l'utilisateur, de planification de mouvement générique et spécifique à la cuisine.

2 > Planificateur de tâches.

Le planificateur de tâches a pour but de trouver une séquence d'actions élémentaires qui permet de réaliser une recette donnée. Chaque tâche de la recette peut être décomposée en sous-tâches de niveau inférieur. Par exemple « mélanger 100g de sucre et 100g de beurre » peut être décomposé en : « mettre 100g de sucre dans X », « mettre 100g de beurre dans X », « mélanger le contenu de X ». De même une sous-tâche peut être encore raffinée. Nous pouvons introduire des connaissances au niveau du planificateur sous forme d'une hiérarchie de tâches.

De plus il peut exister plusieurs méthodes de résolution pour une tâche donnée. En fait il existe toujours au moins une méthode qui est de demander à l'utilisateur d'accomplir la tâche à la place du robot.

Pour ces raisons nous avons choisi une représentation HTN « Hierarchical Task Network ». Les planificateurs de tâches HTN ont été étudiés pendant près de 30 ans par la communauté de l'Intelligence Artificielle [8] et continue à s'attaquer à des problèmes de plus en plus complexe [6,7].

Les planificateurs HTN sont basés sur la décomposition en sous-tâches jusqu'à l'obtention d'actions élémentaires qui peuvent être exécutées par le système. Cette décomposition est définie par l'utilisateur et constitue une base de connaissance propre au domaine d'application (ici la cuisine). Bien entendu cette décomposition n'est pas unique et le planificateur va essayer de trouver les méthodes applicables.

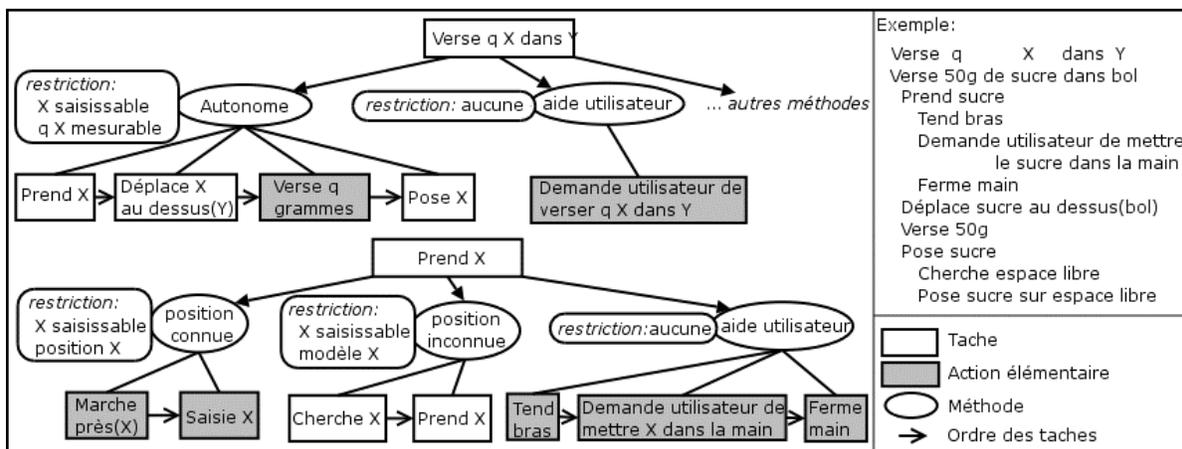


Figure 2 : Représentation des tâches hiérarchiques

Comme le montre la figure 2, chaque méthode décrit l'ensemble des sous-tâches qui la compose ainsi que les restrictions quand à son application. Pour valider une tâche le planificateur choisit une méthode applicable et essaie de valider les sous-tâches qui la composent. Cette validation de sous-tâches va elle aussi entraîner le choix d'une autre méthode comme le montre la figure 2. Et ceci,

jusqu'à l'obtention d'actions élémentaires. Si une sous-tâche se révèle non faisable, alors le planificateur revient sur ses choix précédents et essaie une autre méthode.

Nous avons aussi ajouté des poids à ses méthodes en fonction de leur intérêt. En effet il est toujours possible de demander à l'utilisateur de tout faire, mais cela est peu intéressant. Les méthodes autonomes doivent être favorisées, même si elles aboutissent à un plan plus long.

3 > Actions élémentaires

Le planificateur décompose les tâches jusqu'à l'obtention « d'actions élémentaires ». Ce sont ces actions uniquement qui vont composer le plan solution. Pour le problème de la cuisine nous utilisons 4 catégories d'actions élémentaires :

- Action de mouvement : prendre, bouger,... Elles utilisent les planificateurs de mouvement (§4).
- Action spécifique : se sont des actions de mouvement, mais elles ne sont pas planifiées. Elles peuvent être liée à un capteur : capteur de force pour peser les ingrédients, caméra pour chercher un objet, ... Elles peuvent aussi avoir un sens de par la trajectoire et non le but final : mixer, couper, ... C'est un ensemble de procédures spécifiques qui ne peuvent pas entrer dans le cadre générale de la planification de mouvement (§5).
- Action d'interaction : action de dialogue avec l'utilisateur pour demander son aide ou l'informer (§6).
- Action temporelle : mesure du temps, attendre.

Toutes les actions élémentaires ont une description symbolique, mais aussi une fonction qui peut être exécutée par le robot. La description symbolique permet au planificateur de tâches de trouver rapidement un plan applicable. La fonction est utilisée par le superviseur pour agir effectivement sur l'environnement.

5 > Planification de mouvement.

Le plan trouvé par le planificateur de tâche ne produit que des actions décrites au niveau symbolique. Pour agir sur l'environnement il faut encore calculer les mouvements au niveau géométrique. Ces mouvements sans collision vont dépendre des positions des objets et du robot. La planification de mouvement permet justement de trouver une trajectoire sans collision pour atteindre un but donné.

La planification de mouvement pour un robot humanoïde n'est pas très simple. Même si beaucoup de travaux se sont intéressé au problème de la marche [3, 5], peu portent sur la planification de mouvement du robot dans son ensemble. Celle-ci représente un formidable challenge :

- Grand nombre de degrés de liberté.
- Contraintes : verre à la vertical, poigné de tiroir, ...
- Equilibre du robot.

Pour cela nous utilisons une version de RRT-Connect [4] qui permet de générer des mouvements sans collision auquel nous avons ajouté de nouvelles possibilités de contraintes.

Ce planificateur étant complexe, nous utilisons aussi un planificateur spécialement dédié au problème de la marche (2D), et un autre pour le positionnement des pieds (2.5D). L'utilisation de plusieurs planificateurs spécialisés permet d'accélérer cette étape. Surtout que le choix de l'utilisation de tel ou tel planificateur peut être spécifié dans les actions élémentaires.

En plus du planificateur de mouvement, nous avons aussi développé un générateur de position intermédiaire. Même si certaines actions ont des buts prédéterminés tel que tendre la main, généralement les buts correspondent à la saisie d'objets aux positions non fixées.

Pour résoudre ce problème le générateur de position se base sur un ensemble pré-généré de configurations stables. Il procède comme suit :

- 1) Sélection aléatoire d'une configuration pré-générée stable avec une hauteur de main similaire à la hauteur de l'objet.
- 2) Sélection aléatoire de la position (x, y, θ) du robot de manière à avoir la main près de l'objet à saisir.
- 3) Descente du gradient sur la configuration du robot et cinématique inverse [2, 9] pour trouver une configuration en équilibre avec la main saisissant l'objet.
- 4) Test de validité de la configuration : équilibre et collision.

6 > Action spécifique

Après avoir décrit les fonctions utiliser pour la planification de mouvement générique, nous devons souligner l'importance de mouvement propre au domaine de la cuisine. Si marcher ou saisir un objet sont des mouvements que l'on peut planifier de manière générique, « couper », « verser » (figure 3), « mélanger » sont des actions spécifique.

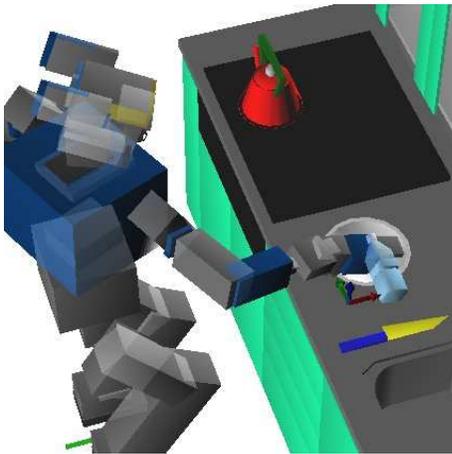


Figure 3 : Verser dans un récipient

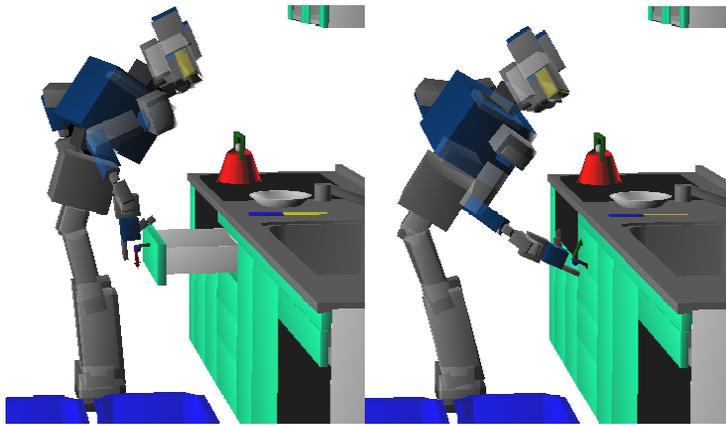


Figure 4 : Ouvrir un tiroir

Par exemple « verser » (figure 3) n'a pas pour but une position donnée, mais une quantité donnée. Le mouvement s'arrête quand le capteur de force du poignet du robot détecte une différence de poids correspondant au paramètre de l'action. « Mélanger » n'a pas non plus de but fixé. Le but est le mouvement lui-même pas la position finale.

Un autre mouvement qui apparaît souvent dans une cuisine est le fait d'ouvrir ou fermer un placard ou un tiroir (figure 4). La plupart des ustensiles ne sont pas présent sur la table à préparation. Ces actions nécessitent souvent de bouger entièrement le robot. Nous utilisons encore la planification de mouvement pour trouver une trajectoire faisable, mais la génération de positions intermédiaires prend en compte à la fois le but et la configuration initiale. Nous générons deux configurations, tiroir ouvert et fermé, avec les étapes 1 et 2 en commun. Nous avons donc une position commune pour les pieds. Cela permet d'éviter de marcher.

7 > Interaction homme machine

L'interaction homme machine est indispensable au système. A l'heure actuelle le robot n'est pas capable d'effectuer par lui-même toutes les actions élémentaires. Comme nous l'avons vu le problème de la cuisine est extrêmement complexe par rapport aux problèmes classiques de robotique de par la variété des actions mise en jeu. De plus, toutes les actions ne peuvent pas être traité de manière générique. Le système que nous avons construit permet d'ajouter facilement de nouvelles fonctions, mais pour commencer le robot a des capacités limitées. En plus la force du

robot peut aussi être un facteur limitant. Il est possible d'imaginer un robot coupant du fromage, mais les carottes ou les pommes demande à la fois plus de force et de contrôle. Enfin les capacités de reconnaissance d'objets sont très limitées.

A cause de ces limitations l'aide de l'utilisateur est encore indispensable. Pour cela nous insérons toujours une méthode de demande d'aide dans la description des tâches de haut niveau. Dans le pire des cas, le robot ne sera donc pas plus mauvais qu'un livre de cuisine.

En plus l'utilisateur peut choisir d'influencer la pondération des méthodes, pour générer des plans où le robot sera plus au moins autonome. Il est donc possible d'avoir un robot didactique pour apprendre à cuisiner.

L'utilisateur peut aussi ajouter des contraintes supplémentaires sur le robot et l'aider quand il fait des choix qui risque d'avoir du mal à assurer. Il peut par exemple forcer le robot à ne pas prendre par lui-même le sucre, surtout s'il a tendance à le confondre avec le sel.

Enfin, il peut rajouter des buts intermédiaires (allumer les lampes, faire une pause, ...) qui peuvent être rajouté à la recette et entrer dans le formalisme de notre architecture.

8 > Conclusion

Nous avons présenté un système où le robot agit à la fois comme guide et assistant. Le caractère générique du planificateur de tâche permet facilement d'affiner ou d'augmenter les capacités du robot pour lui ajouter de nouvelles fonctions. Le système n'a pas été prévu pour avoir des capacités d'apprentissage, mais il est toujours envisageable de l'adapter au goût de l'utilisateur par un apprentissage des poids des méthodes ou d'avoir des fonctions de mimétismes.

Nous avons aussi présenté brièvement les outils que nous avons développés pour la planification de mouvement où l'on combine les points forts de planificateur générique et l'efficacité des applications spécifiques indispensable dans une cuisine.

Enfin nous avons aussi présenté plusieurs méthodes d'interaction homme robot qui nous semblent tirer parti des forces des machines et des hommes. Le robot est précis (connaissance des recettes, mesure de poids, du temps, ...) et peut faire des tâches répétitives. L'être humain est capable de goûter, savourer, apprendre et reconnaître à peu près tout.

La plus part de ce travail a été fait en simulation et notamment la reconnaissance de l'état courant du système par les seuls capteurs du robot reste encore un point très délicat du système.

Références

- [1] A. Sahbani and J. Cortes and T. Simeon. "A Probabilistic Algorithm for Manipulation Planning under Continuous Grasps and Placements", IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2002
- [2] J. Cortes and T. Simeon and J.P. Laumond. "A Random Loop Generator for Planning the Motions of Closed Kinematic Chains using PRM Methods", IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2002
- [3] K. Hirai. "Current and future perspective of Honda humanoid robot". IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robot & System (IROS), 1997
- [4] J.J. Kuffner, S.Kagami, K. Nishiwaki, M. Inaba, and H. Inoue. "Dynamically-stable motion planning for humanoid Robots", Autonomous Robots (special issue on Humanoid Robotics), 12, 2002.
- [5] J.J. Kuffner, K. Nishiwaki, S. Kagami, M. Inaba, H.Inoue. "Motion Planning for Humanoid Robots", Proceeding 11th International Symposium of Robotics Research (ISRR 2003).
- [6] U. Kuter & D. Nau. "Forward-chaining planning in nondeterministic domains". Proceedings of AAAI, 2004
- [7] D. Nau, H. Munoz-Avila, Y. Cao, A. Lotem, and S. Mitchell. "Total-Order Planning with Partially Ordered Subtasks". In IJCAI-2001. Seattle, August, 2001
- [8] E. D. Sacerdoti. "A Structure for Plans and Behavior". American Elsevier Publishing Company. E. D. 1977.
- [9] D. Tolani, A. Goswami and N. I. Badler. "Real-Time Inverse Kinematics Techniques for Anthropomorphic Limbs". Graphical Models 62, 2000

Remerciements

Je tiens à remercier les professeurs Inaba, Inoue et Inamura qui m'accueillent ou m'ont accueilli dans leur laboratoire et mon permis de poursuivre des recherches en intelligence artificielle pour les robots humanoïdes. Je tiens aussi à remercier les étudiants de ce laboratoire avec qui j'ai pu avoir des échanges enrichissant.

Les diodes lasers à base de boîtes quantiques auto-assemblées de InAs/GaAs pour les télécommunications optiques

D. Guimard^{1,2}, J. Tatebayashi², M. Nishioka², T. Yang², S. Tsukamoto² and Y. Arakawa²

¹LIMMS/CNRS-IIS, ²Nanoelectronics Collaborative Research Center
University of Tokyo, Institute of Industrial Science
4-6-1 Komaba, Meguro-ku, Tokyo 153-8505, Japan
E-mail: dguimard@iis.u-tokyo.ac.jp

Introduction

La réalisation de boîtes quantiques auto-assemblées, nanostructures dans lesquelles l'électron est confiné dans les trois directions de l'espace permet d'envisager l'élaboration de diodes laser pour les télécommunications optiques avec des caractéristiques supérieures à celles des diodes laser à puits quantique, commercialisées actuellement.

Après avoir évoqué le contexte technologique et économique des diodes laser, nous décrirons les caractéristiques principales des boîtes quantiques : leur mode d'élaboration, et leurs propriétés structurales et optiques. Puis nous présenterons les limites actuelles des lasers à boîtes quantiques de InAs/GaAs, tout particulièrement ceux réalisés par MOCVD, procédé de dépôt préconisé pour une production industrielle. Nous présenterons brièvement enfin les premiers résultats des travaux menés, qui ont pour but d'augmenter la densité des boîtes quantiques, via l'utilisation d'antimoine.

1. Les diodes lasers

1.1 Contexte économique et technologique

Les nanosciences et nanotechnologies connaissent depuis une vingtaine d'années un formidable essor, grâce au développement de nouveaux outils d'élaboration, d'observation et d'analyse. Un des domaines qui a bénéficié le plus à présent de la réduction à l'échelle nanométrique de la couche active est celui des diodes laser à semiconducteur, dispositifs clés des télécommunications optiques. Le marché des diodes laser, dont les télécommunications se taillent la part du lion, se relève de la grave crise des années 2000-2001 et connaît une croissance de l'ordre de 15 % depuis: il reste néanmoins colossal, se montant à près de 6 milliards de dollars en 2003 [1].

La nature même de la silice impose certaines longueurs d'onde d'émission bien précises pour les diodes laser, égales à 850, 1300 et 1555 nm. Pour une transmission longue distance, il est préconisé d'utiliser la plus grande longueur d'onde pour une atténuation minimale du signal. Aujourd'hui, la force motrice du marché des diodes lasers est le développement de dispositifs fonctionnant à 1.30 et 1.55 μm . Cependant, en raison du manque d'émetteurs et de détecteurs bon marché à ces longueurs d'onde, les communications par fibres optiques ne sont maintenant encore que peu utilisées dans les réseaux locaux (LAN, Local Area Network) et métropolitains (MAN, Metropolitan Area Network).

Les diodes laser commercialisées actuellement sont élaborées à partir de puits quantiques, couches minces semi-conductrices d'épaisseur nanométrique. De nombreuses études sont aujourd'hui consacrées aux boîtes quantiques (Quantum Dots, en anglais) semi-conductrices. Ces

structures ont le potentiel de supplanter les puits quantiques en tant que couche active et d'améliorer drastiquement les propriétés des diodes lasers. L'élaboration de diodes laser à base de boîtes quantiques de InAs sur substrat de GaAs est aujourd'hui la solution la plus prometteuse, à 1.30 μm .

1.2 Principe de fonctionnement d'une diode laser

Une diode laser est un dispositif optoélectronique qui produit un faisceau de lumière cohérent créé par le phénomène d'émission stimulée et de recombinaison radiative des porteurs de charge dans la zone active dans laquelle l'inversion de population est créée par injection de courant : la lumière confinée au sein de la zone active est amplifiée (Fig. 1).

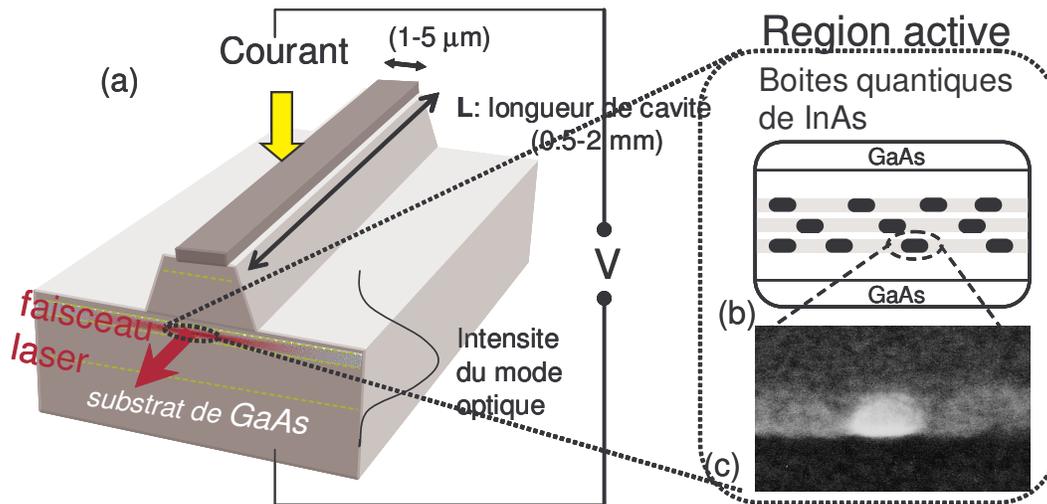


Figure 1 (a) schéma d'une diode laser émettant par la tranche. (b) région active schématisée d'un laser à boîtes quantiques constituée de trois couches empilées de boîtes quantiques de InAs, dans une matrice de GaAs, (c) image MET (Microscopie Electronique en Transmission) en tranche de la couche active de GaAs/InAs/GaAs.

Les principales caractéristiques d'une diode laser sont la longueur d'émission, le gain modal optique G , et tout particulièrement, le gain de seuil G_{th} et le gain de saturation G_{sat} , et la densité de courant de seuil J_{th} .

Le gain optique G (cm^{-1}) mesure l'amplification de la lumière au sein de la cavité laser. Le gain de seuil G_{th} est le gain minimum que la région active doit assurer pour que l'effet laser se produise. Il est déterminé par la géométrie et les caractéristiques de la cavité. La couche active, quant à elle, ne peut assurer qu'un certain gain, appelé le gain de saturation G_{sat} , caractéristique intrinsèque de la couche active. Si la région active ne peut assurer un gain supérieur au gain de seuil, l'émission laser n'a pas lieu.

Une diode laser est d'autant meilleure qu'elle présente un haut gain et une densité de courant de seuil la plus faible possible afin d'éviter notamment i) une consommation en énergie élevée et ii) un échauffement de la diode laser qui induit, entre autres, un changement de la longueur d'émission et nécessite des systèmes de refroidissement.

2. Boîtes quantiques auto-assemblées

2.1. Effet du confinement électronique sur la densité d'états

En 1982, Y. Arakawa et H. Sakaki [2], de l'Université de Tokyo étudièrent théoriquement l'effet de confinement de la zone active dans les trois dimensions de l'espace. Pour un laser à boîtes quantiques, ils prédirent une très faible densité de courant de seuil et une complète indépendance des caractéristiques laser vis-à-vis de la température.

Le paramètre clé est l'effet du confinement en taille sur la densité d'états qui se produit lorsque la dimension de la zone active est du même ordre que la longueur d'onde de de Broglie de l'électron (Fig. 2). Dans le cas de la boîte quantique où le confinement a lieu dans les trois directions, la densité d'états devient complètement quantifiée, avec une série de niveaux discrets, de manière similaire à celle d'un atome. D'ailleurs, les boîtes quantiques sont souvent décrites comme des «atomes artificiels». L'intérêt d'une densité d'états discrète est que les porteurs sont concentrés sur un seul niveau énergétique (via l'utilisation d'un ensemble de boîtes quantiques identiques) : les porteurs injectés contribuent tous à l'émission laser, ce qui a pour effet de réduire drastiquement le courant de seuil.

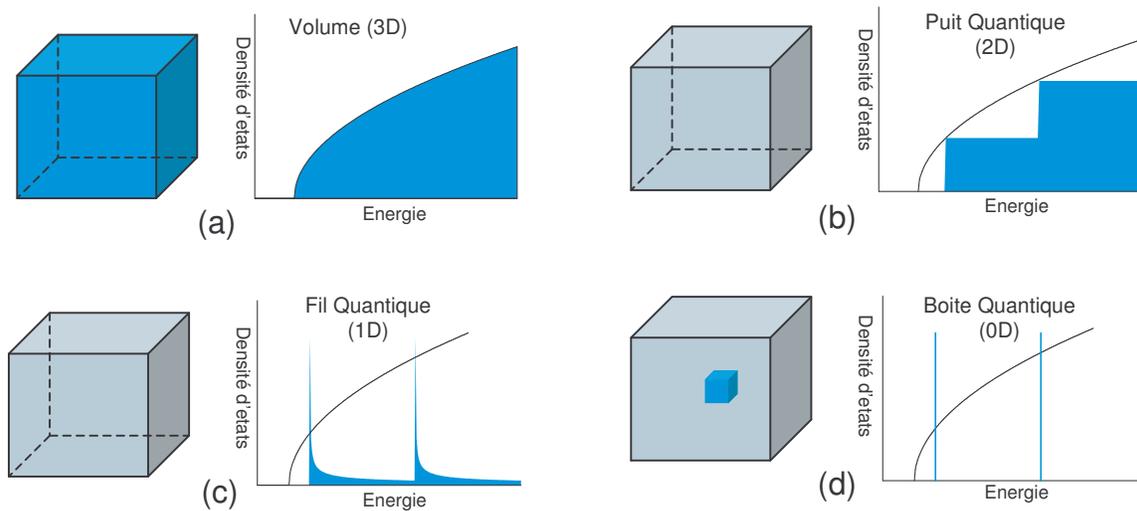


Figure 2 Densité d'états de (a) volume d'un semiconducteur, (b) puit quantique, (c) fil quantique et (d) boîte quantique. Les dimensions de la structure associée sont également représentées.

2.3 Caractéristiques des boîtes quantiques de InAs

2.3.1 Croissance des boîtes quantiques auto-assemblées

Bien que leur intérêt fut énoncé dès 1982, ce n'est qu'au début des années 1990 que des structures à boîtes quantiques avec des propriétés optiques raisonnables ont pu être élaborées. La croissance épitaxiale d'un matériau sur un substrat présentant un désaccord de maille peut avoir lieu en deux étapes, comme illustré sur la figure 3 dans le cas de boîtes (ou îlots) quantiques de InAs sur un substrat de GaAs. Tout d'abord, la croissance a lieu selon un mode plan avec la formation d'une couche dite « *de mouillage* » (Fig. 3.b). Cette couche a une épaisseur de 1.7 ML (MonoLayer ou monocouche). En raison du désaccord de maille ($\approx 7\%$), les contraintes élastiques dans la couche de InAs augmentent jusqu'à une valeur seuil : il y a alors formation d'îlots nanométriques de InAs à trois dimensions au-dessus de la couche de mouillage (Fig. 3.c), au lieu de la formation de

dislocations dans une couche à deux dimensions (relaxation plastique). Ce mode de croissance est communément nommé mode Stranski-Krastanov (SK). De ce mode de croissance résulte la formation d'îlots présentant une densité de défauts structuraux fortement réduits par rapport aux techniques de lithographie utilisées initialement. Ces boîtes quantiques sont également appelées boîtes quantiques auto-assemblées (Self-Assembled Quantum Dots).

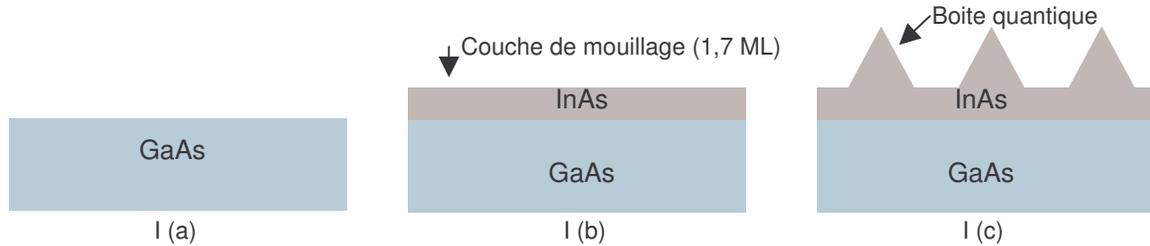


Figure 3 Mode Stranski-Krastanov de croissance hétéroépitaxiale

Les deux principales techniques de croissance épitaxiale utilisées aujourd'hui sont celles de l'Épitaxie par Jet Moléculaire (EJM ou MBE, Molecular Beam Epitaxy) et l'Épitaxie en Phase Vapeur aux OrganoMétalliques (EPVOM ou MOCVD, MetalOrganic Chemical Vapor Deposition). La technique de MBE est la technique la plus utilisée dans les laboratoires de recherche car elle permet, entre autres, d'obtenir des interfaces abruptes et un suivi in-situ (par RHEED) des processus de croissance. Cependant, c'est la technique de MOCVD qui est la plus utilisée en industrie en raison notamment d'une mise en oeuvre beaucoup plus souple et des vitesses de croissance beaucoup plus élevées.

2.3.2 Principales caractéristiques structurales

La figure 4 représente une image AFM (Atomic Force Microscopy) d'un réseau de boîtes quantiques de InAs/GaAs élaborés par MOCVD et ayant une densité de $1.1 \times 10^{10} \text{ cm}^{-2}$, soit plus de 10 milliards de boîtes quantiques par cm^2 . Ces boîtes ont une forme pyramidale avec une hauteur moyenne de 10 nm et un diamètre de base de 25 nm. Une image de Microscopie Electronique à Balayage (MEB, ou SEM, Scanning Electronic Microscopy) donne une image plus réaliste de la véritable géométrie de la boîte quantique de InAs.

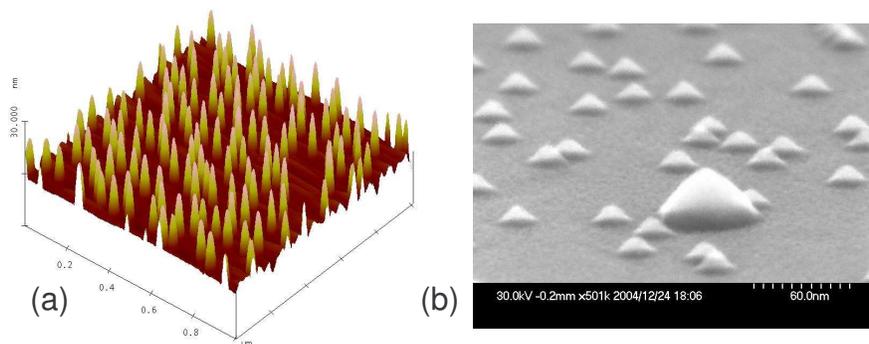


Figure 4 boîtes quantiques de InAs épitaxiées sur substrat de GaAs par MOCVD (densité de $1.1 \times 10^{10} \text{ cm}^{-2}$): (a) image AFM (b) image MEB

2.3.3 Principales caractéristiques optiques

Le diagramme de bandes d'une boîte quantique de InAs dans une matrice de GaAs est représenté sur la figure 5.a : il comprend, entre autres, les niveaux discrets des électrons et des trous de la

boite quantique de InAs. La transition, représentée par la flèche bleue, est communément appelée transition fondamentale de la paire electron-trou. Différentes transitions de plus haute énergie sont représentées par les flèches rouges. Ces transitions sont communément appelées transitions du premier, deuxième, état excité de la paire électron-trou.

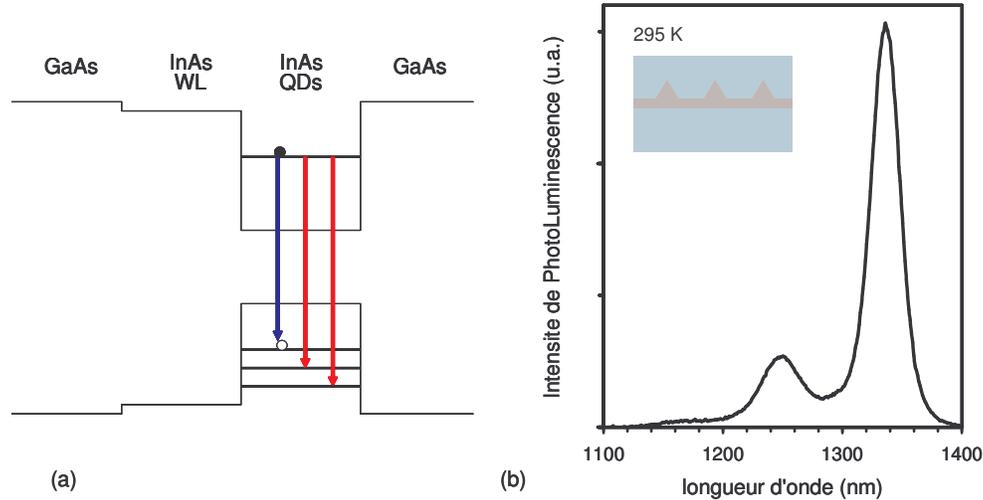


Figure 5 (a) Diagramme de bandes d'une boîte quantique de InAs dans une matrice de GaAs. (b) Spectre de photoluminescence d'une couche de boîtes quantiques auto-assemblées de InAs dans une matrice de GaAs.

Un réseau epitaxié de boîtes quantiques auto-assemblées est cependant caractérisé par une distribution en taille (forme, hauteur et largeur), en raison de différents paramètres comme l'hétérogénéité des flux d'espèces ou des gradients de température pendant l'étape de croissance. Ceci a pour conséquence directe un élargissement des raies d'émission, comme montré sur le spectre de photoluminescence (figure 5.b).

3. Lasers à boîtes quantiques de InAs/GaAs émettant à 1.30 μm

3.1 Emission laser depuis l'état excité

Aujourd'hui, le système de boîtes quantiques de InAs sur substrat de GaAs est le plus prometteur afin de réaliser des diodes lasers émettant à 1.30 μm , sur substrat de GaAs. La valeur record publiée pour J_{th} est de 16 A/cm² [3], valeur qui constitue la plus faible valeur obtenue pour un laser émettant par la tranche, puits et boîtes quantiques confondus. Cependant, ces boîtes quantiques de InAs/GaAs sont élaborées par MBE. Pour une production industrielle, une réelle avancée serait d'élaborer ces mêmes structures par MOCVD.

A présent, la plus grande longueur d'onde obtenue par MOCVD pour des lasers à boîtes quantiques de InAs/GaAs est 1.285 μm [4], mais reste néanmoins inférieure à 1.30 μm . Cependant, la valeur de J_{th} est encore trop grande (476 A/cm²). Ceci est du au fait que l'émission laser n'intervient pas via la transition de l'état fondamental, mais via celle du premier état excité, car le gain de saturation de l'état fondamental G_{sat} est trop faible : le gain de saturation de l'état excité étant plus important, l'émission laser a lieu via cette transition.

3.2 Effet de l'augmentation de la densité des boîtes quantiques

Le gain de saturation peut être augmenté en augmentant la densité des boîtes quantiques auto-assemblées. Ceci peut être effectué soit en empilant plusieurs couches de boîtes quantiques (séparées par une couche de GaAs, Fig. 1.b), soit en augmentant la densité des boîtes quantiques dans le plan d'une couche.

Cependant, l'empilement de couches de boîtes quantiques ne peut être fait indéfiniment en raison d'une accumulation graduelle de contraintes et dislocations, rendant les conditions expérimentales délicates à contrôler. Le meilleur compromis, recherché actuellement, est de limiter le nombre de plans empilés et d'augmenter simultanément la densité des boîtes quantiques dans le plan.

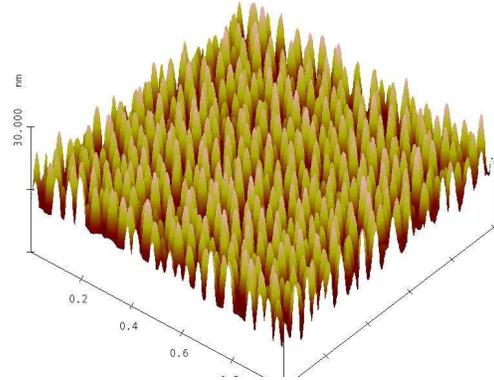


Figure 6 image AFM d'une couche de boîtes quantiques de InAs sur GaAs avec une densité de $5.0 \times 10^{10} \text{ cm}^{-2}$

La figure 7 montre une image AFM d'une couche de boîtes quantiques de InAs/GaAs élaborée par MOCVD et ayant une densité de $5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-2}$. Cette augmentation de la densité est obtenue en irradiant préalablement la surface de GaAs par un flux d'antimoine, qui va affecter les processus de nucléation et de croissance dans le sens d'une augmentation de la densité en boîtes quantiques [5]. Cette augmentation de la densité provoque une augmentation de l'intensité de photoluminescence. L'obtention de telles couches de boîtes quantiques est très prometteuse et fera l'objet prochainement de l'élaboration de diodes laser, en collaboration avec Fujitsu.

Conclusion

Les boîtes quantiques sont des nanostructures où l'électron est confiné dans les trois directions de l'espace. Il en résulte une densité d'états discrète, très favorable pour l'élaboration de diodes laser à semiconducteur, destinées en particulier pour le marché des télécommunications. L'élaboration de couches à haute densité de boîtes quantiques de InAs sur GaAs par MOCVD, via l'utilisation d'antimoine, permet d'envisager l'élaboration de diodes lasers émettant à $1.30 \mu\text{m}$ avec des courants de seuil fortement réduits.

Denis Guimard remercie la JSPS pour le financement de ce contrat post-doctoral.

Bibliographie

- [1] R. Szweda, "Diode Laser Materials et Devices: a Worldwide Market et Technology Overview to 2005", Elsevier (2002)
- [2] Y. Arakawa et H. Sakaki, Appl. Phys. Lett. 40, 939 (1982)
- [3] K. Otsubo, N. Hatori, M. Ishida, S. Okumura, T. Akiyama, Y. Nakata, H. Ebe. M. Sugawara, et Y. Arakawa., Jpn. J. Appl. Phys., Part 2 43, L1124 (2004)
- [4] J. Tatebayashi, N. Hatori, M. Ishida, H. Ebe, M. Sugawara, H. Sudo, A. Kuramata, et Y. Arakawa, Appl. Phys. Lett. 86, 053107 (2005)
- [5] D. Guimard *et al.*, autumn meeting of Japanese Society of Applied Physics, 13.3, 8p-ZD-16 (2005), Tokushima

L'effet de la nouveauté et de la complexité des stimuli environnementaux sur le traitement de l'information au niveau du cerveau

Nobuyoshi HARADA

L'Institut national des sciences et technologies de l'industrie avancée

J'ai fait ma recherche magnéto-physiologique d'analyse magnéto-encéphalographique de l'humain au stimuli auditif qui contient les facteurs de nouveauté et de complexité.

La recherche de la neuro-image a été faite sur le sujet du point de vue de la régulation de la nouveauté avec la familiarité du mot [1], et la régulation de la complexité dans l'intervalle inter-stimulant avec la fluctuation $1/f$ [2], [3].

La familiarité du mot est un index d'aisance relative de la perception du mot, et se caractérise par la facilité et l'exactitude de la reconnaissance du mot. Les quatre more du mot japonais auditif, choisis dans une base de données des propriétés lexicales de japonais dans une liste d'intelligibilité des mots basée sur la familiarité auditive, ont été présentés comme stimuli auditifs. Les quatre mots more utilisés ont été groupés et présentés en quatre classes de degré de familiarité: 7.0-5.5, 5.5-4.0, 4.0-2.5 et 2.5-1.0. La relation entre la valeur de la familiarité et la provocation du champ magnétique évoqué auditivement a été étudiée suivant les quatre degrés de familiarité.

Quand la fluctuation est exprimée en $1/f^n$, l'exposant n indique la pente de la puissance spectrale, et la régularité de la fluctuation. Une succession de stimuli de fluctuation $1/f^0$ a une régularité moindre (bruit blanc) par rapport à une fluctuation en $1/f^\infty$ (qui est périodique). La relation entre l'exposant de la fluctuation et la provocation du N100m a été établie pour les quatre degrés de régularité de l'intervalle inter-stimulant: $1/f^0$, $1/f^1$, $1/f^2$, et l'intervalle fixe ($1/f^\infty$).

On a découvert que les mêmes effets de nouveauté et de complexité des stimuli auditifs pouvaient être observés par l'augmentation de l'amplitude, et la prolongation de la latence des ondes N100m de l'activité du cortex auditif.

Les complexes relatifs au mot (CRM) ont été observés avec une amplitude maximum du N100m sous la forme de vague moyenne du détecteur sur l'hémisphère gauche. L'amplitude de pic CRM pour une durée $1/2$ du

mot a diminué significativement ($F(3/45)=9.37$, $p=6.31E-05$) avec l'augmentation de la valeur de la familiarité. Les dipôles de courant équivalent (DCE) de l'amplitude de pic de CRM ont été observés dans la région du cortex auditif, de même pour le DCE de N100m.

Le gradient de pente de la figure 1(A) est équivalent au rapport entre la diminution de l'amplitude du pic CRM et l'augmentation de la valeur de la familiarité. Ce rapport exprime la capacité du sujet à extraire la familiarité des stimuli auditifs.

L'augmentation de l'exposant de la fluctuation a présenté une diminution progressive de l'amplitude du DCE du N100m dans l'hémisphère gauche ($F(3/45)=2.48$, $p=0.049$). Les DCE de N100m ont été observés dans la région du cortex auditif.

Le gradient de pente de la figure 1(B) est équivalent au rapport de l'amplitude du N100m et l'augmentation de l'exposant de la fluctuation. Ce rapport exprime la capacité d'un sujet à extraire la régularité des stimuli auditifs de la fluctuation.

Cette découverte des corrélations entre l'activité du cortex auditif et les degrés de nouveauté et de complexité semble indiquer que les capacités de l'humain à extraire la familiarité et la régularité sont reflétées à les changements de la activité au cortex auditif.

Ses recherches concernent la création de nouveaux moyens de mesure des effets de nouveauté et de complexité de l'environnement importants pour les Science de l'Environnemental. Ces mesures aident à la construction d'un environnement agréable avec la manipulation des agents de nouveauté et la complexité, que sont interchangeables dans l'effet physiologique de réponse auditif de l'humain.

Renvoi

[1] Harada, N., Iwaki S., Nakagawa S., Amamo S., Tonoike M., Effect of Word Familiarity on Auditory Evoked Magnetic Fields, Poroceeding of 11th Annual Meeting of Organization For Human Brain Mapping, NeuroImage, 1115, Vol. 26, Suppl.1, 2005

[2] Harada, N., Masuda, T., Endo, H., Nakamura, Y. & Takeda T. Evoked Magnetic Fields caused by Auditory Stimuli with $1/f^n$ Fluctuations in Inter-stimulus Intervals, J. Jpn. Biomag. Bioelectromag. Soc. 13, 1-12 (2001)

[3] Harada, N., Masuda, T., Endo, H., Yukihiro, N., Takeda, T. & Tonoike

M. The effect of 1/f fluctuation in inter-stimulus intervals on auditory evoked mismatch field. *Neurosci. Lett.* 397, 223-228 (2005)

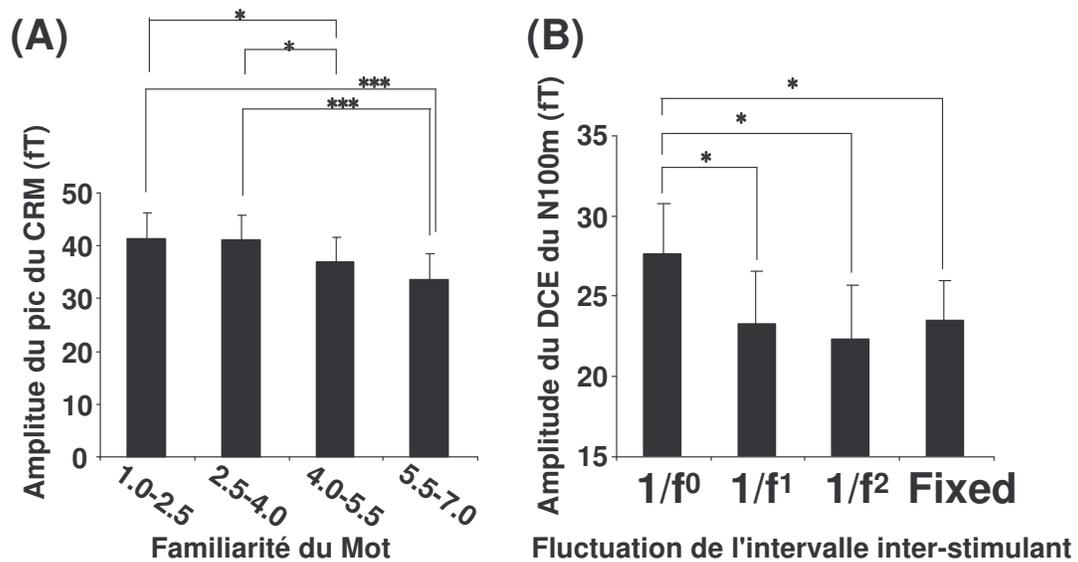


Fig.1A

La relation entre la valeur de familiarité et l'amplitude du pic du complexe relatif au mot (CRM) a une forme de vague moyenne, avec une durée 1/2 du mot dans le détecteur sur l'hémisphère gauche avec une amplitude maximum de N100m. Le graphique montre la moyenne et l'erreur étalon du milieu obtenues pour 16 personnes. *: $p < 0.05$, ***: $p < 0.001$.

Fig.1B

La relation entre la fluctuation de l'intervalle inter-stimulant et l'amplitude du dipôle de courant équivalent (DCE) du N100m dans l'hémisphère gauche. Le graphique montre la moyenne et l'erreur étalon du milieu pour 16 personnes. *: $p < 0.05$.

La Politique de « Cluster » au Japon

Yuko HARAYAMA

Management of Science & Technology Department, Graduate School of Engineering,
Tohoku University
Head of Department, Professor

原山優子

東北大学大学院工学研究科技術社会システム専攻
専攻長、教授

Résumé de la présentation

Ces dernières années, le système d'innovation régionale a attiré une attention particulière au Japon, comme illustre la mise en place de différentes mesures politiques relatives au cluster par le Ministry of Economy, Trade and Industry (METI) et le Ministère de l'éducation (MEXT). Comme conséquence, les attentes vis-à-vis des universités s'accroissent quant à leur contribution au développement régional à travers la création et l'utilisation de connaissances, de propriété intellectuelle et de ressource humaine. Cette présentation a pour objective de donner un aperçu de la politique d'innovation régionale au Japon et de montrer comment cette politique évolue en réagissant aux besoins exprimés par les acteurs régionaux.

Summary of the presentation

These last years, a particular attention has been given to regional innovation system in Japan as illustrated by the implementation of Cluster related projects by the Ministry of Economy, Trade and Industry (METI) and the Ministry of Education (MEXT). As a result, there are growing expectations regarding the universities' contributions to the local-regional economic development through the creation and use of knowledge bases, intellectual property, and human resources. This presentation aims to provide an overview of the Japanese regional innovation policy and to show how this policy evolves to react to the need expressed by regional actors.

Les technologies plasma pour une électronique de demain; du plasma à la Jonction Josephson

N.Holtzer, E.Stamate, H. Toyoda, H.Sugai

Université de Nagoya, Laboratoire Sugai, 21st Century COE Nagoya for Plasma-Nano

名古屋市不老町千種区名古屋大学大学院

工学部 I B 電子情報館、菅井研究室

Tel : 052-789-2726, Fax : 052-789-3152

Mel : nico_h@nuuee.nagoya-u.ac.jp

Résumé :

Le bombardement ionique est un traitement souvent utilisé dans le traitement des matériaux par exemple dans la gravure plasma et le dopage de surface. L'uniformité du flux d'ion est un facteur critique et de nombreux efforts sont fournis pour augmenter la surface utilisable des wafers. Les ions accélérés par la gaine percutent le wafer et changent les propriétés de sa surface. La taille du wafer et de son support va définir le potentiel dans la gaine autour de la cible et ainsi les trajectoires des ions et l'angle de l'impact sur la surface. Récemment une non-uniformité et un double-effet de convergence incluant l'existence d'une surface passive sur les bords du wafer ont été rapportés et prouvés expérimentalement [4,5,6]. Une approche théorique et expérimentale de la trajectoire des ions a été réalisée dans le but de proposer des solutions. Un anneau de protection vertical a été proposé et les données expérimentales et théoriques à différentes échelles prouvent son efficacité. Une application sur les Jonctions Josephson (IEJ) permet de tester l'efficacité des techniques proposées pour une électronique à base de supraconducteurs. Ces IEJ pourraient à terme remplacer les transistors et sont actuellement utilisées dans l'imagerie médicale.

Abstract:

The ion bombardment is widely used in various plasma-based materials processing such as reactive ion etching and plasma doping by ion implantation. The ion flux uniformity is a critical issue and a large effort is dedicated to increase the usage of the wafer surface. Typically, ions accelerated in the sheath strike the wafer surface changing its properties. The finite size of the wafer shapes the potential distribution within the sheath around the wafer strongly affecting the ion trajectories and the impact angle on the surface. Recently, ion flux non-uniformity and focusing effects including the existence of a passive surface (no ion impact) near the wafer edge have been experimentally proved [3,4] however there is a lack of methods able to improve the ion flux uniformity. In this work we are reporting experimental and theoretical investigations of ion trajectories within the sheath surrounding wafers immersed plasma, aiming to propose solutions to improve the ion flux uniformity. Simulations agree with observations in RF CCP and ICP reactor.

Application of such control of ion trajectories for ion bombardment over surfaces in IEJ (Interface Engineered Josephson Junction) will allow the testing of such techniques in nanotechnologies. Successful IEJ might be replacing transistors in the future and are actually used in different bio-medical applications.

0.0 Introduction au Plasma [1,2,3]

Le plasma, quatrième état de la matière, est un gaz compressé et chauffé. Il compose plus de 99,9% de la matière connue dans l'univers et en tant que tel est utilisé pour expliquer un grand nombre de phénomènes naturels tels que les étoiles, les vents solaires, mais plus proche de nous les aurores boréales ou les éclairs. Depuis l'émergence d'une électronique grand public il est aussi un aspect méconnu des technologies utilisées pour la microélectronique, mais aussi la fabrication de matériaux nouveaux étant présent dans de très nombreuses étapes de la fabrication.

La maîtrise du plasma est donc un enjeu primordial des technologies du futur puisqu'elle permet l'émergence d'une certaine forme de nanotechnologie, de matériaux aux propriétés telles que la biocompatibilité ou la dureté mais aussi de technologies de dépollution, de propulsion spatiales. Une certaine catégorie de plasmas dits chauds promet par la fusion une énergie propre et illimitée dans un futur proche en imitant les phénomènes qui ont lieu dans les étoiles. Le projet international ITER localisé dans le sud de la France est le plus médiatisé de ceux-ci.

Les plasmas sont donc classés en trois grande catégories: les plasma naturels, les plasmas thermonucléaires, dits chauds, qui couvrent les problématiques de fusion mais qui restent inappropriés pour une utilisation industrielle entre autres à cause de leur température qui endommage les éléments le touchant et enfin les plasmas faiblement ionisés utilisés dans l'industrie. Les plasmas industriels, dits froids, sont aisément contrôlés et utilisés dans l'industrie pour de très nombreuses applications telles que la déposition, la gravure, la stérilisation etc.

Les procédés plasmas ont pris une importance considérable dans le domaine des traitements de surface et trouvent des applications dans des champs d'activité innovants mais est aussi en voie de remplacer de nombreux traitements dans l'industrie chimique, textile.

Dans la suite de ce travail nous allons nous intéresser à l'une des technologies de modification de surface les plus courantes appelée implantation d'ions immergés dans un plasma (PIII). Celle-ci remplace une technique utilisée entre autre dans le traitement de matériaux qui consiste à projeter des faisceaux d'ions dans le vide en les accélérant à l'aide de forts courants et hautes tensions. Celle-ci présentait des problèmes de coût, d'uniformité, et est depuis une dizaine d'année le plus souvent remplacée par la technique d'implantation d'ion sur un objet immergé dans un plasma.

0.1 Définition de plasma

Un plasma est un milieu complexe composé d'électrons, d'ions et d'atomes excités, et sa chimie demeure encore mal connue. Dans les réacteurs de traitements de surface, le plasma est donc bien souvent considéré comme une "boîte noire" et les conditions opératoires sont alors régies par l'usage, les modèles théoriques de comportement des différents éléments étant souvent encore à trouver. Dès le début du XX^{ème} siècle, des études sur le plasma et sa composition ont amorcé l'étude toujours en cours de ce qu'est le plasma. Le plasma a été défini [1,2,3] comme de la matière chauffée au-delà de son état gazeux, chauffée au point que les électrons qui entourent les atomes se voient arrachés. Ce phénomène définit ainsi le plasma comme un ensemble d'ions, d'électrons libres, et majoritairement d'atomes encore non ionisés (dans les réacteurs industriels) appelés neutres interagissant entre eux de manière cohérente. La différence de température entre les électrons et ions de ce plasma va définir la différence entre le plasma chaud (fusion) et froid (plasmas industriels). Cette température va aussi définir le degré d'ionisation et donc les propriétés de cet ensemble de particules électriquement neutre.

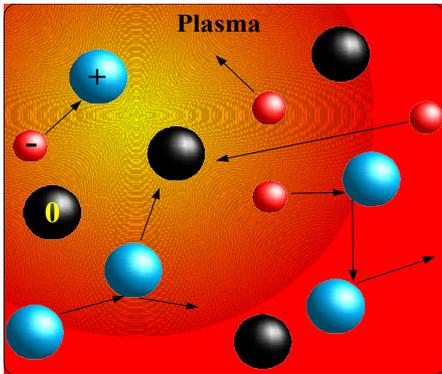


Fig.1 Plasma et particules chargées

Avec:

+ les ions en bleus

- les électrons en rouge se déplaçant à grande vitesse

0: les neutres en noirs, qui peuvent changer de statut selon les collisions, sont les atomes des gazes avec lesquels on fait les plasmas et qui n'ont pas été ionisés

Le plasma, Fig.1, est donc un ensemble de particules dont les éléments chargés vont définir les caractéristiques. Dans les plasmas industriels, les champs électriques et magnétiques utilisés pour transmettre l'énergie au gaz et le transformer en plasma se classent selon le type d'onde utilisée, des radiofréquences aux VHF et micro-ondes, et selon le type de réacteur et de type d'excitation. Le plasma est caractérisé par un mouvement incessant de ses particules interagissant entre elles, les électrons étant les plus mobiles de par leur légèreté. Les mécanismes de ces différents plasmas sont encore aujourd'hui dans de nombreux cas sujets à recherche. Le fait de pouvoir contrôler les différents paramètres du plasma permet de maîtriser les coûts mais surtout la précision des opérations réalisées et représente un enjeu industriel majeur.

0.2 Définition de la gaine

Lorsque le plasma touche un objet, une zone aux propriétés spéciales se crée autour de cet objet. La gaine est un état électriquement non neutre entretenu par des agitations thermiques et freinée par des interactions coulombiennes qui ne permettent le passage de particules que si elles dépassent une certaine énergie. De manière plus prosaïque on peut définir la gaine comme un espace où la densité d'ion est plus forte que la densité électronique ce qui ne correspond plus aux conditions du plasma. Entre le plasma et cette région existe une zone de pré-gaine qui va permettre de réaliser la transition entre les deux états. Cette région, définie arbitrairement par le critère de Bohm, est un modèle qui comme un filtre empêchera des particules chargées de passer si elles ne disposent pas d'énergie suffisante, ce qui correspondra à une vitesse minimum pour les ions exprimé avec le critère de Bohm.

Une forte polarisation d'une cible va créer un autre type de gaine appelée gaine haut-voltage formée par une gaine matrice d'ions qui s'étend en suivant la loi de Child-Law. Nous allons par la suite de ce travail montrer la relation entre la forme de la gaine dans la PIII et l'uniformité de du flux d'ions, ainsi que proposer des solutions afin d'éliminer les pertes de surface sur le wafer dues à un effet de gaine qui va agir comme une lentille électrostatique.

1. Introduction à l'effet de gaine-lentille électrostatique.[4,5,6]

Le bombardement d'ions sur une surface est un traitement très utilisé dans un grand nombre de traitements plasma de matériaux tels que la gravure RIE ou le dopage par implantation d'ions. L'uniformité du flux des ions vers la surface est un facteur critique, et de gros efforts sont dédiés à l'augmentation de la surface utilisable sur un wafer. De fait, les ions sont accélérés dans la gaine vers la surface et en heurtant celle-ci modifient ses propriétés.

Les dimensions du wafer et de son support déterminent la distribution des potentiels dans la gaine l'entourant ce qui va affecter très fortement les forces électrostatiques en découlant, les trajectoires des ions et conséquemment l'angle de collision de ceux-ci avec la surface. Des effets de convergence rendant le dosage en ion non uniforme et amenant à des surfaces passives (pas d'impacts ioniques) ont été étudié et expérimentalement rapportés [2,3] mais un manque de solutions pour améliorer l'uniformité du flux d'ion sur la surface a été rapporté.

Dans ce travail, nous rapportons des études théoriques et expérimentales sur la trajectoire des ions dans la gaine entourant un wafer immergé dans un plasma dans le but de proposer des solutions pour améliorer la distribution et le dosage des ions pour implantation d'ions. Des simulations et des observations dans un réacteur CCP asymétrique, puis un réacteur ICP à haute densité, en utilisant des wafers de dimensions différentes ont été réalisées pour ce travail.

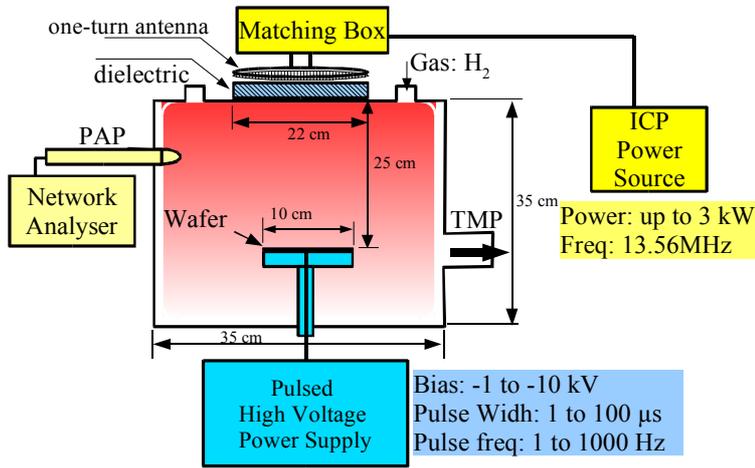


Fig2. Dispositif expérimental

Setup de type ICP pour implantation ionique à haute ratio : potentiel de polarisation /densité

2. Simulations et études théoriques

Supposons qu'un wafer de rayon r_w polarisé avec une impulsion d'amplitude $V_0 \ll V_{pi}$ de fréquence ν avec V_{pi} le potentiel du plasma. Si la largeur des impulsions est suffisamment grande (plus de quelques μs), une gaine se forme autour du wafer. La distribution des potentiels dans la gaine, $V(x, y=r, z)$ avec l'axe z perpendiculaire à la surface de la sonde est donnée par les équations de Poisson suivantes:

$$\Delta V = -\frac{e}{\epsilon_0} (n_+^*(V) - n_e^*(V)) \quad (1)$$

où,

$$n_+^*(V) = \frac{n_+}{2} \left(\frac{S_{sh}}{S(V)} \right) \sqrt{\frac{kT_+}{\pi e V}} \quad (2)$$

avec S_{sh} le bord de la gaine, $S(V)$ le contour de la surface de l'équipotential correspondant à V , T_+ la température des ions positifs et n_+ la densité des ions positifs. On a assumé que la distribution des électrons dans la gaine n_e^* était maxwellienne avec une température électronique T_e et une densité électronique dans le plasma n_e . La distribution des potentiels dans la gaine (projections 2D) et la trajectoire des ions vers un wafer de rayon $r_w = 75 \text{ mm}$ polarisé avec un potentiel $V = -15000 \text{ V}$ a été présentée ci-dessous fig.3 avec $n_+ = 10^{15}$ et $T_e = 3 \text{ eV}$.

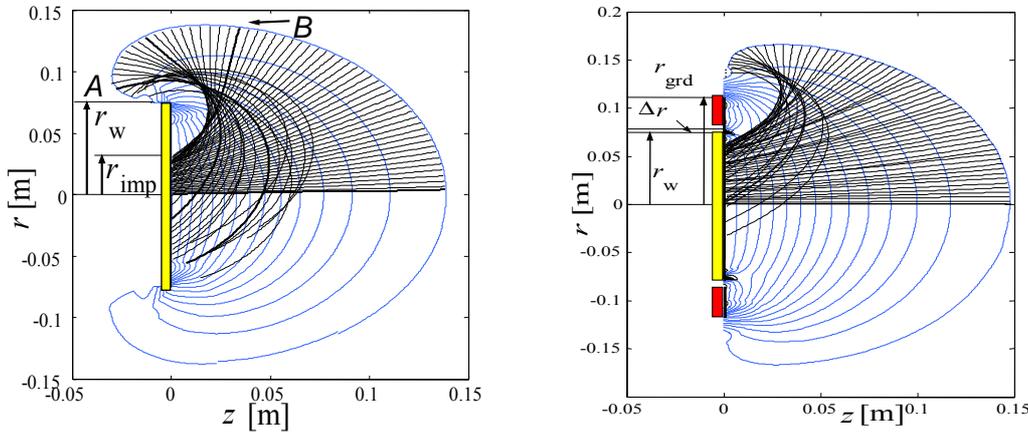


Fig.3 et 4 Cinétique des ions sans anneau de protection et avec anneau de protection

Distribution de potentiel (en bleu) et trajectoire (en noir) des ions $r_w = 75 \text{ mm}$ polarisé à $V_0 = -15000 \text{ V}$, avec $n_+ = 10^{15} \text{ m}^{-3}$ et $T_e = 3 \text{ eV}$.

Le flux ionique change de manière drastique avec r , amenant à une région passive près du bord du wafer (pas d'impact ionique) et une région étroite en forme d'anneau où une très forte densité de courant ionique apparaît. Ce phénomène est appelé convergence discrète. Les ions entrant dans la gaine des bords sont éjectés vers le centre du wafer heurtant la surface avec des angles d'incidence élevés. Ce phénomène est appelé convergence modale. Si r_{imp} est le rayon délimitant les surfaces actives et passives, sa valeur dépend de l'épaisseur de la gaine, des paramètres du plasma et de V_0 . Si un anneau de protection a été proposé, il n'est pas adapté dans tous les cas de figure. Fig.4 montre que l'effet peut apparaître malgré la protection. De plus l'augmentation des diamètres de ces anneaux de protection amène un coût supérieur pour les réacteurs de même que la modification de ceux utilisés présentement dans l'industrie électronique.

Une autre solution est d'introduire des anneaux verticaux sous la forme d'un cylindre entourant le support du wafer. Les simulations suivantes nous montrent que pour cette géométrie particulière la convergence se déplace sur l'anneau vertical.

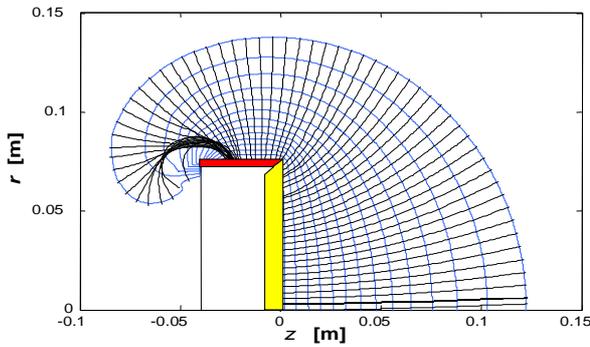


Fig.5 Cinétique avec anneau vertical

Anneau de protection vertical polarisé supporté par un cylindre de 150 mm de diamètre avec :
 $r_d=75$ mm,
 $n_+=10^{15}$ m⁻³, $T_e=3$ eV, $n_-=0$ et $V_0=15000$ V.

3. Résultats expérimentaux

Le réacteur utilisé est un réacteur RF (radiofréquences) ICP (Inductively Coupled Plasma). Afin d'obtenir un effet clairement visible et identifiable sur le wafer; le ratio « potentiel de polarisation sur densité » du plasma doit être contrôlé afin d'avoir une gaine de hauteur suffisante dans le but d'avoir une convergence discrète le plus proche possible du centre. Les densités observées étaient de l'ordre de grandeur de 10^{15} voir au maximum 10^{16} m⁻³ dans une gamme de pression évoluant de 20 à 200 mTorr. La polarisation a été réalisée par des impulsions variant de -7kV à -10kV selon les possibilités du set-up en place et de largeur d'impulsion de 20 à 50μs. Le design du support du wafer étant déterminant pour la forme de la gaine, de nouveaux stands ont du être élaborés. Ceux-ci peuvent accueillir des anneaux de protection des différents types précités: verticaux et horizontaux. On peut observer dans la photographie ci-dessous les effets de convergence sur un wafer de 100mm polarisé avec -10kV, 30μs et 34 Hz. Les points les plus clairs représentent des surfaces où la dose ionique a été la plus élevée.

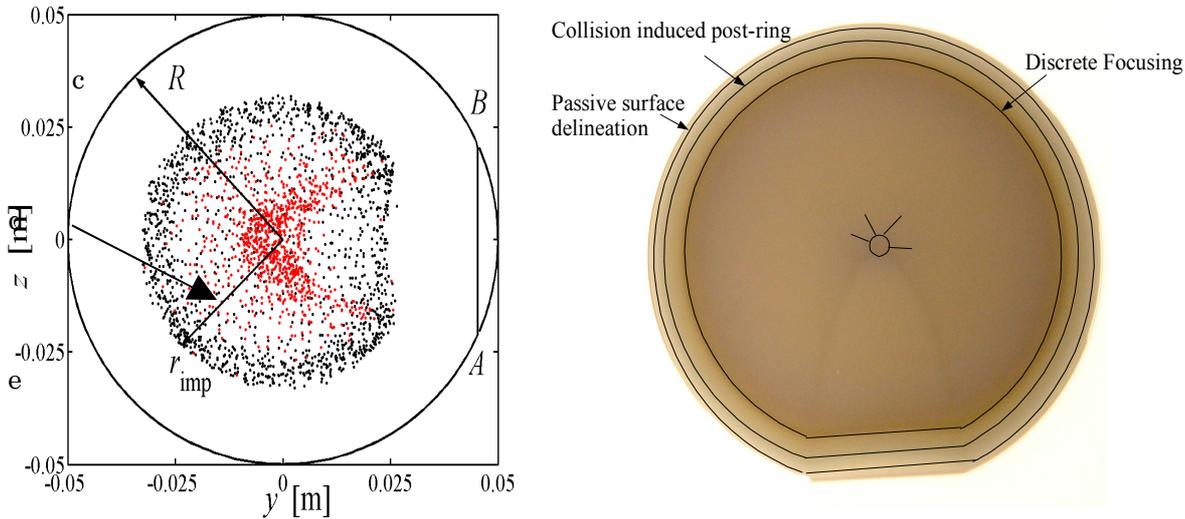


Fig.6 et 7 : Dose ionique sur un wafer de 10 cm simulation et expérience

L'évolution de la convergence discrète a été observée en variation de la densité plasma.

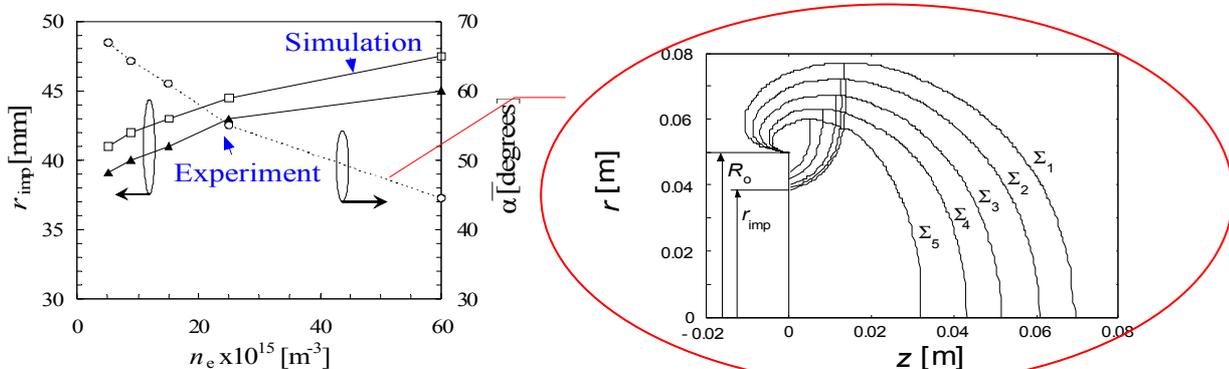


Fig.8 et 9 montre l'évolution du rayon d'impact en fonction de la densité du plasma et la simulation permettant de calculer le rayon d'impact.

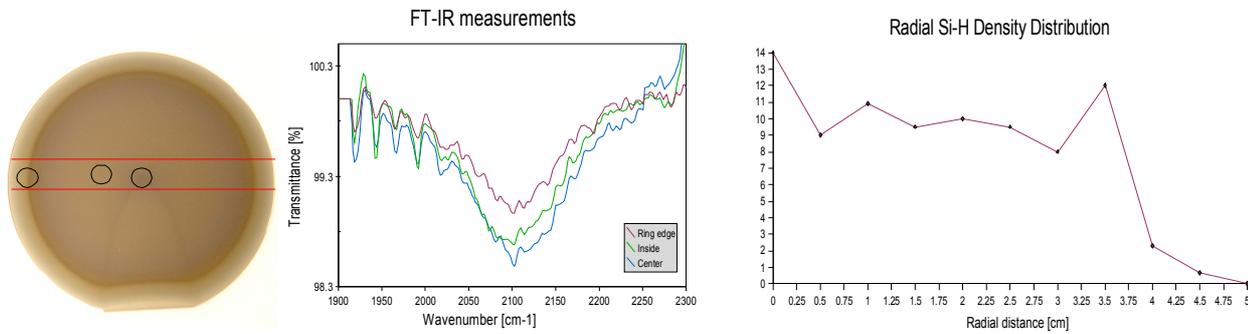


Fig. 10, 11 et 12 montrent la sélection des échantillons sur le wafer, l'analyse par spectroscopie infra rouge et la densité ionique obtenue à partir du spectre.

4. Conclusion de l'étude PIII.

Dans cette étude nous avons cherché à modéliser et montrer l'effet de lentille électrostatique déterminé par la forme de la gaine et son influence dans le traitement d'implantation ionique, mais aussi les remèdes aux problèmes rencontrés issus de cette compréhension des mécanismes. A partir de données expérimentales, des données ont été rassemblées et ont permis l'élaboration de modèles de cinétique d'ions à l'intérieur de la gaine afin de remédier aux problèmes industriels liés à cet effet. Une solution aisément implantable a été dégagée de cette étude avec un anneau de protection vertical qui va limiter l'effet de convergence sur la tranche latérale. La cinétique des ions dans ce cas a été modélisée et expérimentalement validée.

5. Applications des technologies de guidage ionique pour les nanotechnologie : IEJ [7]

5.1 Les matériaux supraconducteurs

La supraconductivité a été découverte dès 1911 dans le mercure par le Pr. Onnes. Depuis, 4 prix Nobel ont consacré l'importance de ce champ d'étude dans la communauté scientifique. La supraconductivité se définit par l'absence de résistance électrique et l'annulation du champ magnétique à l'intérieur du matériau (Effect Meisner). Un grand nombre d'applications des supraconducteurs pour la fabrication de superaimants ont permis l'émergence de trains à lévitations, de stockage d'énergie, d'imagerie médicale voir la perspective de contrôle de plasmas thermonucléaire par confinement électromagnétique lors d'expériences déjà effectuées ou à venir sur le projet JET, le projet CERN LHC ou le projet ITER.

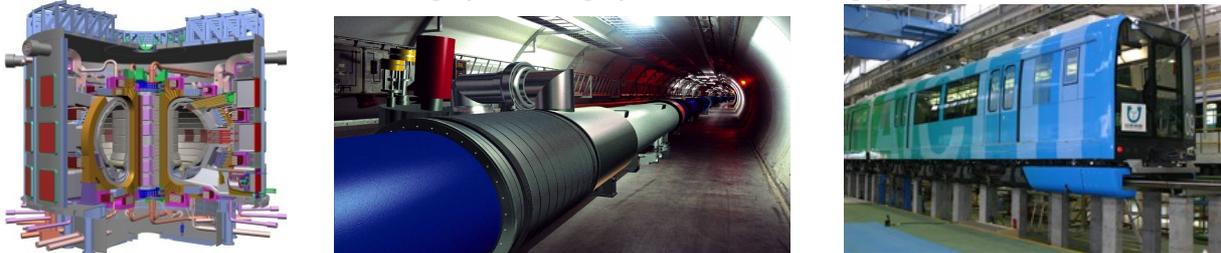


Fig. 13, 14, 15 montrent les projets ITER, LHC et le train magnétique LINIMO de l'exposition universelle AICHI

Depuis quelques années, un nombre de plus en plus grand de recherches portent sur l'utilisation de matériaux supraconducteurs dans la création de transistors. Les avantages de ce genre de transistors seraient une consommation négligeable, une diminution de la taille de ceux-ci, des interruptions à très hautes fréquences qui permettraient de radicalement accélérer la vitesse des circuits qui les utiliseraient (comme un microprocesseur par exemple). La création de transistors SFQ single flux quantum permettrait de diminuer la taille des transistors à quelques molécules.

5.2 Présentation des IEJ

Les Interface Engineered Josephson-Junction ou IEJ permettent dès aujourd'hui de réaliser des transistors à base de matériaux supraconducteurs. 10.000 de ces jonctions permettent de réaliser un circuit de la complexité d'un convertisseur analogique numérique, 100.000 de réaliser des microprocesseurs dédiés. Le problème majeur de ces IEJ est une difficulté de réalisation de ceux-ci, couplé à une difficulté de production en masse.

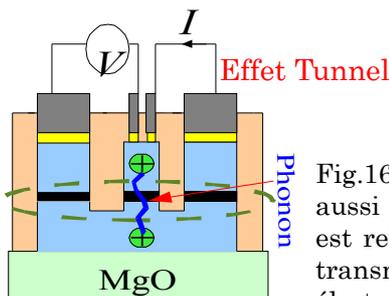


Fig.16 : IEJ est un interrupteur qui peut être utilisé dans les SQUIDS mais aussi pour de nouveaux types de transistors. La paire d'électrons de Cooper est relié par un phonon, ce qui permet de faire un effet tunnel, et donc de transmettre de l'information sans presque aucun courant (théoriquement un électron)

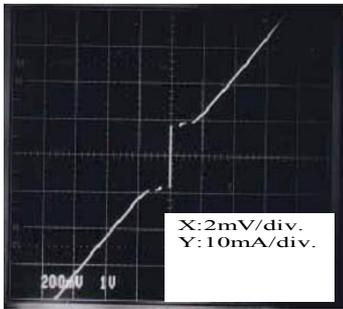


Fig.17 : On mesure la qualité de cette Iej en vérifiant la qualité à la sortie du signal que l'on met en entrée. Après un potentiel de seuil, on doit pouvoir observer l'effet tunnel, soit le courant dans l'autre électrode. Malheureusement, des problèmes de courts-circuits apparaissent dans un quart des Iej fabriquées.

5.3 Fabrication et problématique

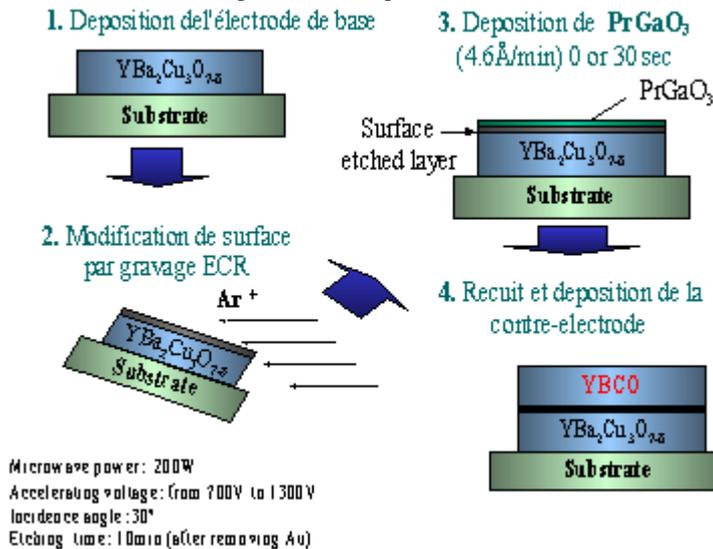


Fig.18 : fabrication de la couche de supraconducteurs

Le contrôle de la modification de surface permet de détruire la structure de la surface et de transformer le YBCO en un isolant qui permet de faire l'isolation nécessaire avant empreinte de la structure 3D par gravure plasma. Le problème principal vient de la non-homogénéité de la surface isolante créée par un faisceau ionique. L'étude présentée lors de la présentation portera sur la création de surfaces isolantes pour Iej par PIII.

6. Conclusion

La maîtrise du flux ionique en utilisant des anneaux de protection verticaux permet de modifier des nano-surfaces et permet la création de technologies plus performantes afin de créer les nano-objets et nano-composants de l'électronique de demain.

Bibliographie

- [1] "Principles of Plasma Discharge and Material Processing", M.A.Lieberman, A.J.Lichtenberg, Wiley 1994
- [2] "プラズマエレクトロニクス", 菅井秀郎 (H.Sugai), Inter University, Ohmsha 2000
- [3] "Physique des Plasmas" Jean-Marcel Rax, Sciences Sup; Dunod 2005
- [4] "Improvement of the Dose uniformity in PIII by introducing a vertical biased ring" E. Stamate N. Holtzer and H. Sugai, Thin Solid Films 2005 (in press)
- [5] "In the surface condition of Langmuir Probe in reactive plasma" E. Stamate et K.Ohe, Appl. Phys. Lett, 78 (2001) 153
- [6] "Complex ion-focusing effect by the sheath above the wafer in plasma immersion ion implantation" E. Stamate, N. Holtzer and H. Sugai, Appl. Phys. Lett. Vol.86, 261501, (2005)
- [7] "Preparation of ramp-edge Josephson junctions with natural barriers" A.Fujimaki; K Kawai, N Hayashi, M Horibe, M Maruyama, H Hayakawa, IEEE Trans. on Appl. Superconductivity 1999

Remerciements

Je souhaiterais vivement remercier le professeur Sugai et le COE Plasma-Nano sans qui je n'aurais pas pu participer à cette étude ainsi que tous les membres du laboratoire Sugai, et plus spécialement les Dr Stamate et Mezerette qui m'ont aidé à m'intégrer au groupe de recherche et à changer de thème malgré toutes les difficultés.

Je souhaiterais aussi remercier ceux qui ont permis l'obtention de la bourse Lavoisier-Japon suite aux résultats obtenus pendant la première année de thèse, et le professeur Fujimaki pour me donner la chance d'appliquer sur les SFQ les technologies de contrôle des trajectoires ioniques développées auparavant.

Le Registre du cancer au Québec

Mari HONDA, Tomohiro MATSUDA

Université Sophia, faculté de droit, 7-1, Kioi-cho, Chiyoda-ku, Tokyo, 102-8554

Tel. : 03-3238-3297 / 03-3308-1677(maison) - Fax. : 03-3308-1677

E-mail : m-honda@sophia.ac.jp

Résumé :

<résumé de la présentation, en français, environ 15 lignes>

Le registre du cancer est l'entreprise de garder, classer et analyser des renseignements collectés des patients, pour une baisse de l'incidence et des progrès du traitement. Au Japon, où on n'exécute pas complètement l'annonce du cancer, il y a des problèmes légaux et éthiques, par exemple le consentement ou rejet au registre, ainsi que la protection de l'information personnelle.

Cette présentation vise à se référer aux mesures Québécoises concernant la lutte contre le cancer. Le Québec, appartenant au Canada qui est soumis au droit anglo-saxon, hérite du droit français, donc on peut en dégager des suggestions utiles pour la législation comparative au Japon.

Au Québec, "le fichier des tumeurs du Québec" par le Ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) est un système central. L'accès aux renseignements permettant l'identification d'une personne est régi par la loi, en plus "la Commission d'accès à l'information" autorisera à recevoir des renseignements nominatifs à des fins d'étude, de recherche ou de statistique, sous certaines conditions. La Charte particulière au Québec (outre la Charte fédérale canadienne), la loi et le code civil stipulent la vie privée. De concert avec "le Registre canadien du cancer" et "l'Association nord-américaine des registres centraux de cancer", on projette le maintien de la confidentialité des données sur le droit de la personnalité.

Abstract :

<résumé de la présentation, en anglais ou japonais, environ 15 lignes>

がん登録は、がんの罹患減少および治療のために、患者から得られた情報を保管、整理ならびに分析する事業である。わが国においては、がんの病名告知が完全に行われていないこともあり、登録に対する同意や拒否、個人情報保護等の法的・倫理的な問題がある。

この発表は、がん対策の推進に関し、カナダ・ケベック州から示唆を得ることを目的とする。ケベック州は、英米法圏とされるカナダに属しながらもフランス法を引き継いでおり、法制度の構築にあたり比較法的な作業を行うわが国にとって、有益な示唆をもたらすものと思われるからである。

ケベック州では、保健福祉省 (MSSS) による「ケベック州腫瘍ファイル」が中心的な制度となる。個人を特定できるような情報へのアクセスは法律により規制され、「情報へのアクセスに関する委員会」が、記名情報の利用が正当かつ不可欠であり、秘密性が確保される場合にのみ、調査・研究または統計のための情報入手を許可する。私生活 (プライベート) については、カナダの連邦憲章に加えてケベック州が独自に有する「人権および自由に関する憲章」の他、「私的分野における個人情報保護法」ならびに「ケベック州民法典」が規定する。「カナダがん登録」や「北米がん登録」における連携のもと、人格権に基づくデータの秘密性の保持が図られている。

Introduction :

<Introduction de la présentation. Le choix de la langue laissé au rédacteur>

がんの病名告知は、医療現場において問題となっている。その一方で、医学的・疫学的研究による罹患の減少または治療のために、患者本人が知らないままに登録が行われるという可能性もある。個人情報保護との関連で、英米法圏であるカナダに属しながらもフランス法の伝統を有するケベック州のあり方を参考に、わが国のとるべき道を模索する。

<Corps de la présentation comprenant les **parties 1, 2, 3 etc.** Le choix de la langue laissé au rédacteur >

はじめに

I ケベック州のがん登録制度

1 データの収集

2 データの供給

II ケベック州の独自性

1 個人情報保護

2 カナダおよび北米における連携

おわりに

References

<Liste des références>

- Barbara von TIGERSTROM, Mylène DESCHÊNES, Bartha Maria KNOPPERS and Timothy A. CAULFIELD, Legal Regulation of Cancer Surveillance: Canadian and International Perspectives, Health Law Journal, vol.8, Univ. of Alberta, 2000, pp.8, 13, 35, Appendix A, p. vi.
- 保健福祉省のホームページより、Statistiques — Tumeurs, <http://www.msss.gouv.qc.ca/statistiques/tumeurs.html>
- Edited by D.M. Parkin, et al., Cancer Incidence in Five Continents, vol.8, IARC (2002), pp.148-149.

Remerciements

<Remerciements éventuels>

厚労科研「地域がん登録の法的倫理的環境整備に関する研究班」（主任研究者：丸山英二）

Le phosphatidylglycérol est le précurseur de la biosynthèse *de novo* de l'acide lysobisphosphatidique

F. Hullin-Matsuda^{1,2}, M. Murate¹, K. Kawasaki³, M. Lagarde², M. Nishijima³
and T. Kobayashi^{1,2}

¹ Sphingolipid Functions Laboratory, RIKEN, Wako-shi, Japan, ² UMR 585 INSERM/INSA, Villeurbanne, France, ³ Dept Biochemistry and Cell Biology, National Institute of Infectious Diseases, Tokyo, Japan.

Tel. : 048 467 9628 - Fax. : 048 467 9626

E-mail : hullin-matsuda@riken.jp

Résumé :

L'acide lysobisphosphatidique (LBPA) est un phospholipide particulier retrouvé enrichi dans les membranes internes des endosomes tardifs. Il joue un rôle crucial dans le remodelage de ces organelles, en particulier dans le transport intracellulaire du cholestérol. Peu de choses sont connues sur ses mécanismes de biosynthèse. Nous avons étudié la synthèse *de novo* du LBPA dans des lignées cellulaires thermo-sensibles déficientes en phosphatidylglycérophosphate synthase (PGP synthase), l'enzyme qui catalyse la première étape de la biosynthèse du phosphatidylglycérol (PG) et du cardiolipide (CL). Les cellules mutantes présentent une réduction significative du taux de synthèse du PG et du LBPA, ainsi que de leur contenu intracellulaire. De plus, les transformants transfectés avec le gène de la PGP synthase montrent une synthèse accrue du LBPA comparativement aux cellules mutantes et parentales. Nos résultats démontrent donc que le taux de biosynthèse et le contenu intracellulaire en LBPA sont étroitement corrélés à ceux du PG et donc que ce dernier est bien le *de novo* précurseur du LBPA. Comme la biosynthèse du PG est principalement localisée au niveau des mitochondries alors que le LBPA n'est retrouvé que dans les endosomes tardifs, il existe donc un transport lipidique actif de la mitochondrie aux endosomes tardifs.

Abstract :

Lysobisphosphatidic acid (LBPA) is a unique lipid enriched in the internal membranes of late endosomes. It plays a crucial role in the dynamic properties of these organelles and in particular, in the intracellular transport of cholesterol. Little is known about its biosynthesis. In order to study the *de novo* biosynthesis of LBPA, we used a temperature-sensitive Chinese hamster ovary (CHO) cell line mutant, PGS-S, which is defective in phosphatidylglycerophosphate synthase (PGP synthase) activity, which catalyzes the first step in the phosphatidylglycerol (PG) and Cardiolipin (CL) biosynthetic pathway. The defective mutant exhibits reduction in biosynthesis rate and cellular content of PG and CL. Interestingly, the PGS-S mutants transfected with the PGP synthase cDNA, *PGSI*, exhibited an increase of LBPA biosynthesis compared to the PGS-S mutants and CHO-K1 wild type. Our results show that both biosynthesis and content of LBPA are strongly correlated to those of PG, and thus indicate that PG is likely to be the *de novo* precursor of LBPA. Since PG biosynthesis and content are mainly restricted to mitochondria, the maintenance of LBPA in late endosome internal membranes might require an active lipid transport from mitochondria to late endosomes.

Introduction :

L'acide lysobisphosphatidique (LBPA) aussi appelé bis(monoacylglycero)phosphate (BMP), est un phospholipide particulier enrichi dans les membranes internes des endosomes tardifs où il participerait à la régulation du transport intracellulaire du cholestérol (1,2). Les endosomes

tardifs contiennent tout un système complexe de membranes internes impliquées dans la dégradation et le recyclage des protéines et des lipides. Au cours du processus d'endocytose, ces organelles fonctionnent non seulement comme des étapes obligatoires pour les molécules destinées à être dégradées (lipoprotéines de basse densité LDL, facteurs de croissance..) , mais aussi comme un compartiment majeur dans le tri protéique et/ou le trafic membranaire. Il est de plus en plus évident que certains lipides ne sont pas distribués de façon homogène dans les membranes endosomales contribuant ainsi à la formation d'une mosaïque de domaines membranaires structuraux et fonctionnels (3).

Le LBPA représente environ 1% des phospholipides totaux cellulaires et plus de 15% des phospholipides des endosomes tardifs. C'est un isomère structural du phosphatidylglycérol (PG). Toutefois, il possède une stéréoconfiguration très particulière : sn-1-glycérophospho-sn-1'-glycérol, le rendant résistant à l'action de la plupart des phospholipases. Malgré de nombreuses études, peu de choses sont connues sur les propriétés et la biosynthèse du LBPA. Toutefois, le taux de LBPA a pu être augmenté dans des cellules cultivées en présence de PG exogène (4), suggérant que ce dernier soit un précurseur pour la biosynthèse du LBPA.

Résultats :

Afin de trancher sur l'identité du précurseur naturel du LBPA, nous avons utilisé des lignées cellulaires CHO (Chinese Hamster Ovary) déficientes en PGP synthase , PGS-S (5,6). La phosphatidylglycérophosphate synthase (PGP synthase) catalyse la réaction nécessaire à la synthèse du phosphatidylglycérol (PG) qui sert de précurseur métabolique au cardiolipide (CL) retrouvé principalement dans la membrane des mitochondries. Ces cellules mutantes ont une activité PGP synthase thermosensible puisque des cellules cultivées à 33°C et 40°C, présentent une activité de l'ordre de 14 % et 1%, respectivement, comparativement à celle de la lignée sauvage CHO-K1. Ces mutants présentent aussi un défaut de synthèse de PG et CL ainsi qu'un défaut de croissance cellulaire, qui sont dans les 2 cas sensibles à la température.

A- Défaut de biosynthèse du LBPA dans les mutants PGS-S :

Après marquage des cellules avec du phosphore ³²P pendant différents temps et à différentes températures ainsi qu'à 33°C et 40°C, nous avons pu montrer que la biosynthèse du LBPA et son contenu intracellulaire sont diminués significativement comparativement aux cellules parentales (diminution de la biosynthèse de 70 % à 33°C et complète inhibition aux temps précoces de biosynthèse à 40°C). De plus, la synthèse et le contenu intracellulaire en PG sont corrélés à ceux du LBPA..

B- Restauration de la biosynthèse du LBPA dans les transformants PGS-S /cPGS1

Les transformants transfectés avec le gène de la PGP synthase montrent une synthèse accrue du LBPA comparativement aux cellules mutantes (augmentation de 5 fois de la synthèse) et parentales (augmentation de 2 fois de la synthèse).

Nos résultats démontrent donc que le taux de biosynthèse et le contenu intracellulaire en LBPA sont étroitement corrélés à ceux du PG et donc que ce dernier est bien le *de novo* précurseur du LBPA.

C- Altération de la structure des endosomes tardifs:

L'observation en microscopie à fluorescence et électronique des cellules déficientes en PGP synthase montrent une désorganisation complète des endosomes, renforçant le fait que le PG soit le précurseur endogène du LBPA et suggérant que le LBPA grâce à sa structure en cône et ses propriétés fusogènes régule la formation des membranes internes des endosomes tardifs.

Conclusion-Perspectives :

Nos résultats montrent donc pour la première fois le PG est le précurseur naturel du LBPA et que ce dernier est un constituant essentiel des endosomes tardifs, participant activement à la structure et à la dynamique de leurs membranes internes de ces organelles. Grâce à l'utilisation des lignées déficientes en phosphatidylglycérophosphate synthase, nous disposons d'un modèle pour étudier le rôle des membranes internes des endosomes tardifs et donc du LBPA dans le contrôle de l'homéostasie du cholestérol intracellulaire.

Références

- 1- Kobayashi T, Stang E, Fang KS, de Moerloose P, Parton RG and Gruenberg J. A lipid associated with antiphospholipid syndrome regulates endosome structure and function. *Nature*. 392. 193-197 (1998)
- 2- Kobayashi T, Beuchat MH, Lindsay M, Frias S, Palmiter RD, Sakuraba H, Parton RG and Gruenberg J. Late endosomal membranes rich in lysobis-phosphatidic acid regulate cholesterol transport. *Nature Cell Biol*. 1. 113-118 (1999)
- 3- Kobayashi T, Beuchat MH, Chevallier J, Makino A, Mayran N, Escola JM, Lebrand C, Cosson P, Kobayashi T and Gruenberg J. Separation and characterization of late endosomal membrane domains. *J.Biol.Chem*. 277. 32157-32164 (2002)
- 4- Amidon B, Schidtt JD, Thuren T, King L and Waite M. Biosynthetic conversion of phosphatidylglycerol to sn-1:sn-1' bis(monoacylglycero)phosphate in a macrophage-like cell line. *Biochemistry* 34:5554-5560 (1995).
- 5- Ohtsuka T, Nishijima M and Akamatsu Y. A somatic cell mutant defective in phosphatidylglycerophosphate synthase, with impaired phosphatidylglycerol and cardiolipin biosynthesis. *J. Biol. Chem.*, 268, 22908-22913. (1993)
- 6- Ohtsuka T, Nishijima M, Suzuki K, and Akamatsu Y. Mitochondrial dysfunction of a cultured Chinese hamster ovary cell mutant deficient in cardiolipin. *J Biol Chem.*, 268, 22914-22919 (1993)

Le titre

Le role de signal de notch sur la régulation des cellules souches de moëlle

Les objectifs

Les cellules souches de moëlle ont été découverts à l'établissement de culture *in vitro* des cellules hematopoïétiques, qui peuvent se différencier aux plusieurs sortes de cellules comme osteoblaste, neurone, myoblaste *etc.* L'importance des cellules souches de moëlle est actuellement bien reconnisé par l'aspect de la pluripotentialité et la facilité de manipulation. Mais, le mechanism de leur différenciation et prolifération est assez compliqué, ce qui nous donne la difficulté à les appliquer *in vivo*. Nous avons essayé de les anayser par un des principaux siganux des cellules souches, le signal de "Notch".

Le matériel et les méthodes

Une sorte des cellules souches de moëlle chez la souris qui s'appelle "Kusa" a été choisi comme le système modèle. Un gène qui peut controler le signal de Notch, qui s'appelle "Nov (maintenant CCN3) a été divisé aux plusieurs pièces et integé dans un vecteur pour la transfection. Les cellules qui expriment stablement les Novs modifiés ont été établies et nous avons les traité aux milieux de différenciation de osteoblaste ou de neurone.

Les renseignements

Chaque forme de Nov modifié a donné le différent type de différenciation. Particulièrement, une forme deletée a donné une très rapide différenciation à neurone. Nous essayons de chercher les gènes de "downstream" de ce type de Nov par l'aspect de signal de Notch.

L'impact attendu à long terme

L'application de gène Nov modifié aux cellules souches de moëlle peut nous donner le moyen pratique de la médecine de restitution.

Real-life demonstrations using IPv6 and mobility support mechanisms

Romain KUNTZ [1], Jean LORCHAT [2], Thierry ERNST [1]

[1] Keio University, Jun MURAI Laboratory
Shin-Kawasaki Town Campus 144-8 Ogura, Saiwai-ku, Kawasaki, Kanagawa, 212-0054
Tel. : +81 445 80 1600 – Fax. : +81 445 80 1437 E-mail : {ernst;kuntz}@sfc.wide.ad.jp

[2] Louis Pasteur University, Network Research Team
Pôle API – LSIIIT Boulevard Sébastien Brant BP10413 67412 ILLKIRCH CEDEX FRANCE
Tel. : +33 390 244 554 – Fax. : +33 390 244 455 E-mail : lorchat@clarinet.u-strasbg.fr

Résumé :

Nous commencerons par décrire dans ce papier les protocoles de communication de prochaine génération qui seront déployés au sein d'Internet dans un avenir proche. Nous traiterons d'IPv6, Mobile IPv6 et NEMO Basic Support, protocoles qui permettront à tout équipement IPv6, qu'il soit en la possession d'une personne ou intégré à une entité en déplacement (véhicule, fauteuil roulant, vélo, etc.) de demeurer connecté à Internet lors des déplacements. Nous expliquerons tout particulièrement en quoi leur utilisation pourra nous être bénéfique par rapport aux protocoles existants. Nous présenterons ensuite les travaux actuels du projet Nautilus6 relatifs aux efforts de validation et de déploiement de ces protocoles, à travers des démonstrations en conditions réelles. Nous décrirons notre plateforme mobile de démonstration et les équipements qui la composent, avec l'exemple E-Bicycle. Nous parlerons aussi des applications grand public qui peuvent être utilisées en environnement mobile, et que nous développons au sein de Nautilus6. Les démonstrations étant un excellent moyen de promouvoir ces nouvelles technologies auprès du public, nous expliquerons plus en détails les événements passés et à venir mettant en jeu la mobilité IP. Un de nos objectifs est de pouvoir informer le grand public lors d'une démonstration sur le Tour de France 2006.

Abstract :

In this paper, we will first describe the next generation communication protocols that will be deployed in the Internet in the near future. We will discuss about IPv6, Mobile IPv6 and NEMO Basic Support, protocols that will allow any IPv6 device, carried by people or embedded in a moving entity (vehicles, wheelchair, bicycle, etc.) to remain connected to the Internet while on the move. We will especially explain what advantages we can get from their usages compared to the existing protocols. We will then present the actual work done in the Nautilus6 Project about its effort in the validation and deployment of those protocols, through real-life demonstrations. We will describe our mobile demonstration platform and the equipments it is composed of, with E-Bicycle as an example. We will also speak about the end-user application softwares developed in Nautilus6 that can be used in mobile environment. As demonstrations are an excellent way to promote those new technologies to the public, we will explain in details the past and forthcoming events that use the IP mobility. One of our objectives is to inform the general public through a demonstration on the "Tour de France 2006" event.

Introduction

In a few years, wireless technologies have spread in cities with the deployment of hotspots, or at home with wireless routers provided by the Internet Service Providers. Most of the laptops and PDAs are sold today with at least one or two Internet wireless access technologies, such as WiFi or Bluetooth. Combined with the improvements done in the battery's lifetime field, people have gained in freedom and mobility with their equipments.

However, some limitations in the communication protocols prevent the devices carried by people or embedded in a moving entity (vehicles, wheelchair, bicycle, etc) to remain connected to the Internet while moving. One equipment, for instance carried by someone, can be involved in the movement (it is referred as host mobility) as well as one whole network (for instance in a car, it is referred as network mobility). A protocol that would allow those devices to switch transparently between their access technologies, and to move from one network (the one they have at home for example) to another (e.g the one offered at the bus stop in front of their house) while preserving all their ongoing communications is thus necessary.

The IPv6 protocol [IPV6] has been standardized to solve the inefficiencies of the IPv4 Protocol that is currently used for communications between nodes. The Mobile IPv6 protocol was designed to solve the host mobility problem, and has been extended to the NEMO Basic Support protocol to bring a solution for network mobility. Those protocols are already standardized at the IETF [IETF], and are currently being implemented and validated.

Nautilus6 [N6] is an academic project that belongs to the WIDE [WIDE] organization and which is hosted at Keio University [KEIO], Japan. The project is mostly financed by Japanese public funds and collaborate with French laboratories such as [ENST-B], [INT], [ULP], and France Telecom R&D. One of the goals of Nautilus6 is to demonstrate that the next generation Internet protocols (IPv6, Mobile IPv6 and NEMO Basic Support) are ready for deployment, through real-life and outdoor demonstrations, and the use of application softwares dedicated to mobility environments.

1. Benefits of IPv6 over IPv4

In today's Internet, most communications between end-to-end nodes are using the IP protocol. This protocol assigns a unique address to all nodes connected to the Internet, and provides the mechanisms to transport data between two nodes.

IP version 4 (known as IPv4) is the current version of this protocol and was the first widely deployed IP protocol. It was standardized 25 years ago. It is now suffering from several design problems and will certainly restrain the creation of new usages of the Internet. The most debated problem with IPv4 is the lack of addresses, but it is by far not the most important.

The need for addresses will increase in the near future. With the voice-over-IP becoming more and more popular, we can guess that billions of people will use an IP phone. Each vehicle will embed tens of IP sensors and some multimedia devices. Obviously, all of those equipments need an IP address. The lack of addresses that can be assigned with IPv4 was solved with the Network Address Translation (NAT) system. However, many peer-to-peer applications (such as video-conference or voice-over-IP softwares) suffer from this mechanism: with NAT, the real address of the host is not directly reachable from its correspondent. The communication cannot be directly established and sometimes need a third part.

We expect more and more equipments will be connected to the Internet, but the IPv4 protocol is not appropriate anymore to distribute and manage the IP addresses. The IPv4 scheme to allocate addresses is not based on any hierarchical scheme and the high fragmentation of address space will lead to a heavy load on backbone equipments (the routers). This is one of the most critical problems with the current IP protocol as it might cause the core routers of the Internet to stop working without prior notice.

Eventually, the IPv4 protocol has a monolithic design that makes it difficult to extend, and contains some mechanisms that prevent new protocols like mobile IP to work flawlessly.

As IPv4 cannot meet the demand anymore, the IPv6 protocol has been standardized in 1998. It can allocate much more addresses and allows to interconnect undecillions (10^{36}) of nodes at the same time [IPV6-BIG]. Nodes that connect to the Internet can automatically acquire an address thanks to the auto-configuration mechanism. IPv6 also simplifies the use of multicast, that allows many to many (including one to many) communications without wasting the bandwidth. In the multicast communications model, data is sent by the source only once towards a so-called group address. Corresponding nodes wishing to receive the flow only have to subscribe to this group address using specific mechanisms that trigger flow replication in the backbone on the closest router. This way, no duplicate copy of the flow is ever carried within the backbone, as it would be in the current (i.e. unicast) communication model.

Besides those core features, IPv6 also allows the integration of new features such as improved security, quality of service where IPv4 only provides best effort, and mobility mechanisms with Mobile IPv6 and NEMO Basic Support, that we describe in the next section.

The scalability offered by IPv6 will thus allow to interconnect any equipment and to design new services (such as connecting each car to the Internet) and new usages of the Internet (for instance use the vehicle connectivity for monitoring purposes) that we could not imagine with IPv4.

In France, IPv6 is now accessible for research and education [IPV6-RENATER] and some organizations are

working on its larger scale deployment [IPV6-TFF]. In Japan [IPV6-JP], some Internet Service Providers have started or are in the process to offer an IPv6 service this year. IPv6 is also a means to collaborations between France and Japan [JSF2003-TE].

2. The mobility protocols

When a node using an Internet wireless access physically moves, it can be at some point of time out of the coverage area of its access network and needs to move to another one. In addition, because distinct operators may operate or the public target is different (pedestrians, cars etc.), usually no single access technology can cover one big area (such as a city). The node thus has to select the best access technology available.

When a node moves from one access network to another or switches between its access technologies, it acquires a new IPv6 address and is not reachable to its previous one anymore. It implies that all current communications (for example streaming video from the Internet) are stopped and later restarted by the user or the application.

The Mobile IPv6 protocol has been defined to address those issues and allow the node to be always reachable at the same IPv6 address whatever the access network it uses. It allows the host to move transparently for the applications and the users, without the need to reset all the current connections each time the host moves to another access network.

Based on the same principles, NEMO Basic Support allows a whole IPv6 network to move from one access network to another transparently for all the nodes inside the moving network. For instance, such a moving network could be a Personal Area Network (PAN) carried by people, composed of a small router that would provide internet access to some devices (such as a PDA, a laptop, or any IPv6-compliant device). A train or a car offering on-board Internet connectivity to its passengers could also form such a moving network.

The Linux operating system now supports both Mobile IPv6 [MIPL2] and NEMO Basic Support [NEPL]. The *BSD operating systems also support both protocols [SHISA]. Nautilus6 has contributed to the NEMO Basic Support implementations on both systems, and uses them on its demonstration platforms.

We invite the reader of the present article to read [JSF2004-RK] in order to learn more about host and network mobility.

3. The real-life demonstrations

In order to demonstrate the applicability of the IPv6 and NEMO Basic Support protocols, the Nautilus6 project has already performed some indoor and outdoor public demonstrations in the past with a PAN-like moving network. Our demonstration platform embeds all the protocols and applications we want to validate [ITST]. We now use E-Bicycle which is a bicycle embedded with a small PAN that is permanently connected to the Internet thanks to the NEMO Basic Support protocol. Although readers may wonder what is the usefulness of a PAN on a bicycle, such a testbed is easy to bring somewhere and to move for demonstration purposes. It is also an ideal platform to improve our energy constraints. Keep in mind that such platform can easily be brought in a car, a train or any moving vehicles, but could also be used for real during a sports event, for tourism, by policemen or firemen in mountains areas etc.

The E-Bicycle demonstration testbed includes the possibility for every one to monitor the bicycle with a monitoring software. It is also possible to speak with the cyclist using voice-over-IP. We also plan to transmit a video stream from the bicycle to the correspondent on the Internet who want to follow the whereabouts of the cyclist. All of this while the biker is riding and moving between different access networks and access technologies.

In the following sections we describe the platform and its usages, and present the application softwares used on it.

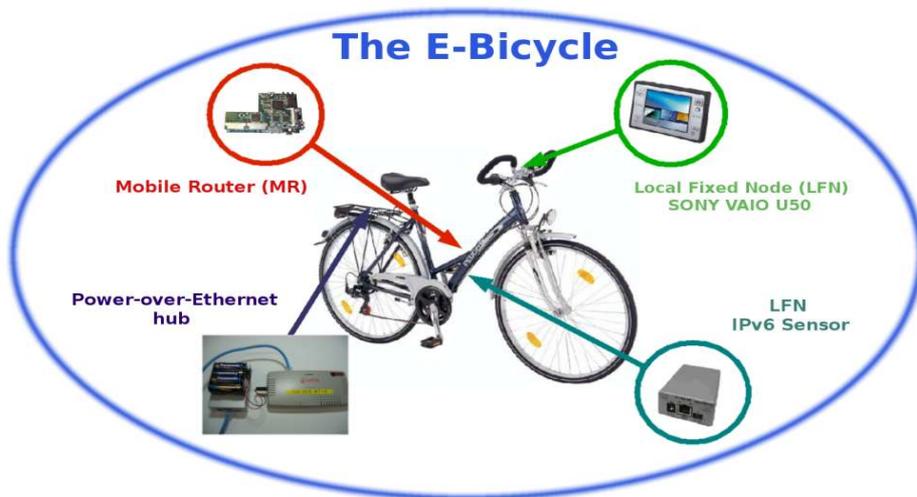
a. The hardware

Our testbed consists in a PAN that can be carried by the end-user and that integrates the protocols described in section 2. It is composed of:

- A mobile router (MR), which is the gateway between the moving network and the infrastructure. It provides Internet access to all the hosts behind the mobile router. This MR embeds several Internet access technologies, such as Ethernet, WiFi (802.11b), and 3G or 2G cellular card: it is said multihomed. Those 3 technologies allow the MR to get an access to the Internet wherever it is located. NEMO Basic Support is used to provide a permanent access between access points of the same technology (horizontal handoffs) and between access points of distinct technologies (vertical handoffs) while being mobile. The power and weight constraints prompted us to choose a light and low-consuming device: the SOEKRIS single board computer.

- The mobile network nodes (MNN) which are the nodes located behind the mobile router, in the moving network. We chose a Zaurus PDA and some IPv6 sensors. Those small sensors embeds an IPv6 stack and can be reachable to their IPv6 address. They can thus be remotely queried when the MR is connected to the Internet. Those sensors can provide the current temperature, humidity, direction, acceleration and geo-location (GPS coordinates) using the SNMP protocol. We can also bring an IPv6 camera or an usual laptop in this small network.

This PAN is generic and can fit in a bag, a car, or in our previous demonstrations, on a bicycle:

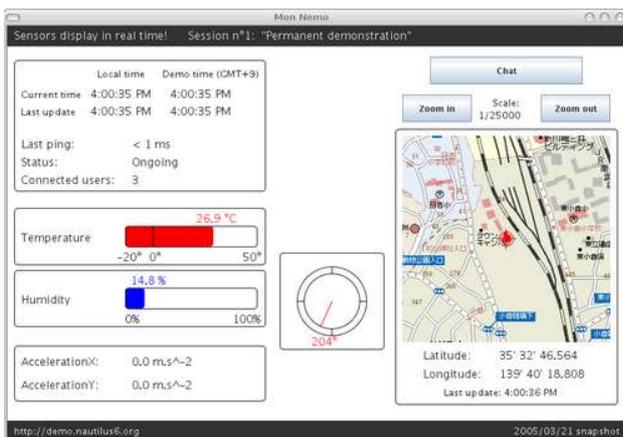


b. The applications

In order to have some attractive demonstrations for the end-user, Nautilus6 has developed several applications to be used in mobile environments. All the applications we describe here are freely available on Nautilus6 website [N6].

We have developed some applications to monitor the PAN from a remote computer:

- MonNemo is a monitoring software for a laptop located inside or outside the PAN. This application displays data provided by the IPv6 sensors that are setup in the PAN. A map is displayed with the current location of the PAN whose coordinates are provided by the GPS sensor. A chat is also available. MonNemo can be setup in the PAN for the user carrying it, but also on any remote PC that would like to follow the whereabouts of the PAN user from its computer. Written in JAVA, it is a modular application that can easily integrate new features.



- ZMS is an application that targets the PDA inside the PAN. It is used to display the sensor information (including coordinates on a map) on a dashboard and natively works on the PDA. However, thanks to the NEMO basic support protocol, it is also able to query positions from a database or even from other PANs wherever they are located. This application can also be run on a regular workstation to localize, track and monitor other moving PANs.

Using Voice-over-IP (VoIP) on E-Bicycle is a good and free solution to keep in touch with the cyclist. As NEMO Basic Support allows to keep the communication ongoing while being mobile, we can imagine to have calls between the cyclist and an Internet user, that may also be himself riding another E-Bicycle. For that purpose we have modified a VoIP phone to support IPv6:

- Kphone/PIv6 is a modified VoIP client. It uses the SIP protocol for signalization, which is a new standard and open protocol used in industry worldwide. The application itself was modified to support both the PDA and the next generation IPv6 at once. It is based on Kphone which is a common linux application and thus retains compatibility with this software.

c. Data gathering and analysis

The information collected during our experiments allows us to sample the inputs and outputs of the live operating mechanisms, as opposed to simulation, which is often used in protocol design. From these data we are able to infer some models about users behavior, efficiency of the protocol, etc. But statistics are also really useful to track protocol misbehaviors, bottlenecks and single points of failure that designers might have missed when thinking about the potential usages.

For all these reasons, we decided to prepare a protocol evaluation environment to be used in Nautilus6 deployments. This environment is made of two parts. A statistics collection server, the central part of the system, collects data from the users of the testbed. The second part is a software tool run on each user's station that constantly monitors chosen parameters and periodically reports them to the central server.

The kind of values that we are monitoring ranges from really generic statistics like the amount of data transferred, to really technical details regarding the wireless communications devices and the protocol mechanisms. Using this large database of events and values, we are able to evaluate the performances of chosen protocols. But this also allows us to know the impact of potential optimizations.

d. Past and forthcoming demonstrations

In march 2005, an E-Bicycle demonstration was performed for the first time, in a 100 kilometers bicycle trip from Shin-Kawasaki to Kamakura (Japan). As the wireless Internet access was not available during the trip, the MR of the PAN was equipped with two cellular cards: 3G, high bandwidth but expensive, and PHS, low bandwidth but cheap. A tunnel mechanism (DTCP) provided the IPv6 connectivity over the cellular access. Upon a failure of an access technology, the Mobile Router could switch automatically to the other available interface. When both access technologies were available, the MR could trigger a switch every 60 seconds on 3G, and 3 minutes on PHS. The experiment has lasted about 4 hours, where 13 correspondents have been connected at the same time to the PAN. From E-Bicycle, the biker could chat with its correspondents, receive some mails, and check his current position with the monitoring software. Each correspondent could get the current GPS position of the cyclist and regular pictures of the surrounding area, send messages to the biker through chat or e-mail, and get some information about the bicycle environment thanks to the IPv6 sensors.

Nautilus6 has now a will to setup a demonstration during the "Tour de France 2006" event to promote the use of IPv6 and mobility. The "Tour de France" is a professional cycling race that lasts three weeks. This event takes place every year and consists in a lap all over around France. As it is the third most important sport event in the world, this would be an excellent place to perform public demonstrations of E-Bicycle and promotion of the IPv6 technologies to the public.

The first stage is a short race that will take place in Strasbourg. If we can get high IPv6 connectivity through wireless LAN on the way, we could improve our E-Bicycle testbed and also allow the public not only to see pictures, but some live video streaming from the PAN using multicast.

The reader can get all relevant information about the demonstrations schedule on Nautilus6 website [N6].

Conclusion

Real-life experimentations are the best way to demonstrate the possible usages of IPv6, personal area networks and NEMO Basic Support. Collecting statistics during real-life testing to evaluate the performance of the system is mandatory to validate those protocols.

In the future, we plan to incrementally improve our test platform with new features that are currently under development. Security and advanced multihoming mechanisms will be integrated for demonstration and validation of the technology. Adaptive applications [JSF2004-FL] will allow to adapt to the network conditions according to some criterions such as bandwidth or price. For example, we can imagine that the PAN user uses some video-conference tools, and that both the video and audio are sent to its correspondent when its PAN is connected to the Internet using WiFi, but that only the audio would be sent when using 3G.

Our demonstration platform is generic enough to be adapted to many other usages. It could be used for health purposes, as we have imagined in the E-Wheelchair testbed [E-WHEEL], or be carried by people in a bag (E-Backpack).

Acknowledgement

The authors would like to thank Thierry ERNST, the chairman of the Nautilus6 Project, to give us the means to work on those topics, and also all Nautilus6 members that participate in developing our demonstration platforms.

References

- [EWHEEL] "E-Wheelchair: A Communication System Based on IPv6 and NEMO", Thierry ERNST
2nd International Conference On Smart homes and health Telematic ICOST, Singapore, October 2004
- [JSF2003-TE] "IPv6 et Cooperation Franco-Japonaise", Thierry ERNST, JSF2003
- [JSF2004-RK] "IPv6 Network Mobility, Usage and Demonstration", Romain KUNTZ, JSF 2004
Paper and poster: <http://www.nautilus6.org/doc.php>
- [JSF2004-FL] "Adaptive Applications and Usages of Mobility in IPv6", Francois LEIBER, JSF 2004
Paper and poster: <http://www.nautilus6.org/doc.php>
- [ITST] "A Live Light-Weight IPv6 Demonstration Platform for ITS Usages",
Thierry ERNST, Romain KUNTZ, Francois LEIBER,
3rd 5th International Conference on ITS Telecommunications (ITST), Brest, France, 27-29 June 2005
Paper and poster: <http://www.nautilus6.org/doc.php>
- [IPV6] IPv6 on Wikipedia, <http://en.wikipedia.org/wiki/IPv6>
- [IPV6-BIG] "Just how big is IPv6? - or where did all those addresses go?", Geoff HUSTON, The ISP Column
- [IPV6-RENATER] IPv6 in RENATER (France), <http://www.renater.fr/Reseau/IPv6/Index.htm>
- [IPV6-TFF] The IPv6 Task Force France (TFF), <http://www.fr.ipv6tf.org/>
- [IPV6-JP] News about IPv6 in Japan, <http://www.ipv6style.jp/en/news/>
- [N6] Nautilus6 Project <http://www.nautilus6.org>
- [WIDE] WIDE Project <http://www.wide.ad.jp>
- [IETF] The Internet Engineering Task Force <http://www.ietf.org>
- [MIPL2] Mobile IPv6 implementation for Linux 2.6
USAGI Project and Helsinki University of Technology, <http://www.mobile-ipv6.org>
- [NEPL] NEMO Basic Support implementation for Linux 2.6, based on MIPL2
Helsinki University of Technology and Nautilus6, <http://www.mobile-ipv6.org>
- [SHISA] Mobile IPv6 and NEMO Basic Support implementation for BSD,
KAME Project and Nautilus6, <http://www.kame.net>
- [KEIO] Keio University, Shonan Fujisawa Campus, <http://www.sfc.keio.ac.jp/>
- [ENST-B] Ecole Nationale Supérieure des Telecommunication de Bretagne, <http://www.enst-bretagne.fr>
- [INT] Institut National des Télécommunications, <http://www.int-evry.fr/>
- [ULP] Louis Pasteur University, Network Research Team, <http://www-r2.u-strasbg.fr/>

Capteur capacitif pour environnements corrosifs et la détection de faibles pressions

B. Larangot¹, S. Tanaka¹, M. Hiratsuka², Y. Kitamura³ and M. Esashi¹

¹ *Department of Nanomechanics, Tohoku University
6-6-01 Aza Aoba, Aramaki, Aoba-ku, Sendai, 980 8579, Japan*

² *Miyagi Oki Electric Co. Ltd*

³ *ANELVA Technix Corporation*

Tel. : 022-795-6256 - Fax. : 022-795-6259

E-mail : larangot@mems.mech.tohoku.ac.jp

Résumé :

Cet article présente un capteur de pression capacitif constitué d'un diaphragme à base de polysilicium et de carbure de silicium. Le carbure de silicium ou SiC déposé par vapeur chimique à basse pression (LPCVD) fournit une protection contre les agents chimiques corrosifs alors que le polysilicium, lui aussi déposé par LPCVD, permet d'accroître l'épaisseur et la rigidité du diaphragme. L'activation d'un NEG (Non-Evaporable Getter) placé dans une cavité de la structure permet de faire le vide à l'intérieur de celle-ci et de détecter de faibles pressions tout en ayant une plus grande sensibilité. Le principe de fonctionnement repose sur la mesure de la variation de la capacité due à une pression externe exercée sur le diaphragme. Les contraintes mécaniques du diaphragme ont été caractérisées afin de déterminer le diamètre du diaphragme pouvant répondre aux conditions requises pour des applications de gravure ionique sèche (RIE) dans la gamme de pression 0,05-2 Torr. Deux diaphragmes ont été fabriqués avec des diamètres de 2 mm et 4 mm, avec une épaisseur de 2 µm pouvant détecter en théorie des pressions maximales respectivement de 1,6 Torr et 0,4 Torr.

Abstract :

A capacitive vacuum sensor with a diaphragm made from a bi-layer of silicon carbide (SiC) and polysilicon is presented. The silicon carbide deposited by low-pressure chemical vapour deposition (LPCVD) provides a protection against erosive gases, while the polysilicon increases the thickness and the rigidity of the diaphragm. A Non-Evaporable Getter (NEG) placed inside a cavity of the structure enables to absorb gases and generate vacuum. Thus, a detection of low pressure with higher sensitivity can be reached. The principle of operation relies on a variation of capacity due to an external pressure applied on the diaphragm. The residual stress of the diaphragm has been characterized in order to get the diaphragm diameter and ensures the pressure detection in the range 0.05-2 Torr, which is corresponding to the reactive ion etching (RIE) applications. Diaphragms with 2 mm and 4 mm have been fabricated with a thickness about 2 µm to detect theoretically maximum pressure of 1.6 Torr and 0.4 Torr, respectively.

Introduction :

Estimé pour 2005 à environ 2 milliards de dollars Américains, la part de marché occupée par les capteurs de pression est l'une des plus importantes dans le domaine des MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) [1]. Le développement de capteurs de pression anti-corrosifs à base de carbure de silicium pour des environnements hostiles permet d'envisager une fabrication de masse et aussi de fournir une bonne résistance contre les attaques chimiques. Des capteurs de pression capacitifs [2] [3] et piezorésistifs [4] utilisant le carbure de silicium ont été fabriqués.

Dans cette étude, nous avons cherché à développer un capteur de pression capacitif ayant un diaphragme en carbure de silicium pouvant être envisagé pour des gravures sèches. Une chambre en silicium micro usinée permet le positionnement d'un NEG (Non-Evaporable Getter), qui après activation détermine la pression de référence à partir de laquelle le capteur de pression devient opérationnel. Nous proposons, ici, de décrire la structure ainsi que les caractérisations qui ont permis de définir les dimensions requises pour l'application que nous nous sommes fixés, en l'occurrence la

mesure de pression dans des réacteurs de gravure ionique réactive. Les travaux présentés dans cet article ne sont pas détaillés, une publication antérieure [5] offre une plus grande description sur l'étude menée avec notamment une étude sur la stabilité du cuivre CVD.

1. Design et fabrication du capteur de pression capacitif

La mesure de pression par le capteur se fait par l'intermédiaire du déplacement du diaphragme provoqué par la pression externe exercée sur celui-ci. La figure 1 montre la structure avant et après que le diaphragme ait été libéré lors de la dernière étape de fabrication. L'espace inter électrodes de la capacité, défini par la distance entre le diaphragme et le film métallique déposé dans une cavité en verre (fig.1), dépend de la pression appliquée. Une variation de pression peut ainsi être détectée par la mesure de la capacité.

Pour la réalisation de ce capteur de pression quatre substrats ont été nécessaires : deux en verre pyrex et deux en silicium. Deux premiers assemblages ont été effectués séparément utilisant la méthode de soudure anodique silicium/verre pyrex à une température de 380 °C pendant 15 minutes avec un voltage de -1000V. Un des assemblages comprend un substrat en silicium (partie 4 de la structure, fig.2) comprenant une bicouche polysilicium/carbure de silicium obtenue après dépôts LPCVD successifs (fig.1 et 2). L'ensemble des étapes de fabrication ont été présentées dans le papier de Hiratsuka *et al* [6], nous présentons ici qu'un résumé des étapes. Dans un premier temps, un substrat de verre micro usiné par *sand blast* est assemblé à un substrat de silicium ayant une faible résistivité électrique (fig.2). Après avoir déposé par pulvérisation cathodique les films Au/Pt/Cr au niveau des trous réalisés par *sand blast*, l'assemblage est plongé dans un bain à base d'éthylène diamine pyrocathocol (EDP) pour graver le silicium et former la cavité à l'intérieur de laquelle sera placé le NEG.

Un troisième substrat en verre pyrex est micro usiné en utilisant une gravure humide et un LASER femto seconde pour réaliser les connexions des électrodes (fig.1). Une déposition de cuivre CVD est utilisée pour couvrir les flancs verticaux du substrat de verre pyrex et achever les électrodes. Le quatrième substrat de silicium incluant la bicouche polysilicium/carbure de silicium est alors assemblé au substrat de verre pyrex couvert de cuivre CVD (fig.2). Le troisième et dernier assemblage utilise la soudure eutectique pour sceller et rendre hermétique la structure afin d'obtenir un bon niveau de vide. Pour finir, le diaphragme est libéré après avoir enlevé la bicouche polysilicium/carbure de silicium par gravure ionique réactive et mis l'assemblage dans un bain d'EDP. Dans cette étude 4 capteurs sont placés sur une puce de 20 mm x 20 mm et possèdent une épaisseur de 1,7 mm.

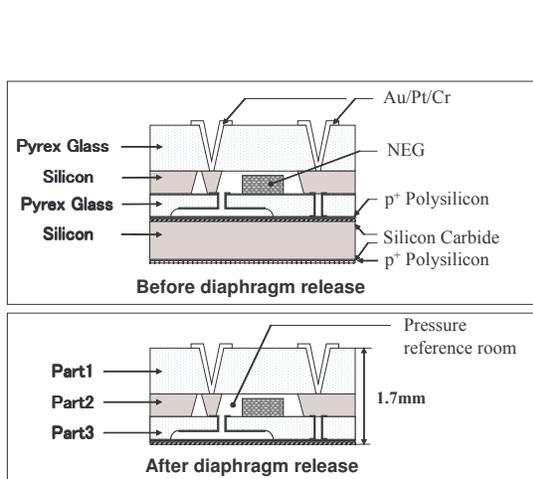


Figure 1. Vue en coupe du capteur de pression (a) avant et (b) après que le diaphragme soit libéré.

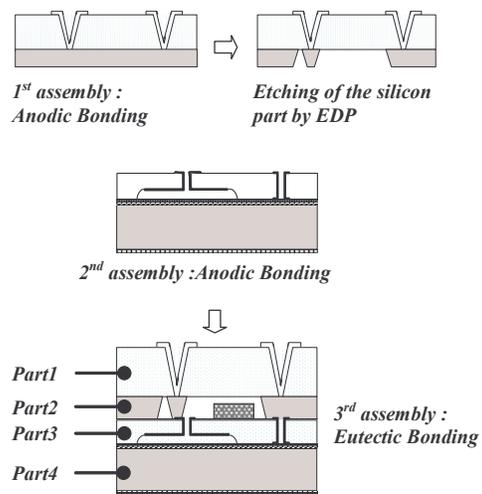


Figure 2. Etapes d'assemblage de la structure.

2. Caractérisation des contraintes mécaniques résiduelles et calcul des dimensions du diaphragme

Dans le but de connaître le stress résiduel du diaphragme, la déflexion du substrat fut mesurée avec un profilomètre mécanique avant et après déposition. Le stress résiduel fut alors calculé à partir de l'équation de Stoney [7], le tableau 1 montre les résultats obtenus à partir des données de Djurić *et al* [8]. Des épaisseurs différentes de polysilicium ont été étudiées avec une même et seule épaisseur de carbure de silicium de 1 µm (Tableau.1). Le stress du carbure de silicium déposé par LPCVD sur le substrat de silicium étant garanti par le fournisseur de substrats à 31 MPa, les contraintes mécaniques résiduelles du diaphragme dépendent de la couche de polysilicium (Tableau 1) et de ses propriétés. En se basant sur ces caractérisations, nous avons cherché à déterminer les dimensions pour lesquelles le capteur de pression pourrait être applicable à la mesure de pression variant entre 0,05 et 2 Torr, correspondant aux spécifications du manomètre Baratron[®] de type E28B. En s'appuyant sur les travaux de Chau *et al* [9] il a été possible d'établir la relation suivante :

$$P_m = \frac{3 \sigma h^2}{5a^2} \quad (1)$$

Où P_m représente la pression maximale pouvant être détectée pour un diaphragme de rayon a . h et σ étant respectivement l'épaisseur de diaphragme et la contrainte mécanique résiduelle du diaphragme. Plus de détails concernant cette relation sont donnés dans l'article de Larangot *et al* [5].

Le graphique de la figure 3 représente les résultats des calculs et montrent une possible détection dans la gamme 0,05-7 Torr. Pour ces calculs deux films en tension ont été choisis avec des épaisseurs de 970 et 2430 nm ayant pour stress respectifs 150 et 34 MPa. Dans notre étude nous avons donc choisi de procéder à la fabrication de deux diaphragmes de 2 et 4 mm de diamètre correspondant à une pression maximale pouvant être détectée de 1,6 et 0,4 Torr respectivement.

Matériau	Epaisseur	Stress
Polysilicium	960 ± 20 nm	150 ± 3 MPa
	2280 ± 150 nm	- 4 ± 38 MPa
SiC	1000 nm	31 MPa
Bicouche	1960 ± 20 nm	96 ± 2 MPa
	3280 ± 150 nm	7 ± 26 MPa

Tableau. 1. Caractérisation du film de polysilicium LPCVD après dopage par diffusion pendant 2 heures.

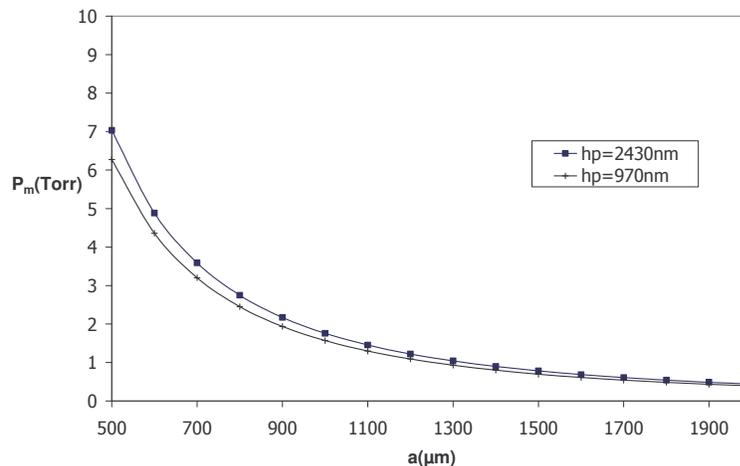


Figure 3. Pression maximale détectable P_m calculée pour un diaphragme ayant pour rayon a , une épaisseur de polysilicium h_p et une épaisseur de carbure de silicium de 1 µm.

3. Réalisation de la structure : assemblage par soudure eutectique et libération du diaphragme

Le choix du dernier assemblage de la structure s'est porté sur la soudure eutectique. Dans la plupart des cas la soudure anodique est employée pour avoir une bonne herméticité. Cependant, ce procédé ne peut pas être utilisé ici du fait que les électrodes servant à appliquer une différence de voltage lors de la soudure anodique sont en contact direct via les contacts électriques de la structure (fig.1). D'autre part, les gaz rejetés lors de la soudure anodique provoquent l'oxydation du cuivre CVD.

Pour réaliser la soudure eutectique, les films métalliques Au/Pt/Cr ont été déposés par pulvérisation cathodique sur le substrat de verre pyrex de l'assemblage 2 (fig.2). Afin de délimiter les zones utilisées pour l'assemblage, la technique de lift-off a été appliquée avec le film photosensible ORDYL TR440, Tokyo Ohka Kogyo. Avant de procéder à la soudure eutectique, le NEG est placé à l'intérieur de la cavité qui lui est prévue et est activé à 400°C pendant 30 min. Pendant cette activation, l'or forme avec le second substrat en silicium des liaisons (fig.2). La machine EVG 520 bonder permis d'appliquer une force de 5 N à des échantillons de 20 mm x 20 mm sous un vide de 0.01 mTorr et ainsi d'augmenter la qualité de la soudure eutectique.

La dernière étape de fabrication est la libération du diaphragme. Il est prévu à terme d'utiliser un bain d'EDP mais pour cette étude nous avons décidé d'avoir recours à la gravure ionique réactive profonde (DRIE). Ceci ayant pour avantage d'éviter l'intrusion d'EDP dans la structure et de détruire la structure lors d'un éventuel échec de l'assemblage par soudure eutectique. Une structure achevée par soudure eutectique est visible sur les figures 4 et 5 avec des diaphragmes libérés par DRIE.

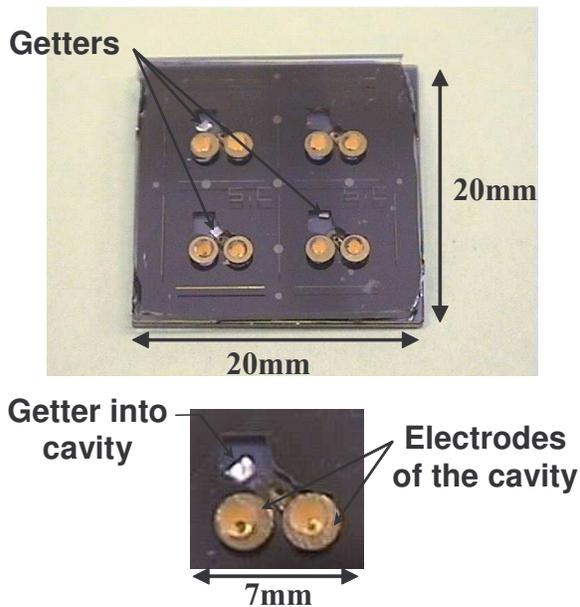
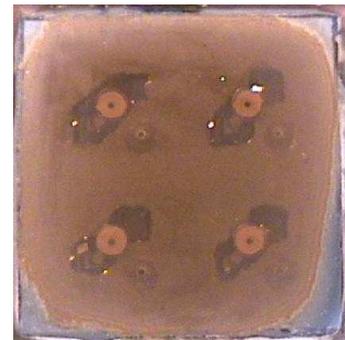


Figure 4. Vue de dessus du capteur de pression capacitif assemblé par soudure eutectique



(a)



(b)

Figure 5. (a) Vue de dessous du capteur de pression capacitif assemblé par soudure eutectique. 4 diaphragmes en polysilicium/carbure de silicium avec un diamètre de 2 mm et une épaisseur de 2 μm . (b) Vue élargie d'un diaphragme de 4 mm avec une épaisseur d'environ 2 μm , libérée par gravure ionique réactive profonde.

Conclusion :

Un capteur de pression capacitif a été fabriqué avec un diaphragme en carbure de silicium résistant aux environnements corrosifs. Le diaphragme est constitué d'une bicouche en polysilicium/carbure de silicium obtenue par dépôts successifs LPCVD. Nous avons étudié le stress résiduel du

diaphragme et déterminé les dimensions pour atteindre des valeurs de pression pouvant être détectées dans des réacteurs à gravure ionique réactive (0.05-2 Torr). La soudure eutectique assura le scellement du capteur de pression et un Non-Evaporable Getter (NEG) fut introduit pour absorber les gaz et permettre d'obtenir le vide à l'intérieur de la structure. Une première fabrication a pu être achevée en utilisant la gravure ionique réactive profonde (DRIE) pour libérer le diaphragme. Les prochains travaux porteront sur les caractérisations du microsysteme fabriqué.

Références

- [1] « Market analysis for Microsystems II, 2000-2005 », Nexus report, February 2002.
- [2] D. J. Young, J. Du, C. A. Zorman and W. H. Ko, « High Temperature Single-Crystal 3C-SiC Capacitive Pressure Sensor », IEEE Sensors journal, Vol. 4, No. 4, pp464-470, 2004.
- [3] L. S. Pakula, H. Yang, H. T. M. Pham and P. J. French and P. M. Sarro, « Fabrication of a CMOS compatible pressure sensor for harsh environments », J. Micromech. Microeng. 14, pp1478-1483, 2004.
- [4] R. S. Okojie, A. A. Ned and A. D. Kurtz. « Operation of $\alpha(6H)$ – SiC pressure sensor at 500 °C », Sensors and Actuators A66, pp200-204, 1998.
- [5] B. Larangot, S. Tanaka, M. Hiratsuka, Y. Kitamura, and M. Esashi, « Capacitive Vacuum Sensor With SiC Diaphragm For Harsh Environments », 22nd Sensor Symposium on Sensors, Micromachine and Applied Systems, Tower Hall Funabori, Tokyo (Japan), 20-21st October 2005.
- [6] M. Hiratsuka, Y. Kitamura, T. Koide, and M. Esashi, « Anti-Corrosive SiC Diaphragm Vacuum Sensor », International Conference on Electrical Engineering, Vol.3-2, pp745-748, 2004.
- [7] G. G. Stoney; « The Tension of Metallic Films Deposited by Electrolysis », Proceedings of the Royal Society (London), vol. A82, pp. 172-175, 1909.
- [8] Z. Djurić, M. Matić, J. Matović, R. Petrović and N. Simičić, « Experimental determination of silicon pressure sensor diaphragm deflection », Sensors and actuators A24, pp.175-179, 1990.
- [9] H. L. Chau and K. D. Wise, « Scaling Limits in Batch-Fabricated Silicon Pressure Sensors », IEEE Transactions on Electron Devices, Vol. ED-34, No.4, p850-858, 1987.

Sensory abilities of coral reef fish larvae in the detection of their settlement habitat**LECCHINI David, TSUCHIYA Makoto**

Laboratory of Ecology and Systematic - University of the Ryukyus. Nishihara, Okinawa 903-0213 Japan

Tel. : 098 895 2221 - Fax. : 098 895 8576

E-mail : lecchiniv-perp.fr

Abstract :

One of the great mysteries of fish ecology is how larvae locate the relatively rare patches of coral reef habitat on which they settle. The answer must lie partly in the sensory abilities of fish because it seems unlikely that successful settlement is solely a matter of chance. The objective of my post-doctorate attempts to estimate the sensory abilities of coral reef fish larvae when they search for a settlement habitat. Larval recognition of settlement habitat may involve the detection of conspecifics or of shelter characteristics determined by emissions of visual, chemical and mechanical cues. I conducted a series of laboratory experiments using larvae of *Chromis viridis* (damselfish). *C. viridis* larvae responded positively to visual, mechanical, and olfactory cues expressed by conspecifics. Larvae choose compartments of experimental arenas containing conspecifics in 75% of trials, and failed to show any significant directional responses to heterospecifics or coral substrates. Then, I conducted HPLC analyses of seawater containing *C. viridis* juveniles and isolated high concentrations of several organic compounds. Subsequent laboratory trials demonstrated that *C. viridis* larvae responded positively to only one of these organic compounds. This compound was characterized by a weak polarity and was detected at 230 nm with a 31-minute retention time in HPLC.

Résumé :

Un des grands mystères de l'écologie des poissons est de savoir comment les larves détectent les rares agrégats d'habitats sur lesquelles elles peuvent s'installer. La réponse doit se trouver dans le monde sensoriel des poissons car il est difficile d'imaginer que le succès de l'installation (trouver un habitat) soit seulement due à la chance. L'objectif du post-doctorat est d'estimer les capacités sensorielles des larves de poissons coralliens lorsqu'elles cherchent leur habitat d'installation. La reconnaissance de cet habitat implique la détection des conspécifiques ou de l'habitat grâce à l'émission de signaux visuels, chimiques et mécaniques. J'ai réalisé des expériences en laboratoire utilisant les larves de *Chromis viridis* (poisson demoiselle). Les larves de *C. viridis* sont attirées par les signaux visuels, chimiques et mécaniques émis par leurs conspécifiques. Les larves choisissent les compartiments des aquariums contenant les conspécifiques dans 75% des cas, et ne montrent aucune attraction vers les compartiments contenant des congénères ou l'habitat corallien. J'ai ensuite réalisé des analyses en HPLC sur de l'eau contenant des juvéniles de *C. viridis* et ainsi isolé des composés chimiques. Des expériences en aquarium ont ensuite démontrés que les larves de *C. viridis* étaient attirées par l'un de ces composés. Ce composé est caractérisé par une faible polarité et est détectable à 230 nm avec un temps de rétention de 31 minutes.

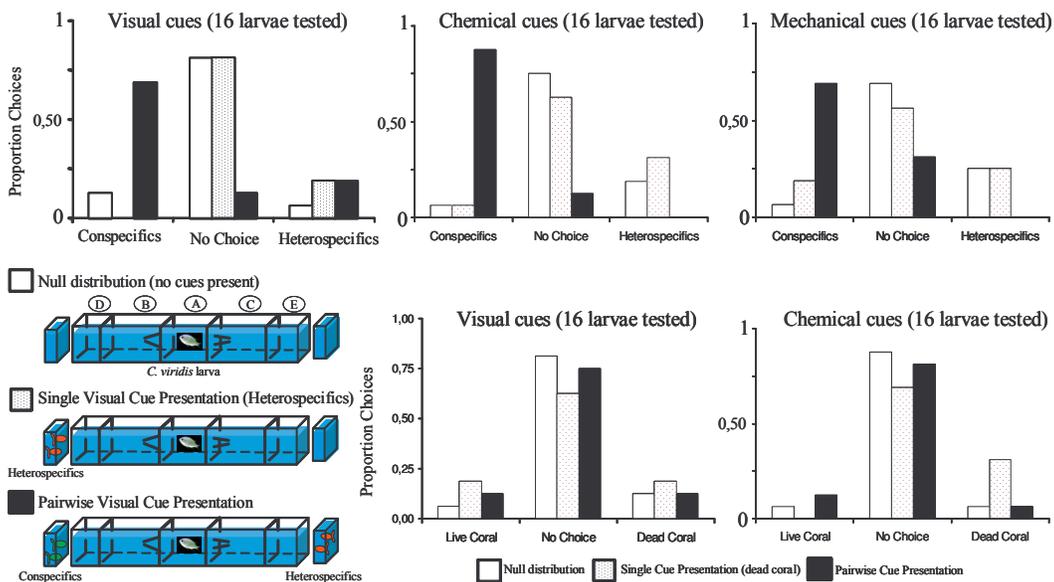
1) Introduction:

Perhaps one of the greatest challenges facing the majority of marine reef organisms with larval stages that potentially disperse and develop in offshore waters is how to relocate the relatively rare patches of coral reef habitat on which they settle and ultimately reside as adults. Once a larva of any taxon arrives upon a reef, it must locate a suitable micro-habitat in which to settle. Larval recognition of settlement habitat can be based on the detection of conspecifics already settled and/or of characteristics of coral habitat using visual (e.g. shape of a coral colony), chemical (e.g. an odour of anemone) and mechanical (e.g. vibratory or sound waves of fish) cues. The present study aimed to estimate the sensory modalities of coral reef fish larvae (example of *Chromis viridis*) for senses used in searching for their species' settlement habitat.

2) Laboratory experiments to determine ecological factors and sensory mechanisms underlying settlement choice

I used a series of laboratory experiments conducted on Kudaka Island (Ryukyu Archipelagos) to explore sensory abilities (visual, acoustic/vibratory, olfactory), and ecological determinants of settlement choices (conspecifics vs. heterospecific fishes vs. coral substrates) of *C. viridis* larvae. The experimental arena consists of an aquarium with five compartments (A–E), with A, B and C interconnected via funnels and D and E isolated from central compartments via plastic panels affixed with removable opaque barriers. Additional tanks on either side of arena are isolated from experimental arenas and mounted upon separate platforms to prevent transfer of vibratory signals. Experimental test subjects (fish larvae) are introduced into compartment A (one larva per arena), cues are presented in compartments B, C, D, E or tanks 1 or 2 (to test sensory mechanisms separately), and settlement choice is determined as the pattern of movement of test subjects to compartments B or C over 2-minute observation periods.

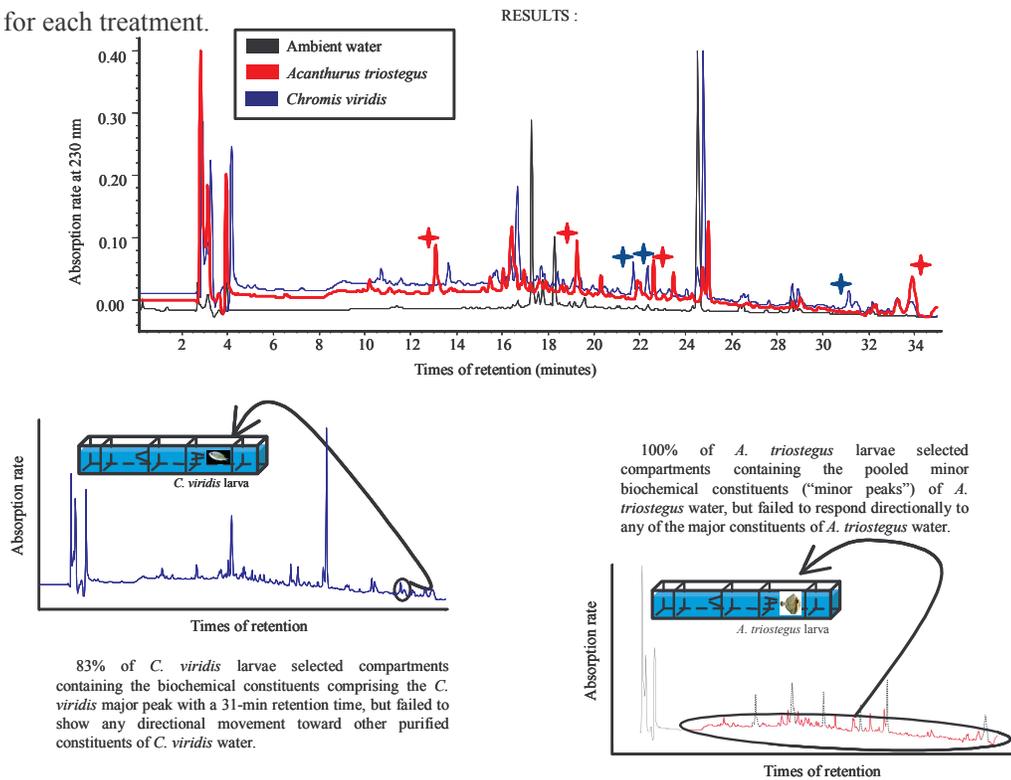
The main results acquired were illustrated below:



3) Biochemical analyses to detect, identify, isolate, and test specific chemical cues

I used high performance liquid chromatography (HPLC) to detect and isolate chemical compounds emitted by conspecifics and heterospecific fishes, and subsequently tested the attractive properties of these compounds on settling *C. viridis* in experimental arenas. I collected 2l of water from tanks containing (1) 10 juvenile *C. viridis* immersed for 6h, (2) 10 juvenile *Acanthurus triostegus* immersed for 6h, or (3) unoccupied (“ambient”) filtered seawater. The three different seawater collections (*C. viridis* seawater, *A. triostegus* seawater and ambient seawater) were analyzed and compared using standard HPLC procedures. I collected dominant “peaks” of chromatograms (discrete biochemical constituents of water) in separate eppendorf tubes. These compounds (or sets of compounds of similar chromatographic properties) were then lyophilized and dissolved.

I identified three major peaks indicating compounds uniquely associated with *C. viridis* (asterisk symbol) four major peaks uniquely associated with *A. triostegus*, and I constructed three additional treatments comprised of (i) pooled minor peaks of *C. viridis*, (ii) pooled minor peaks of *A. triostegus*, and (iii) pooled major and minor peaks of ambient seawater. The five treatments of *C. viridis* (three major peaks and pooled minor peaks of *C. viridis* + pooled peaks of ambient seawater) were introduced singly into a compartment (either B or C) of the experimental arenas (filled with pure artificial water), and the responses of six individual test subjects (*C. viridis* larvae) were evaluated for each treatment (as described above). The same experiment was conducted with six treatments of *A. triostegus* (four major peaks and pooled minor peaks of *A. triostegus* + pooled peaks of ambient seawater) and the responses of six individual test subjects (*A. triostegus* larvae) were evaluated for each treatment.



4) Perspectives

There exists little doubt that the Earth's biodiversity is declining, and habitat destruction and degradation are commonplace. Areas experiencing perturbation exhibit declines in adult populations leading to extirpation at a higher rate than in pristine habitat, and the persistence of species in the area becomes reliant on the "rescue" effect of settlement. However, we do not know if the decline of marine organisms in degraded island is solely due to increased mortality of juveniles and adults of reef organisms, or to a decrease in the settlement potential of the reef. Many habitat cues are present on all reef states, but depending on the state of the reef, the cues present may vary and lead to vastly different outcomes in terms of the habitat choice of marine organism larvae. How larvae balance the use of available cues to choose a habitat, particularly in the absence of a key settlement inducer or preferred habitat (assumed to be present on pristine reefs), is not well described. This is a fruitful avenue for future research.

Production d'énergie à partir d'une pile à combustible SOFC fonctionnant au méthane sec.

Etude de l'influence des matériaux d'anode

Caroline Levy¹, Nakamura, Shiko¹; Hasegawa, Shinichi¹; Yamahara, Keiji²;
Hanamura, Katsunori¹; Ihara, Manabu¹

1. Research Center for Carbon Recycling and Energy, Tokyo Institute of Technology,
2-12-1 Ookayama, Meguro-ku, Tokyo 152-8550

2. Mitsubishi Chemical Corporation, Tokyo, Japan

Tel. : 03-5734-3337 - Fax. : 03-5734-3337

E-mail : caroline@chem.titech.ac.jp

Résumé :

Le besoin croissant en énergie nécessite de trouver de nouvelles méthodes de production moins polluantes et plus respectueuses de l'environnement. La pile à combustible à oxyde solide (SOFC) est une alternative aux moyens de production actuels. Elle permet de générer de l'électricité de manière décentralisée et de diminuer l'émission de CO₂. Les piles à combustible fonctionnent en général avec de l'hydrogène, mais les difficultés technologiques liées au caractère dangereux du stockage de l'H₂, orientent les recherches vers des piles fonctionnant à partir d'hydrocarbures tels que le gaz naturel : le méthane (CH₄). Les études actuelles visent également à diminuer la température de fonctionnement de 1000°C à ~700°C. La réaction de production d'H₂ à partir du méthane a lieu dans le compartiment anodique. Les propriétés catalytiques pour la transformation du CH₄ en H₂ dépendent donc du matériau anodique. Le problème essentiel provient du cokage de l'anode sous CH₄ (dépôt de carbone) qui détruit l'activité catalytique de l'anode. Mon sujet de recherche porte sur l'étude d'une SOFC fonctionnant au méthane sec en évaluant les performances de différents matériaux d'anode. Les anodes utilisées sont des cermets de nickel (Ni) et d'oxyde de cérium dopée au Gadolinium (GDC) ou au Samarium (SDC) et les performances de la pile seront comparées à celles obtenues avec les anodes conventionnelles de Ni/ zircone yttrée (YSZ). La pile fonctionne entre 750°C et 900°C avec du méthane sec ou de l'H₂ (référence). Nous observons qu'avec une anode de Ni/ cérium dopée par Gd ou Sm les performances obtenues avec du CH₄ sont meilleures que celles relevées avec de l'H₂, alors que c'est l'inverse qui est observé avec une anode de Ni/YSZ.

Abstract :

The growing need in energy requires to find new methods of production more sustainable and less polluting for the environment. The solid oxide fuel cell (SOFC) is an alternative to the current means of production. It makes it possible to generate electricity in a decentralized way and to decrease the CO₂ emission. The fuel cells function in general with hydrogen, but the technological difficulties related to the hazardous character of the H₂ storage, direct research towards cells functioning with hydrocarbons such as natural gas: methane (CH₄). The present studies also intend to decrease the operating temperature from 1000°C to ~700°C. The reaction of production of H₂ starting from methane takes place in the anodic compartment. The catalytic properties for the transformation of the CH₄ into H₂ thus depend on anodic material. The essential problem comes from the cokage (carbon deposition) of the anode under CH₄, which destroys the catalytic activity of the anode. My research topic is carried out on the study of a SOFC working in a dry methane fuel following various anode materials. The used anodes are a cermet of nickel (Ni) and an oxide, the ceria doped with Gadolinium (GDC) or with Samarium (SDC) and the performances of the cell will be compared with those obtained with the conventional Ni / yttrium-stabilized zirconia (YSZ) anodes. The SOFC functions between 750°C and 900°C with dry methane or H₂ (reference). We observe that with a Ni/ Gd or Sm doped ceria anodes the performances obtained with CH₄ are better than those with H₂, whereas it's the opposite with an anode of Ni/YSZ.

Introduction :

La pile à combustible se présente comme une source d'énergie électrique alternative aux moyens de production actuels. Elle met en jeu une réaction électrochimique entre un combustible, comme l'hydrogène ou le méthane, et un comburant, qui est généralement de l'oxygène pris dans l'air. Dans le cas où elle est directement alimentée en H_2 , elle produit de l'eau, fournit de l'électricité et de la chaleur.

Même si les piles à combustible ne sont pas encore compétitives sur le plan économique, elles présentent toutefois l'avantage sur les autres technologies, d'avoir un meilleur rendement énergétique, de causer beaucoup moins de rejets polluants (NO_x , COV, poussières...) et de lutter contre les émissions de gaz à effet de serre, ainsi que de limiter considérablement les nuisances sonores. Ces arguments, généralement admis par l'ensemble de la communauté scientifique et des acteurs économiques, en font une alternative très probable au moteur thermique et une solution envisageable pour répondre dans l'avenir à la forte demande d'unités décentralisées de cogénération d'électricité et de chaleur, afin de limiter les problèmes de vieillissement des matériaux et de permettre l'utilisation d'interconnecteurs métalliques. La pile à oxyde solide (SOFC) est très bien adaptée pour les applications stationnaires, car sa température de fonctionnement très élevée (de l'ordre de $800^\circ C$) permet d'utiliser directement le gaz naturel sans reformage. De plus, la chaleur résiduelle peut être exploitée à son tour directement, ou servir à produire de l'électricité par le biais d'une turbine à gaz. Dans ce cas, le rendement global pourrait atteindre 80 %.

Les recherches actuelles s'orientent vers la synthèse de nouveaux matériaux permettant aux piles SOFCs de fonctionner à plus basse température que les $800-1000^\circ C$ actuellement utilisées. Un autre objectif important est le développement d'anodes capables de fonctionner avec du gaz naturel, sans souffrir de l'accumulation de carbone due au craquage catalytique. Il y a aujourd'hui deux obstacles majeurs au développement des applications commerciales des piles : des difficultés d'ordre technologique (compacité insuffisante, usure des matériaux trop rapide lors des cyclages, rendements énergétiques perfectibles) et les coûts de fabrication. Actuellement, les recherches visent à diminuer les coûts tout en améliorant les performances.

Principe de la pile :

Parmi les différents types de piles à combustible, la pile SOFC utilise un oxyde solide et met en œuvre des matériaux céramiques conducteurs ionique (conducteur d'oxygène), électronique (e^-) ou mixte (O^{2-} et e^-).

Une pile à combustible à électrolyte solide est composée de l'assemblage de cellules élémentaires tubulaires ou planes. Elle comporte un compartiment cathodique alimenté en comburant (air) et un compartiment anodique alimenté en combustible (H_2 ou CH_4 par exemple), séparées par deux électrodes poreuses canalisant les électrons, et un électrolyte solide dense intermédiaire conducteur des ions O^{2-} (Figure 1).

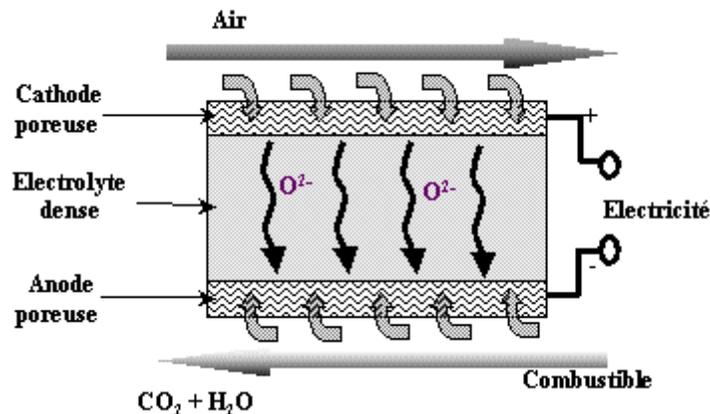


Figure 1 : Schéma d'une pile à combustible à électrolyte solide (SOFC) [1].

Les éléments de la pile :

L'anode étant la partie de la pile que nous allons spécifiquement étudier, la cathode et l'électrolyte vont être présentés brièvement.

a) La cathode :

La cathode est simultanément un collecteur de charge et le siège de la réduction de l'oxygène de l'air en ions O^{2-} qui vont diffuser à travers l'électrolyte. La cathode doit donc avoir de bonnes propriétés catalytiques et une conductivité électronique élevée. Les matériaux les plus couramment utilisés sont des pérovskites de manganite de lanthane (La,Sr)MnO_{3-δ} (LSM) [2].

b) L'électrolyte :

L'électrolyte sert à transporter les ions oxygène de la cathode vers l'anode. L'électrolyte le plus communément utilisé est en zircone yttrée (YSZ) mais sa conductivité est limitée pour l'instant aux hautes températures (>850°C). Les recherches actuelles portent à la fois sur la diminution de la température de fonctionnement et sur la diminution de la chute ohmique dans l'électrolyte solide. La diminution de la résistance de l'électrolyte peut être obtenue soit en réduisant l'épaisseur de ce matériau, soit en utilisant un matériau présentant une meilleure conductivité spécifique que celle de la zircone yttrée, tel que la cérine dopée au gadolinium (GDC). GDC présente à 800°C une conductivité ionique environ 5 fois plus grande que celle de la zircone stabilisée et à faible pression partielle d'oxygène (typiquement dans le compartiment anodique) [3], une part de conductivité électronique apparaît côté anodique, et le CGO peut être également utilisé comme matériau d'électrode (anode poreuse).

c) L'anode :

Pour une meilleure efficacité, les matériaux d'électrodes doivent posséder une porosité élevée pour faciliter le transport de molécules de gaz et augmenter la surface de contact électrodes-gaz, ceci afin d'accroître la surface de réaction. Le matériau d'électrode doit également présenter une surface de contact maximum avec l'électrolyte. On appelle point de triple contact (TPB) le lieu où la réaction d'oxydation de l'oxygène se produit dans la zone de contact entre la phase gazeuse, le conducteur électronique (fournissant les électrons) et le conducteur ionique. L'ensemble des points triples constitue une *ligne de contact* où se produit la réaction. L'électrode doit être poreuse pour acheminer le combustible et évacuer la vapeur d'eau formée. Dans le cas d'une alimentation de la pile en hydrogène, l'anode est un cermet poreux nickel/YSZ.

A l'anode, l'H₂, réagit avec les ions O^{2-} venant de l'électrolyte, pour former de l'eau et des électrons : $H_2 + O^{2-} \rightarrow H_2O + 2e^-$

Une innovation récente concerne le reformage interne du méthane au sein même de la pile (Figure 2) [4], ce qui apporterait des améliorations importantes : une réponse plus rapide aux variations de charge, un meilleur rendement du dispositif, un investissement inférieur et une grande compacité du système (installation plus simple sans réformeur additionnel). Par ailleurs la chaleur consommée par la réaction de reformage est fournie par la réaction électrochimique elle-même.

En effet, le fonctionnement à haute température des SOFCs permet de réaliser le *vaporeformage* du méthane, réaction endothermique imposant des températures de l'ordre de 800°C. Cela permet de produire le mélange de CO et de H₂, ce dernier étant nécessaire à la pile. En revanche, les difficultés rencontrées concernent les réactions formant du carbone (réaction de Boudouard ou de craquage du méthane). Il faut donc appliquer une forte pression partielle en vapeur d'eau pour y remédier. D'autre part, un refroidissement local lié à l'endothermicité de la réaction de reformage est préjudiciable à la durée de vie des cellules.

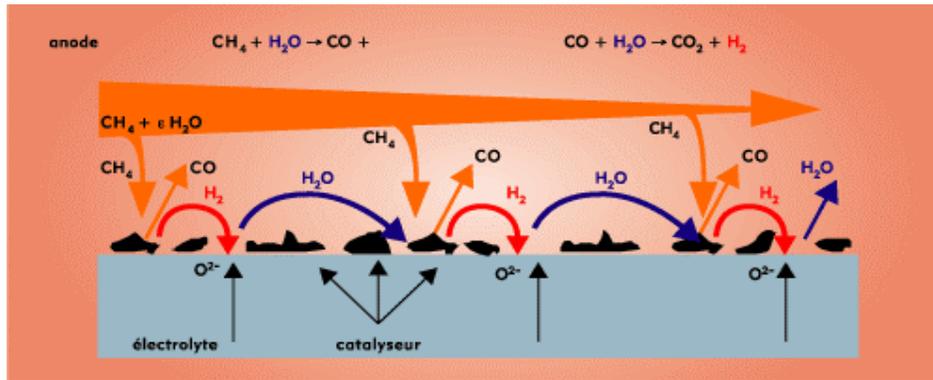


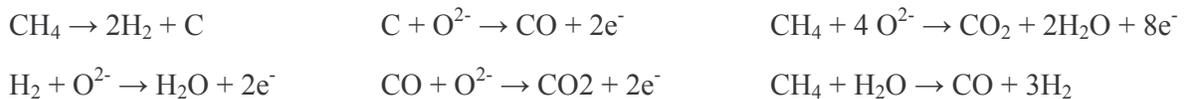
Figure 2 : Principe du reformage interne progressif du méthane [5]

d) Le combustible :

L'hydrogène est le combustible idéal pour une SOFC car il ne produit pas de rejets polluants tels que le CO ou le CO₂ et est directement utilisable par la pile. Cependant, l'hydrogène est très dangereux car explosif et il est très difficile à stocker, notamment dans des applications mobiles. Des combustibles de substitution sont donc à l'étude. Le combustible devra produire de l'hydrogène qui réagira avec les ions O²⁻ provenant de l'électrolyte. Le méthane est l'un des principaux candidats car c'est une énergie fossile facilement stockable et synthétisable. Nous avons donc choisi ce combustible dans notre étude. Comme la présence d'eau fait chuter l'efficacité de la pile, nous travaillons avec du méthane sec [6]. L'inconvénient, est que dans cette configuration du carbone se dépose facilement sur l'anode et diminue l'activité de l'électrode.

La capacité de transformation du méthane en hydrogène va dépendre des propriétés catalytiques du matériau d'anode sur lequel le CH₄ va réagir.

A l'anode, l'H₂, mais également le CH₄ et les produits de la réaction (CO et C) réagissent avec les ions O²⁻ venant de l'électrolyte, pour former de l'eau et des électrons :



Du fait de ces réactions en chaîne [6] un grand nombre d'électrons seront produits à partir d'une molécule de CH₄ et donc du courant. Le facteur limitant est le dépôt de carbone qui pollue les sites actifs de l'anode.

Résultats :

a) Fabrication de la cellule :

Dans notre étude, la pile est composée d'une cathode poreuse La_{0,85}Sr_{0,15}MnO₃ (LSM), d'un électrolyte dense de zircone yttrée (YSZ) et l'anode est un cermet de Nickel (Ni) et d'un oxyde mixte, la cérine dopée au Gadolinium (GDC) ou au Samarium (SDC). Une anode conventionnelle de Ni/ YSZ a également été réalisée. L'anode et la cathode sont déposées successivement sur les 2 faces du disque de YSZ par dépôt de couche à l'aide d'un masque et de la pâte de matériau désiré (Figure 3). Pour cela, au préalable, les poudres de GDC et SDC ont été synthétisées par la méthode glycine-nitrate qui permet d'obtenir des tailles de grains nanométriques. Des poudres commerciales ont également été utilisées. La pâte finale est obtenue en mélangeant la poudre de GDC (ou SDC) au Ni dans un mélangeur à billes, en proportion variant de 40 à 50% en poids, puis en ajoutant un agent de porosité et de viscosité. L'anode est traitée à 1300°C et la cathode à 1200°C.

b) Le montage expérimental :

La cellule est placée dans un appareillage cylindrique (Figure 4). La cathode est reliée à une mèche de Platine et l'anode à une mèche d'or pour récolter le courant. L'anode et la cathode possèdent chacune une électrode de travail (W) et une électrode de référence (R). Les potentiels W-W, W-R et R-R sont mesurés avec des multimètres et les « overpotential » sont déterminés avec des oscilloscopes.

Les expériences de production d'électricité ont été effectuées sous H₂ et CH₄ sec en faisant varier le flux de gaz et à températures entre 900°C et 750°C Ni/YSZ..

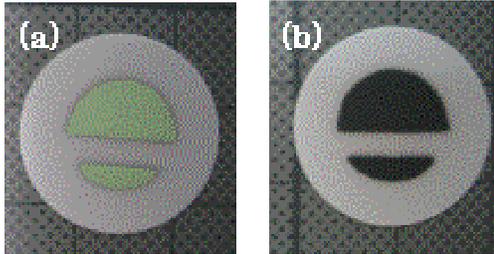


Figure 3: (a) Anode (GDC) et (b) cathode (LSM) déposées sur un électrolyte de YSZ (la grande électrode est l'électrode de travail et la petite, l'électrode de référence).



Figure 4: Appareillage

c) Mesure de génération d'électricité :

Le rapport entre la densité de courant (i) et l'activité de l'oxygène (a_o), calculée à partir du potentiel d'anode, a été tracé dans un graphique logarithmique (Figure 5). Nous observons que la densité de courant est plus élevée sous CH₄ et sous H₂ avec des anodes de Ni/GDC et Ni/SDC qu'avec Ni/YSZ lorsque l'activité de l'oxygène (a_o) est constante. De plus, pour les anodes de Ni/GDC et Ni/SDC, la densité de courant est plus élevée sous CH₄ que sous H₂ avec a_o constante (Figure 6), alors qu'elle diminue avec une anode de Ni/YSZ. Les pentes des droites pour les anodes Ni/YSZ et Ni/GDC, SDC sous H₂ sont ~1 et 0.5~0.8 respectivement.. Les pentes inférieures à 1 indiquent que le recouvrement de l'oxygène au point triple (TPB) est probablement plus important sur Ni/GDC ou SDC que celui sur Ni/YSZ. Avec une anode de Ni/GDC, à 800°C, les droites sont similaires à celles obtenues à 900°C sous CH₄.

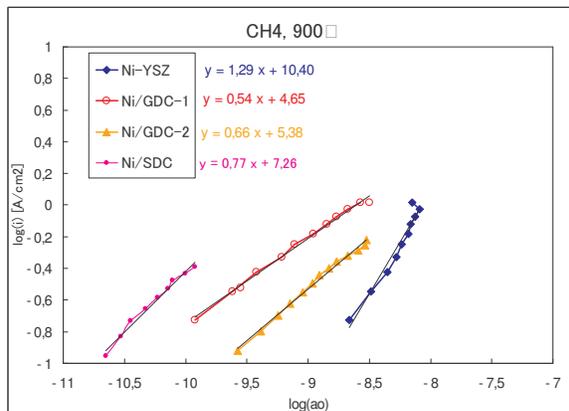


Figure 5: Variation de la densité de courant en fonction de l'activité de l'oxygène sous CH₄ à utilisation de combustible constante

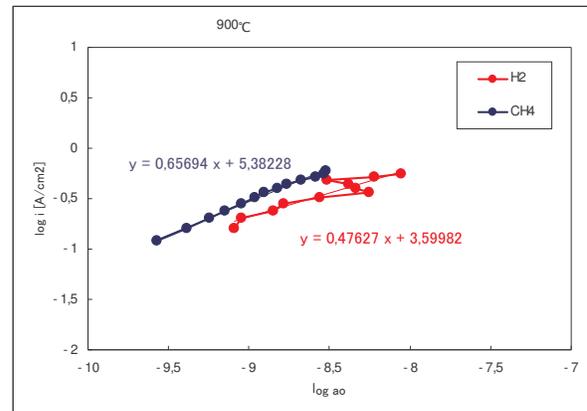


Figure 6: Variation de la densité de courant en fonction de l'activité de l'oxygène sous H₂ et sous CH₄.

Nous observons qu'avec une anode de Ni/SDC les performances sous CH₄ sont meilleures que sous H₂ (Figure 7).

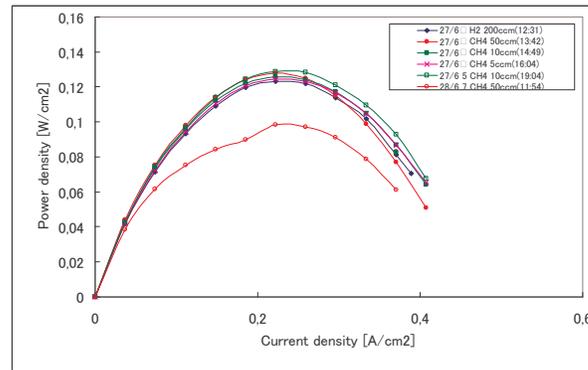


Figure 7: Densité de puissance en fonction du combustible et du flux de méthane avec l'anode de Ni/SDC.

Les résultats obtenus avec des anodes de Ni/SDC et Ni/GDC sont encourageants pour une pile fonctionnant avec du méthane sec. Le but de ce projet va être de développer des anodes plus performantes où le dépôt catalytique du carbone sur la surface de l'anode sera évité et qui fonctionneront à plus basse température.

References

- [1] C. Guizard and A. Julbe, *Nanophase ceramic ion transport membranes for oxygen separation and gas stream enrichment*, in Recent advances in gas separation by microporous ceramic membranes, Membrane Science and Technology series, 6, N. K. Kanellopoulos, Ed.: Elsevier Science, 2000, p.435.
- [2] S.P. Jiang, *Issues on development of (La,Sr)MnO₃ cathode for solid oxide fuel cells*. Journal of Power Sources, 2003. **124**(2): p. 390.
- [3] B. C. H. Steele, *Appraisal of Ce_{1-y}Gd_yO_{2-y/2} electrolytes for IT-SOFC operation at 500°C*, Solid State Ionics, 2000, vol. 129, p.95.
- [4] R. Peters, et al., *Internal reforming of methane in solid oxide fuel cell systems*. Journal of Power Sources, 2002. **106**(1-2): p. 238.
- [5] P. Vernoux, *Reformage interne progressif du méthane dans les piles à combustible à oxyde électrolyte solide*, thèse de doctorat, Grenoble: INPG, 1998
- [6] M. Ihara, K. Matsuda, H. Sato, C. Yokoyama, *Characteristics of SOFC with Ni/GDC cermet anode in pure dry methane fuel*, 5th European Solid Oxide Fuel Cell Forum, 2002, vol.1, p.523.

Mécanismes moléculaires de résistance au stress oxydatif et longévité chez la drosophile

List O., Tanaka M., Umeda Y., Togawa T., Matsuo T., Aigaki T.
Department of Biological Sciences
Tokyo Metropolitan University, 1-1 Minami-osawa, Hachioji-shi
192-0397 Tokyo JAPAN
Tel. : 0426-77-2575 - Fax. : 0426-77-2559
E-mail : list@comp.metro-u.ac.jp

Résumé :

Drosophila melanogaster est un excellent modèle pour l'étude des processus biologiques ayant une implication dans la détermination du vieillissement et de la longévité. Il a été montré que certaines mouches transgéniques surexprimant des gènes codant pour des enzymes antioxydantes, telles la superoxyde dismutase (SOD) ainsi qu'une catalase présentent une augmentation de la durée de vie. Il a aussi été démontré que des mutations affectant la voie insuline/insuline-like growth factor affectent la durée de vie et la sensibilité des individus à différents stress. Un screening a été effectué pour identifier des gènes qui lors de leur surexpression chez l'adulte augmentent leur durée de vie. 13 gènes ont été identifiés, dont 6 semblent être impliqués dans les processus de résistance au stress. Ces résultats nous ont conduit à chercher des gènes conférant une résistance au stress oxydatif lorsqu'ils sont surexprimés. Le laboratoire a récemment développé une méthode pour une mesure efficace de cette résistance chez la drosophile. Le système a permis de « screener » environ 3000 gènes, et d'identifier les gènes candidats qui pourraient être impliqués dans la résistance au stress oxydatif et dans la longévité. Dans ce projet, nous allons confirmer les phénotypes observés lors de la surexpression de ces gènes candidats et caractériser leurs fonctions en détail, et plus spécifiquement celle du gène *grappa* qui a été identifié durant les études préliminaires.

Abstract :

The fruit fly, *Drosophila melanogaster*, is an excellent model system for the study of complex biological processes including the mechanisms of aging and longevity determination. Transgenic flies overexpressing the genes encoding antioxidant enzymes, such as superoxide dismutase (SOD) and catalase harbour an increase of lifespan. It has been also demonstrated that mutations in genes involved in the insulin/insulin-like growth factor (IGF) pathway (*i.e.* IGF receptor) affected life span and sensitivity to various stresses. We have conducted a conditional gene misexpression screen to identify genes, whose overexpression in adult stages extends life span. We identified 13 genes, and 6 of them are suggested to be related to stress resistance or redox balance. These results suggested us to look for genes that confer oxidative resistance when overexpressed. We recently established a method for the efficient measurement of oxidative stress resistance in *Drosophila*, using a commercially available activity monitor. Using the system, we screened about 3,000 genes, and identified candidate genes that might be involved in the oxidative stress resistance and longevity. In this study we will confirm the phenotype of these candidate genes, and characterize the genes' function in detail and more precisely the *grappa* gene that have been identified during the first studies.

Introduction :

Le stress oxydatif a été admis comme une cause majeure du vieillissement (Boulianne 2001; Finkel and Holbrook 2000). La compréhension des mécanismes moléculaires de résistance au stress oxydatif est cruciale dans le développement de stratégies de lutte contre les maladies apparaissant avec l'âge comme la maladie d'Alzheimer.

Drosophila melanogaster est un excellent modèle pour l'étude des processus biologiques ayant une

implication dans la détermination du vieillissement et de la longévité ainsi que pour l'étude du stress oxydatif. En effet, le cycle de vie de la Drosophile étant très court, il est facile de mesurer sa durée et ce sur de multiples générations successives. De plus, il existe différentes techniques moléculaires permettant de manipuler le génome, ce qui permet l'étude des processus moléculaires conduisant à tels ou tels phénotypes. Il existe aussi beaucoup de lignées mutantes de drosophile, cela permet de connaître l'effet d'un gène lorsque celui-ci n'est pas exprimé.

Différentes mutations, caractérisées chez différents organismes modèles, prouvent qu'il existe un lien entre la résistance au stress oxydatif et la longévité. Par exemple, le mutant de drosophile chico, dont le gène en cause est impliqué dans la voie insuline/IGF présente une augmentation de la durée de vie, ainsi qu'une résistance au stress oxydatif (Clancy *et al.*, 2001), ce phénotype se retrouve aussi chez *Caenorhabditis elegans* (Tatar *et al.*, 2003). Sun and Tower (1999) ont montré que, chez la drosophile, la surexpression de gènes codant pour des enzymes antioxydantes (Cu/ZnSOD) augmente la durée de vie.

L'identification de mutations jouant un rôle dans la résistance au stress oxydatif pourrait faciliter la compréhension des mécanismes moléculaires impliqués dans les défenses contre le stress oxydatif et donc contre le vieillissement. L'équipe du professeur Aigaki a donc développé un système permettant de mesurer la résistance au stress oxydatif de mutants surexprimant ou non un gène candidat (Kaneuchi *et al.*, 2003), ceci grâce à un système moléculaire d'expression conditionnel du gène, le « gene search system » (Toba *et al.*, 1999). Ce système a permis de tester plus de 3000 gènes et d'en identifier certains qui pourraient être impliqués dans le processus de résistance au stress oxydatif. Le but de ce projet est de confirmer ces premières observations et comprendre le fonctionnement de ces gènes.

Le « Gene Search System »

Le « gene search system » est un système génétique permettant de surexprimer un gène sous certaines conditions.

Pour cela, deux lignées de drosophiles sont croisées, la première portant un insert GS (Gene Search) devant le gène d'intérêt, la seconde portant un insert constitué d'un promoteur *hsp70* qui active la transcription d'un facteur de transcription (Gal4) à 30°C. L'insert GS est constitué d'un marqueur, et d'un promoteur UAS qui sera activé par Gal4 dans la descendance du croisement précédent quand celle-ci sera placée à 30°C. Cela activera la transcription du gène suivant le promoteur UAS (figure 1).

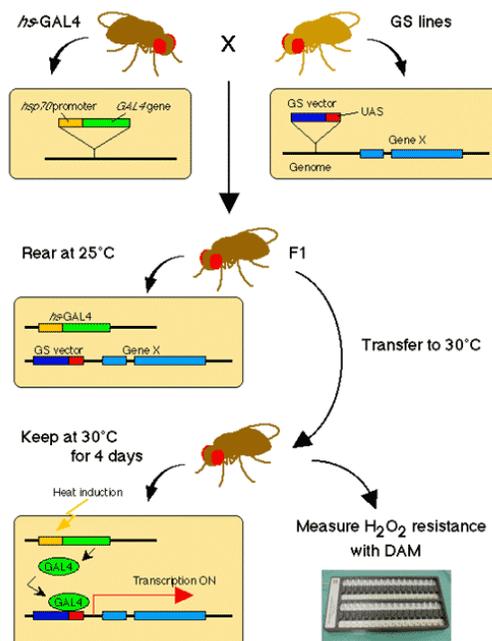


Fig 1.: représentation du « Gene Search System »

Ce système permet de contrôler l'expression d'un gène, et de l'activer uniquement chez l'adulte. Cette particularité permet de ne pas activer le gène si l'expression de celui-ci pendant la phase larvaire est létale.

Chaque lignée GS porte un seul insert qui peut être placé n'importe où dans le génome, ceci permet en croisant différentes lignées GS avec une seule lignée Gal4, de tester autant de gènes que de lignées GS, et donc, de tester beaucoup de gènes en peu de temps.

Les tests de résistance au stress oxydatif

Un premier screening en conditions normales (sans stress) a été effectué (Aigaki *et al.*, 2003) pour des gènes augmentant la longévité. Sur 645 lignées GS testées, 25 présentaient une augmentation de la durée de vie. Parmi ces 25, 13 gènes avaient une fonction connue, dont 6 étaient en relation avec les processus de résistance au stress oxydatif.

Un second screening a donc consisté à chercher des gènes dont la surexpression modifiait la résistance au stress oxydatif.

Pour cela, les adultes F1 sont placés à 30°C pendant deux jours, pour activer la transcription, puis placés individuellement dans des tubes dont le milieu de culture est additionné de H₂O₂. La durée de vie des mouches est mesurée à l'aide d'un moniteur d'activité (DAM : Drosophila activity monitor).

2771 lignées GS ont été testées. Parmi elles, 20 lignées présentent une augmentation de 10 à 30% de la durée de vie par rapport aux lignées contrôles.

La position des inserts ainsi que les gènes exprimés par ces 20 lignées ont été identifiées par RT-PCR (Reverse Transcription- Polymerase Chain Reaction). Plusieurs sont en cours d'étude dans le laboratoire. La suite de ce projet est de confirmer précisément le phénotype de ces lignées, ainsi que de comprendre le fonctionnement des gènes identifiés et leur implication dans les processus de résistance au stress oxydatif.

Le gène *grappa*

Parmi les 20 lignées identifiées durant le screening, les descendants du croisement hs-Gal4 x GS9956 présentent une augmentation de 11,3% à 13% de longévité. Une analyse moléculaire a montré que l'insert GS de cette lignée était placé devant le gène CG10272. Ce gène, a été identifié par Shanower (2004) comme un gène codant pour une histone H3 K79 méthyltransférase : un homologue du gène DOT1 de la levure. Ce gène, appelé *grappa*, code pour une protéine qui modifie la configuration de la chromatine et joue un rôle dans le « gene silencing » (Shanower *et al.* 2004). C'est-à-dire que *grappa* empêche la transcription d'autres gènes en bloquant l'accès de ces gènes à la machinerie moléculaire.

Ce résultat est très intéressant pour la suite des études, car l'expression d'un autre gène (*dSir2*) dont la protéine joue le même rôle (silencing), augmente la durée de vie de la mouche lorsqu'il est surexprimé (Rogina and Helfand, 2004). De plus *dSir2* semble intervenir dans les processus de restriction calorique (Rogina and Helfand, 2004). L'augmentation de la durée de vie par restriction calorique est souvent associée à une baisse des dommages causés par les radicaux libres à l'ADN (Sinclair, 2005)

Les premiers résultats et le fait que *dSir2* est impliqué dans les processus de restriction calorique nous ont conduit à penser que *grappa* pourrait jouer un rôle dans la résistance au stress oxydatif, et donc dans l'augmentation de la durée de vie. Le projet consiste donc à tester la résistance au stress oxydatif de toutes les lignées de drosophiles portant un insert capable d'activer *grappa*, ainsi que des mutants « perte de fonction » qui n'expriment pas *grappa*.

Nous avons testé, entre autre, la lignée GS9042 qui comporte un insert GS en amont de *grappa* (figure 2A). Les premiers résultats montrent une augmentation significative de la longévité chez les drosophiles surexprimant *grappa* par l'intermédiaire de l'insert GS par rapport aux mouches témoins (figures 2B et 2C)

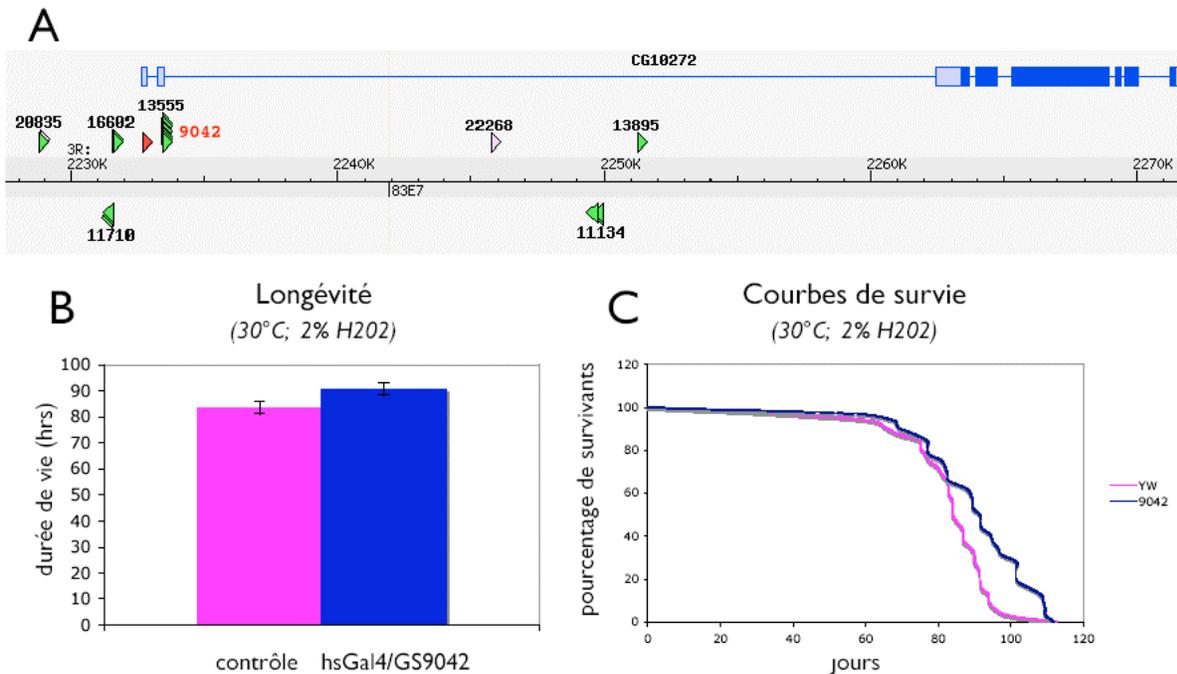


Fig 2. : Le gène *grappa*

A : Représentation schématique de *grappa* montrant la position des inserts GS (triangle)

B : Longévité des mouches contrôles et des mouches portant l'insert GS9042 activé par hsGal4.

C : Courbes de survie des mouches contrôles et des mouches hsGal4/GS9042

La suite des travaux sera de tester avec différentes concentrations de H₂O₂, toutes les lignées GS permettant de surexprimer *grappa*, mais aussi de tester des mutants de *grappa* qui n'expriment pas ce gène et mesurer leur longévité en condition de restriction calorique pour savoir si, comme *dSir2*, *grappa* est impliqué dans l'augmentation de durée de vie par restriction calorique.

D'autres travaux sont envisagés comme par exemple utiliser le « gene search system » pour exprimer *grappa* uniquement dans certains tissus. Cela ne se fera plus en croisant les lignées GS avec des lignées répondant au choc thermique (*hsp70*), mais en les croisant avec des lignées comportant un promoteur qui sera actif dans certains tissus (exemple : activer *grappa* uniquement dans le système nerveux).

Ces tests permettront de mieux comprendre l'implication et le fonctionnement de ce gène dans les processus de résistance au stress oxydatif, et comprendre comment *grappa* peut agir pour augmenter la durée de vie par l'intermédiaire du mécanisme moléculaire qu'est le "gene silencing". Et ainsi comprendre les relations qu'il existe entre le "gene silencing", la restriction calorique et le stress oxydatif.

References

- Aigaki T, Kaneuchi T, Matsuo T, Seong KH, Togawa T (2003) Genetic bases of oxidative stress resistance and life span in *Drosophila*. *J. Clin. Biochem. Nutr.*, 34 :77-83
- Boulianne GL (2001) Neuronal regulation of lifespan: clues from flies and worms. *Mech Ageing Dev* 122: 883–894
- Clancy DJ, Gems D, Harshman LG, Oldham S, Stocker H, Hafen E, Leivers SJ and Partridge L (2001) Extension of life-span by loss of CHICO, a *Drosophila* insulin receptor substrate protein. *Science* 292: 104–106
- Finkel T and Holbrook NJ (2000) Oxidants, oxidative stress and the biology of ageing. *Nature* 408: 239–247
- Kaneuchi T, Togawa T, Matsuo T, Fuyama Y, Aigaki T (2003) Efficient measurement of H₂O₂ resistance in *Drosophila* using an activity monitor. *Biogerontology*. 4(3):157-65.
- Sun J and Tower J (1999) FLP recombinase-mediated induction of Cu/Zn-superoxide dismutase transgene expression can extend the life span of adult *Drosophila melanogaster* flies. *Mol Cell Biol* 19: 216–228

- Rogina B and Helfand S (2004). Sir2 mediates longevity in the fly through a pathway related to calorie restriction. PNAS 101(45) :15998-16003
- Shanower G, Muller M, Blanton J, Honti V, Gyurkovics H, Schedl P (2004). Characterisation of the *grappa* gene, the drosophila Histone H3 Lysine 79 methyltransferase. Genetics, 169 :173-184
- David A. Sinclair (2005), Toward a unified theory of caloric restriction and longevity regulation, Mechanisms of Ageing and Development, 126 (9) : 987-1002.
- Tatar, M., Bartke, A. & Antebi, A. (2003) The endocrine regulation of aging by insulin-like signals. *Science* 299, 1346–1351
- Toba G, Ohsako T, Miyata N, Ohtsuka T, Seong KH, Aigaki T (1999) The gene search system. A method for efficient detection and rapid molecular identification of genes *in Drosophila melanogaster*. Genetics 151: 725–737

Remerciements

Ce travail est supporté par le ministère des affaires étrangères Français et bénéficie d'une bourse Lavoisier.

Compaction de l'ADN : relations entre conformation et activité transcriptionnelle

Luckel François, Yamada Ayako, Yoshikawa Kenichi
Kyoto University, Graduate School of Science, Department of Physics, Kyoto 606-8502
Tel. : 075.753.3812 - Fax. : 075.753.3779
E-mail : luckel@chem.scphys.kyoto-u.ac.jp

Résumé :

L'ADN est un polymère pouvant subir un changement d'état d'une conformation de pelote libre et étirée vers un état compact et ordonné sous l'effet d'une modification de la composition chimique de l'environnement (concentration en polycations, polymères neutres, etc.). Ce repliement – ou compaction de l'ADN - est discret et réversible à l'échelle de chaînes individuelles et linéaires, et concerne spécifiquement les molécules suffisamment longues (plus d'un millier de paires de bases) alors que les molécules plus courtes se comportent comme des bâtons rigides et ne sont pas pliables. Nous avons comparé l'activité transcriptionnelle d'ADN longs (40 kbp) et courts (140 bp) pour différentes concentrations en agents condensants, et constaté une inhibition complète de la production d'ARN dans le seul cas des molécules longues. Le couplage de mesures biologiques et d'observations directes des chaînes par microscopie de fluorescence nous a permis de montrer une corrélation entre l'activité transcriptionnelle des ADN et leur conformation [1]. D'autre part, la transition est continue pour les ADN circulaires, et l'état compact est moins dense que dans le cas des ADN linéaires. En comparant l'activité transcriptionnelle d'ADN courts (4kbp) et longs (106kbp) dans leurs versions linéaires et circulaires, nous montrons qu'une topologie circulaire empêche l'inhibition totale de la transcription par compaction [2]. La longueur des chaînes apparaît comme un paramètre important dans le contrôle de la transcription. Nous discutons ces résultats dans le cadre de l'auto-régulation de l'activité génétique in vivo.

Abstract :

Various kinds of chemicals, such as polycations or neutral polymers, are known to cause long DNA chains collapse from a random-coil state into an ordered, folded state. This phenomenon, known as DNA compaction, generally occurs in a reversible, all-or-none manner for long linear DNA molecules ($>>$ kbp), while short DNA fragments (\sim 400 bp) behave like rigid rods and cannot undergo such folding transition. We found that the transcriptional activity of large DNAs can be completely inhibited by the addition of condensing reagents, whereas under the same conditions short fragments still show active transcription. Fluorescence microscopic observations showed a clear correlation between the higher-order structure of templates and their transcriptional activity [1]. While linear DNA exhibit an all-or-none transition resulting into a highly compact state, the folding of circular DNA occurs as a continuous transition and results in a rather loosely compact state. We compared the transcriptional activities of circular and linear versions of short (4kbp) and long (106kbp) DNA and found that circularity prevents the complete inhibition of transcription with compaction [2]. Length appears as a critical parameter involved in the control of transcription. These results are discussed in relation to the self-regulation of genetic activity in vivo.

Introduction :

It is generally admitted that large-scale morphological changes in the higher-order structure of chromosomal DNAs induced by the modification of DNA-histone interactions are closely related to biological functions such as transcription. Concurrently, at the sequence level, DNA biochemical functions are controlled by specific interactions involving proteins or regulatory factors, thus forming a complex network of key-lock relationships. However, the activation and inhibition of genes becomes fuzzy in individual cellular systems suggesting that processes beside specific key-lock interactions play important roles in the control and protection of genetic information. This study is aiming at understanding of the significance of changes in DNA higher-order structure induced by non-specific environmental chemicals, and identifying pertinent physical parameters involved in this process.

Part 1. All-or-none conformational transition of large DNA chains

Large DNA molecules exhibit a conformational transition between elongated coiled and folded compact states upon the addition of condensing reagents including biophysical species. Fluorescence microscopic observations of single linear DNA molecules revealed that chains individually undergo the folding transition in a biphasic, or all-or-none manner. This property appears when the DNA molecule can be considered as a semi-flexible polymer, i.e. when chain length exceeds a few kilo base pairs, corresponding to the length of genetic DNAs. On the other hand, shorter DNA fragments behave as rigid rods and undergo a folding transition (Fig.1).

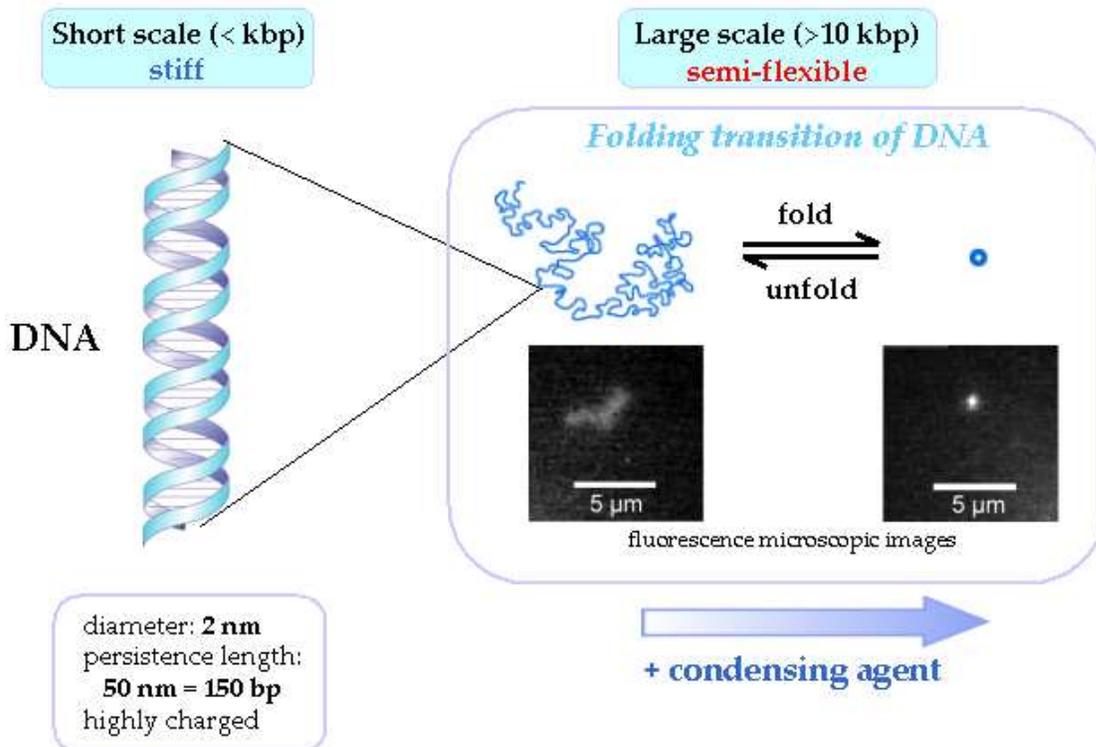


Fig.1.

Part 2. On/off switching of transcriptional activity for large linear DNA chains

We examine how changes in the higher-order structure affect the transcriptional activity of a long linear DNA, Lambda ZAP II (40kbp), as compared to a short template (140 bp) including the same promoter, using a polycation (4+), spermine, and a neutral polymer, poly(ethylene glycol) (PEG) as condensing reagents. Long templates exclusively show a dramatic change in transcriptional activity, resulting to complete inhibition, upon addition of condensing reagents, i.e. compaction of DNA (Fig.2.), [1]. Hence, DNA folding in an on/off manner also results in the on/off switching of transcriptional activity. The significant increase (10^3 - 10^4 times) in DNA segment density together with the transition prevents the binding and sliding of enzymes for RNA polymerization.

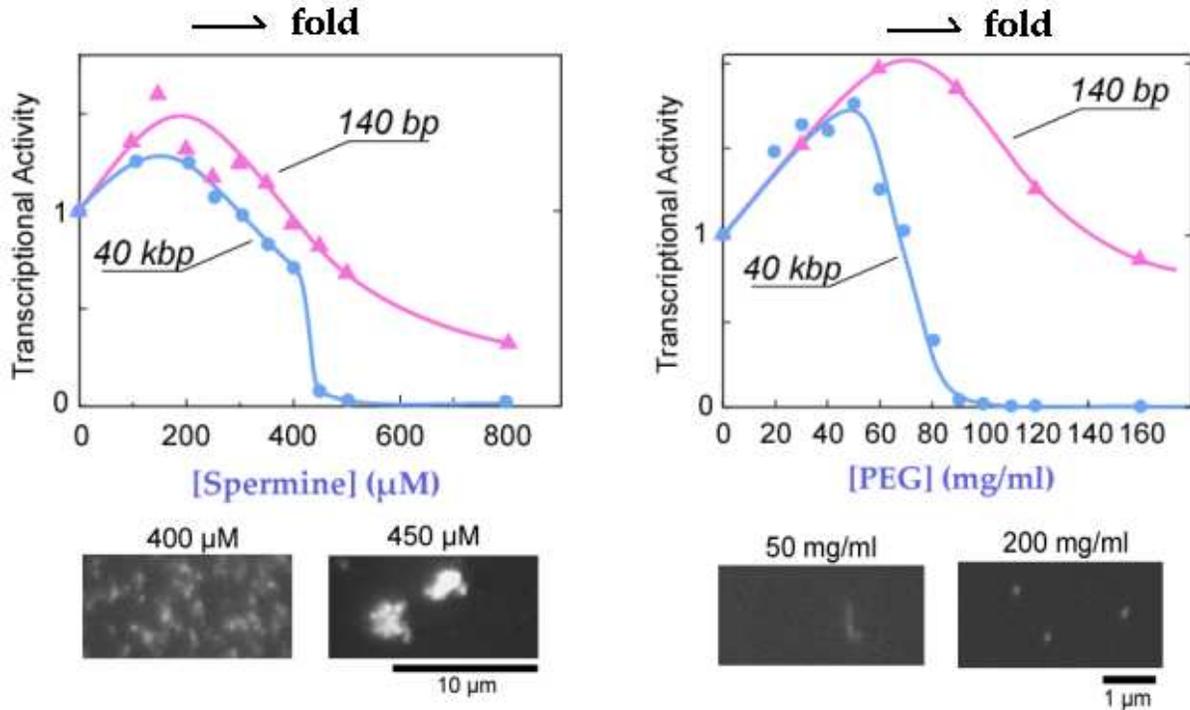


Fig.2.

In parallel to these experiments performed at high DNA concentrations, we performed single-molecules observations: on Fig.3, DNA and RNA products are stained with different fluorescent dyes, and RNA transcripts (red) are visible only on elongated templates, confirming that a transcription promoter located near the center of large linear DNA is inactive in the compact state [3].

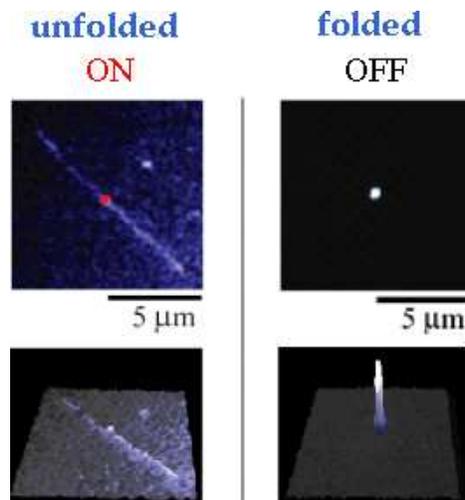


Fig.3

Part 3. Linear vs. Circular templates

In contrast to linear DNA chains, circular DNA exhibit a continuous transition resulting in a rather loosely compact state [4]. We performed transcription on long (106 kbp) and short (4kbp) DNA for their linear and circular versions, and observed a decrease of transcriptional activity associated with the conformational transition in all cases, however complete inhibition is reached in the sole case of long, linear templates (Fig.4.), [2]. The differences between the activities of linear and circular DNA increases with chain length.

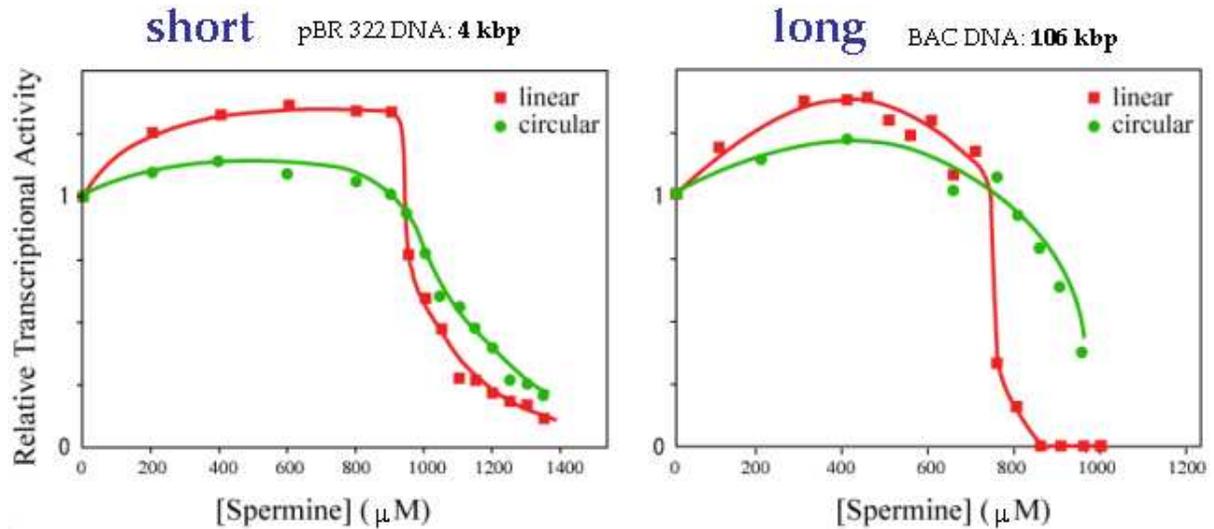


Fig.4

At lower spermine concentrations (around $500\mu\text{M}$) i.e. before the conformational transition, we observed an enhancement of transcription. This effect is attributable to the decrease of DNA negative charge reducing the energy requirement for binding between negatively charged RNA polymerase and DNA. Since this enhancement was stronger in the case of linear chains, transcription may also be facilitated by a modification of DNA chain rigidity through spermine weak binding. It should be noted that during gene expression in eukaryotes, the partial unfolding of DNA from its tight packing around histones results in the opening of a transcription loop with two fixed ends, therefore equivalent to a closed circular structure.

Part 4. Conclusion & Perspectives

In the present study, we have shown that transcriptional activity is completely inhibited upon drastic compaction on large, linear DNA molecules. In contrast, circular templates exhibit a soft transition with a higher surviving activity. Circular DNA with superhelicity undergoes a continuous-type transition into a loosely compact state, possibly generating local torsional stress along DNA chains. Such local stress may weaken the double-stranded structure and enhance enzymatic activity.

It is well known that different compacting parameters lead to different mesoscopic structures of compacted DNA: can we tune the biochemical reactivity of DNA by simple control of its physical state? A correspondence chart between DNA higher-order conformation and activity may reveal the possibility to control transcriptional intensity (Fig.5).

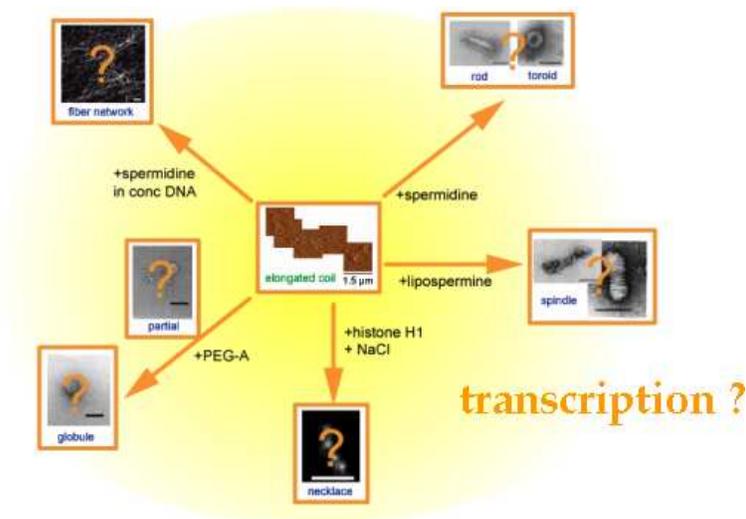


Fig.5

References

- [1] K.Tsumoto, F.Luckel, K.Yoshikawa "Giant DNA molecules exhibit on/off switching of transcriptional activity through conformational transition" (2003) Biophys. Chem.106, 23-29.
- [3] F.Luckel, K.Kubo, K.Tsumoto, K.Yoshikawa, "Enhancement and inhibition of DNA transcriptional activity by spermine: a marked difference between linear and circular templates" (2005) FEBS Lett., In press.
- [3] A.Yamada, K.Kubo, T.Nakai, K.Yoshikawa, K.Tsumoto "All-or-none switching of transcriptional activity on single DNA molecules caused by a discrete conformational transition" (2005) Appl. Phys. Lett. 886, 223901.
- [4] Y.Sato, T.Hamada, K.Kubo, A.Yamada, T.Kishida, O.Mazda, K.Yoshikawa. "Folding transition into a loosely collapsed state in plasmid DNA as revealed by single-molecule observation". FEBS Lett. 579 (14), 3095-3099

Découverte efficace d'arbres fréquents : l'algorithme DryadeParent

Alexandre Termier, Marie-Christine Rousset, Michèle Sebag, Kouzou Ohara, Takashi Washio, Hiroshi Motoda
I.S.I.R., Osaka University
Mihogaoka 8-1, Ibaraki, Osaka 567-0047.
Tel. : 06 6879 8542 - Fax. : 06 6879 8544
E-mail : termier@ar.sanken.osaka-u.ac.jp

Résumé :

Dans ce papier, nous présentons DryadeParent, un nouvel algorithme de fouille de données permettant de découvrir des motifs arborescents fréquents dans des données représentées sous forme d'arbres. Cet algorithme se distingue des autres algorithmes conçus pour la même tâche par la méthode novatrice utilisée pour découvrir les motifs arborescents fréquents, dite méthode des *accrochages*.

Des expérimentations détaillées, aussi bien sur des données réelles que sur des données aléatoires, montrent que notre algorithme est dans la plupart des cas nettement plus rapide que les algorithmes utilisant une méthode classique. Ces expériences montrent également que les performances en temps de calcul des algorithmes utilisant la méthode classique varient beaucoup suivant la structure des motifs arborescents à découvrir. Par contre l'algorithme DryadeParent est peu sensible à cette structure, offrant ainsi de bonnes performances quelle que soit la structure des motifs fréquents à découvrir.

Abstract :

In this paper, we introduce DryadeParent, a new data-mining algorithm for the discovery of frequent subtrees in tree-shaped data. This algorithm, unlike the state of the art tree mining algorithms, uses a new method to find frequent subtrees, called *hooking method*.

Detailed experiments, performed on real data as well as on artificial data, show that our algorithm is in most cases faster than algorithms using a classical method. These experiments also show that the compute-time performances of classical algorithms vary a lot with the structure of the frequent subtrees to discover. In the other hand, DryadeParent's performances are nearly unaffected by this structure, enabling the algorithm to deliver good performances whatever the structure of the frequent subtrees to discover.

Introduction :

Le domaine de l'Informatique appelé «fouille de données» consiste à analyser automatiquement d'importantes quantités de données numérisées pour en extraire des connaissances potentiellement nouvelles et intéressantes. L'une des tâches principales de la fouille de données est de découvrir des motifs fréquents dans les données. Par exemple, analyser des tickets de caisse pour découvrir quels sont les articles que les clients achètent fréquemment ensemble, afin de comprendre leurs habitudes d'achat. Ces dernières années, de plus en plus de données sont produites sous forme structurée, c'est-à-dire que ces données se conforment à une structure de séquence, d'arbre ou de graphe. C'est en particulier le cas pour les données produites en bioinformatique, pour les réseaux informatiques, et les documents XML.

Nous présentons dans ce papier un nouvel algorithme pour la découverte de motifs arborescents fréquents dans des données structurées sous forme d'arbre, appelé DryadeParent. Cet algorithme utilise une méthode originale, dite méthode des accrochages. Nous montrons dans nos expérimentations que cette méthode permet de réduire significativement le temps de calcul par

rapport aux autres méthodes de recherche de motifs arborescents fréquents. Nous montrons de plus que notre méthode est peu affectée par la structure des motifs fréquents à découvrir, contrairement aux méthodes classiques qui exhibent une dépendance exponentielle par rapport au facteur de branchement de ces motifs.

Le plan de ce papier est le suivant : dans la section 2, nous donnons les principales notations et définitions, dans la section 3 nous présentons brièvement l'état de l'art pour la recherche d'arbres fréquents, la section 4 est consacrée à l'algorithme DryadeParent, la section 5 reporte les résultats d'expérimentations détaillées et la section 6 conclut le papier et donne quelques perspectives.

2. Notation et définitions :

Soit $L=(l_1, \dots, l_n)$ un ensemble d'étiquettes. Un *arbre étiqueté* $T=(N, A, root(T), \varphi)$ est un graphe connecté acyclique, où N est l'ensemble des noeuds, $A \subset N \times N$ est une relation binaire sur N définissant l'ensemble des arêtes, $root(T)$ est un noeud particulier appelé *racine*, et φ est une fonction d'étiquetage $\varphi : N \rightarrow L$ assignant une étiquette à chaque noeud de l'arbre. Nous supposons sans perte de généralité que les arêtes ne sont pas étiquetées. Nous supposons aussi que le lecteur est familier avec les notions de : *enfant*, *parent*, *ancêtre* et *descendant* pour les noeuds d'un arbre.

Un arbre est un *arbre d'attributs* si φ est telle que deux noeuds frères ne peuvent avoir le même label (voir [AU05] pour plus de détails).

Inclusion d'arbre : Soit $AT=(N1, A1, root(AT), \varphi1)$ un arbre d'attributs et $T=(N2, A2, root(T), \varphi2)$ un arbre. AT est un *sous-arbre induit* de T s'il existe un mapping injectif $\mu : N1 \rightarrow N2$ tel que : 1) μ préserve les labels : $\forall u \in N1 \varphi1(u) = \varphi2(\mu(u))$ et 2) μ préserve la relation de parenté : $\forall u, v \in N1 (u, v) \in A1 \Leftrightarrow (\mu(u), \mu(v)) \in A2$. Nous écrirons cette relation $AT \leq T$, lu : AT est *inclus* dans T .

Si $AT \leq T$, l'ensemble des mappings supportant l'inclusion est noté $EM(AT, T)$. L'ensemble des *occurrences* de AT dans T , noté $Locc(AT, T)$, est l'ensemble des noeuds de T sur lesquels la racine de T est projetée par un mapping de $EM(AT, T)$.

Arbre d'attributs fréquent : Soit $TD = \{T_1, \dots, T_m\}$ une base de données d'arbres. Le *datatree* D_{TD} est l'arbre dont la racine est un noeud sans étiquette, et ayant pour sous-arbres directs les arbres $\{T_1, \dots, T_m\}$. Soit ϵ un seuil de fréquence absolu. AT est un arbre d'attributs fréquent de D_{TD} si $support(AT) \geq \epsilon$, où $support(AT)$ est le nombre des arbres T_i de $\{T_1, \dots, T_m\}$ tels que $AT \leq T_i$. L'ensemble des arbres d'attributs fréquents est noté $F(D_{TD}, \epsilon)$, que nous abrévions en F dans le reste de ce papier.

Arbre fermé : Un arbre d'attributs fréquent est *fermé* s'il est maximal, par rapport à l'inclusion, pour l'ensemble de ses occurrences, c.a.d. plus formellement qu'un arbre d'attributs fréquent $AT \in F$ est fermé soit s'il n'est pas inclus dans aucun autre arbre d'attributs fréquent, soit dans le cas où il est inclus dans un arbre d'attributs fréquent $AT' \in F$ s'il existe un mapping dans $EM(AT, D_{TD})$ qui ne se retrouve pas dans les mappings de $EM(AT', D_{TD})$. L'ensemble des arbres d'attributs fréquents

fermés est noté C .

Dans l'exemple de la figure 1, les arbres fréquents P_1 et P_2 sont fermés car ils ne sont pas inclus dans aucun autre arbre d'attributs fréquent, P_3 est fermé car bien qu'il soit inclus dans P_1 et P_2 , ni les occurrences de P_1 ni celles de P_2 ne couvrent toutes les occurrences de P_3 , et de la même façon P_4 est aussi fermé.

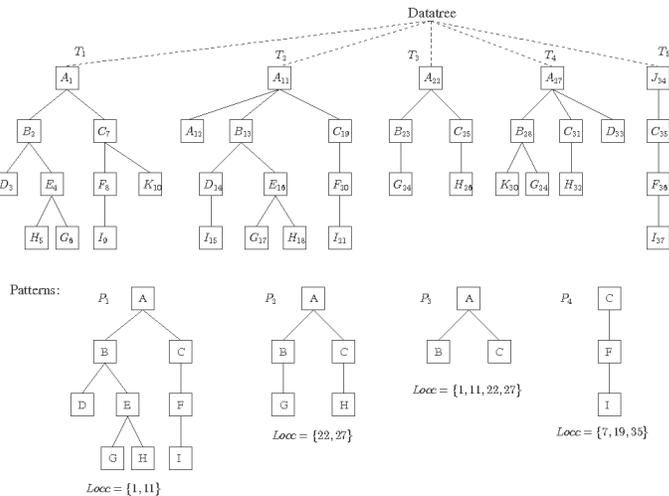


Figure 1 : Exemple de datatree (les identifiants des noeuds sont en indice), et patterns pour $\epsilon=2$

Le problème qui nous intéresse est de trouver tous les arbres d'attributs fréquents fermés pour un datatree et un seuil de support donné. L'intérêt de rechercher des arbres fréquents fermés

est qu'à partir des arbres de C on peut reconstruire tous les arbres de F (pas de perte d'information), mais il y a beaucoup moins d'arbres dans C que dans F , ce qui permet de réduire le temps de calcul. À partir de maintenant nous appellerons *patterns* les éléments de C .

3. État de l'art :

Les premiers algorithmes de recherche d'arbres fréquents sont apparus en 2002 dans les travaux de Asai et al. [As02] et Zaki [Za02]. Ces travaux étendent le populaire algorithme Apriori [AS94] à la découverte d'arbres fréquents, en utilisant le même principe *générer et tester* : un arbre candidat est généré, puis il est testé contre la base de données afin de déterminer son support. Si ce support dépasse le seuil de fréquence requis, le candidat est retenu et va servir de base pour construire de nouveaux candidats. La construction d'un candidat à partir d'un arbre fréquent se fait en ajoutant exactement une nouvelle arête à cet arbre fréquent.

Les deux algorithmes précédents se basaient sur des définitions d'arbres imposant que l'ordre des enfants des noeuds soit préservé par le mapping définissant l'inclusion. Cette contrainte sera levée dans les algorithmes présentés dans [As03], [NK03], [Za05], par l'emploi de *formes canoniques*.

Les approches les plus récentes recherchent non pas tous les arbres fréquents mais seulement les arbres fréquents fermés, afin de gagner en performance. À l'heure actuelle ces approches sont au nombre de trois : les algorithmes CMTreeMiner [Chi04] et Clott [AU05] étendent les approches précédentes aux arbres fréquents fermés, tandis que dans [Te04] nous introduisons avec l'algorithme Dryade un nouveau principe d'accrochage, dans cet article la définition d'inclusion d'arbre utilisée est très générale et ne peut être comparée avec les autres travaux.

C'est pourquoi nous introduisons dans le présent article l'algorithme DryadeParent, qui utilise aussi le principe d'accrochage mais avec une définition d'inclusion d'arbre identique à celle utilisée dans [Chi04] et [AU05], afin de pouvoir comparer les différentes méthodes.

4. L'algorithme DryadeParent

Le but de l'algorithme DryadeParent est de découvrir tous les patterns de C , niveau de profondeur par niveau de profondeur, en partant de la racine et en finissant par les feuilles les plus profondes suivant une méthode «en largeur d'abord». Faute de place, nous ne donnons dans cette section qu'une approche intuitive de l'algorithme DryadeParent, et référons le lecteur intéressé à [Te05] pour plus de détails

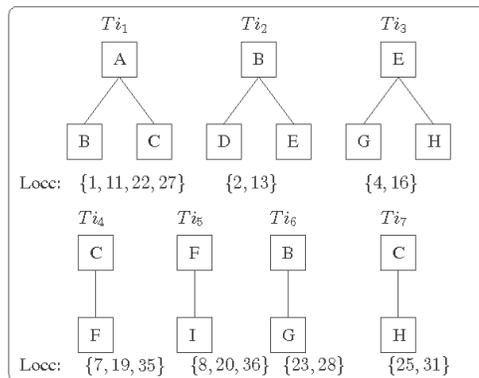


Figure 2 : Les tuiles de notre exemple

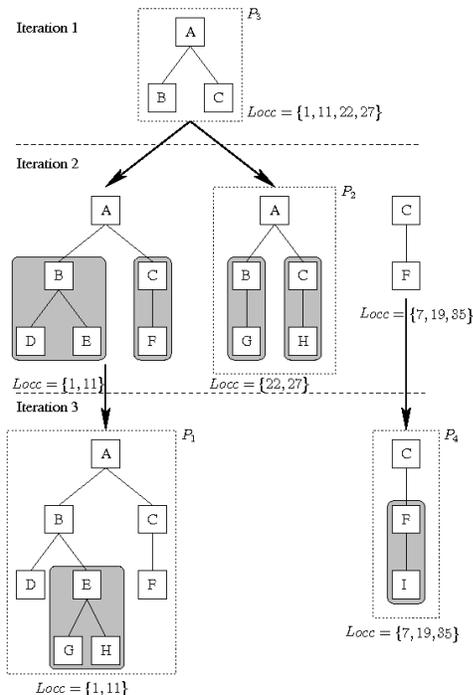


Figure 3 : Processus de découverte de DryadeParent

Tuiles : L'idée de l'algorithme DryadeParent est de construire les patterns niveau de profondeur par niveau de profondeur par le biais d'*accrochages* (définis plus tard) des arbres d'attributs fréquents de profondeur 1, que nous appelons *tuiles*.

Le problème de trouver ces tuiles peut être reformulé comme un problème propositionnel de découverte d'itemsets fréquents comme suit : pour chaque étiquette l , utiliser un algorithme de découverte d'itemsets fréquents fermés comme LCM2 [Uno04] pour calculer tous les ensembles fréquents fermés d'étiquettes des noeuds fils pour les noeuds d'étiquette l . Les arbres d'attributs fréquents fermés de profondeur 1 sont obtenus en contruisant des arbres dont la racine porte l'étiquette l et les fils de la racine ont les étiquettes indiquées par les ensembles fréquents fermés précédents. La figure 2 montre les tuiles de notre exemple.

Accrochage des tuiles : Les tuiles précédemment calculées peuvent être *accrochées* ensemble, c.a.d. qu'une tuile dont la racine a l'étiquette l devient un sous-arbre d'une autre tuile ayant une feuille de label l , pour construire un arbre plus complexe. Une stratégie adaptée est nécessaire pour éviter autant que possible de construire des arbres d'attributs qui se révéleraient non-fermés dans une itération suivante. Notre stratégie consiste à construire des arbres d'attributs qui sont isomorphes aux k premiers niveaux de profondeur des patterns, chaque itération de l'algorithme ajoutant un niveau de profondeur de plus à l'isomorphisme. Pour cela, la première tâche de DryadeParent est de déterminer quelles sont les tuiles qui correspondent aux niveaux de profondeur 0 et 1 des patterns, que nous appelons les *tuiles racines*. Certaines de ces tuiles peuvent être découvertes immédiatement, ce sont les tuiles qui ne peuvent s'accrocher sur aucune autre tuile, et ne peuvent donc pas être des sous-arbres. Ces tuiles seront le point de départ de la première itération de DryadeParent. Dans notre exemple c'est le cas pour Ti_1 , comme montré dans la figure 3. Pour les autres tuiles racines, elles peuvent également être utilisées comme sous-arbres dans d'autres patterns que celui pour lequel elles sont racine : elles ne seront utilisées en tant que racine dans l'algorithme qu'à partir du moment où nous serons sûrs que ces tuiles ne sont pas que des sous-arbres, afin de ne pas générer d'arbres d'attributs non fermés. C'est le cas pour Ti_4 dans notre exemple, qui peut être accrochée sur Ti_1 . Ce n'est qu'à partir de l'itération 2 que cette tuile sera utilisée comme tuile racine pour construire le pattern P_4 .

Le calcul d'un ensemble de tuiles à accrocher sur une tuile racine pour construire de nouveaux arbres d'attributs fréquents fermés est, là encore, effectué par un algorithme propositionnel de calcul d'itemsets fréquents fermés. Les arbres d'attributs obtenus par ces accrochages servent de point de départ pour l'itération suivante.

Le processus complet pour notre exemple est illustré dans la figure 3. Sur la tuile racine Ti_1 , il est possible d'accrocher soit $\{Ti_2, Ti_4\}$, soit $\{Ti_6, Ti_7\}$, ce dernier accrochage produisant le pattern P_2 . Remarquez les occurrences différentes des deux arbres d'attributs construits à partir de Ti_1 . Sur l'arbre résultant de l'accrochage de $\{Ti_2, Ti_4\}$ sur Ti_1 , on peut alors accrocher Ti_3 , ce qui donne le pattern P_1 . La tuile Ti_4 n'est pas qu'un sous-arbre de P_1 , elle a aussi une occurrence qui n'apparaît pas dans P_1 (le noeud d'identifiant 35) : cette tuile est donc utilisée comme tuile racine, sur laquelle l'algorithme accroche Ti_5 , ce qui permet de découvrir le pattern P_4 .

La correction et la complétude de ce mécanisme ont été prouvées dans un cas encore plus général dans [Te04these].

5. Expériences

Cette section présente les résultats de la validation expérimentale de DryadeParent, aussi bien sur des jeux de données réels que sur des jeux de données artificiels. Tous les temps de calcul ont été mesurés sur une machine équipée d'un processeur Intel Xéon 2.8 GHz avec 2GB de mémoire (Linux distribution Rocks 3.3.0). DryadeParent est écrit en C++ et utilise l'algorithme de calcul d'itemsets fréquents fermés LCM2 [Uno04], que nous a fourni Takeaki Uno. Les temps de calcul incorporent le chargement et le préprocessing des données.

Notre objectif est de comparer les résultats de DryadeParent et de CMTreeMiner, qui sont à l'heure actuelle les deux seuls algorithmes implémentés pour le problème qui nous intéresse.

Jeux de données réels : La figure 4 montre les temps de calcul obtenus par DryadeParent et

CMTreeMiner pour deux jeux de données classiques, CSLOGS [Za02] et NASA [Chi04],[CA01].

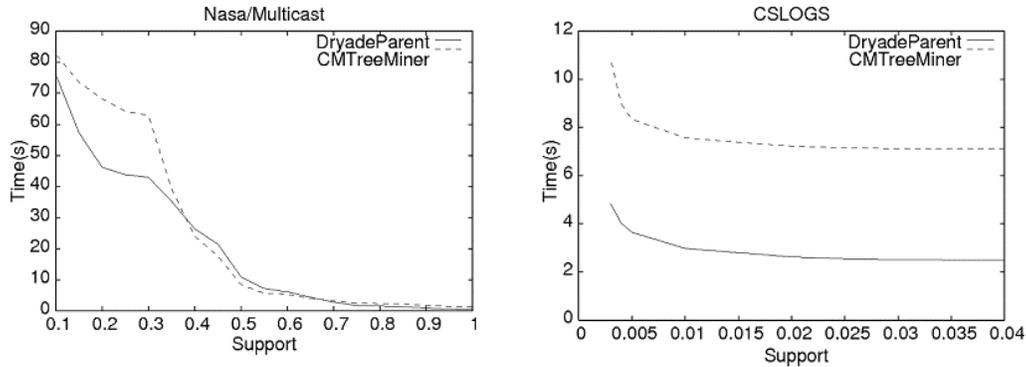


Figure 4 : Temps de calcul / support pour les jeux de données NASA et CSLOGS

DryadeParent est plus de deux fois plus rapide que CMTreeMiner sur le jeu de données CSLOGS. Pour le jeu de données NASA les performances sont similaires, DryadeParent ayant l'avantage sur les valeurs de support les plus basses. Nous nous sommes rendus compte que les patterns trouvés dans ces deux jeux de données étaient très différents : NASA contient des patterns profonds avec un facteur de branchement faible, tandis que CSLOGS contient des patterns peu profonds avec un branchement plus élevé. Nous avons utilisé des jeux de données artificiels pour mieux comprendre l'influence de la structure des patterns sur les performances des deux algorithmes.

Jeux de données artificiels : Dans les études habituelles sur les algorithmes de découverte d'arbres fréquents, au mieux la longueur (c.a.d. le nombre de noeuds) des patterns trouvés est reportée, sans aucune indication sur la structure de ces patterns. Toutefois, le facteur de branchement et la profondeur des patterns interviennent directement dans le processus de génération de candidats, donc ils doivent avoir un impact sur le temps de calcul. Pour vérifier cette hypothèse, nous avons écrit un générateur d'arbres aléatoires qui génère des arbres avec comme paramètres un nombre de noeuds N et un facteur de branchement moyen b . Les noeuds sont étiquetés avec leur identifiant en ordre préfixe, donc dans un arbre il n'y a pas deux noeuds avec la même étiquette. Nous avons généré des arbres avec $N=100$ noeuds et b variant entre 1.0 et 5.0 par incréments de 0.1. Pour chaque valeur de b nous avons généré 10000 arbres aléatoires et les avons regroupés suivant leur profondeur d , pour un couple (b,d) nous avons produit un temps de calcul moyen en faisant la moyenne des temps de calcul pour tous les arbres de facteur de branchement moyen b et de profondeur d . La figure 5(a) montre le logarithme de ces temps de calcul par rapport au facteur de branchement moyen b , tandis que la figure 5(b) montre le logarithme de ces temps de calcul moyen par rapport à la profondeur d .

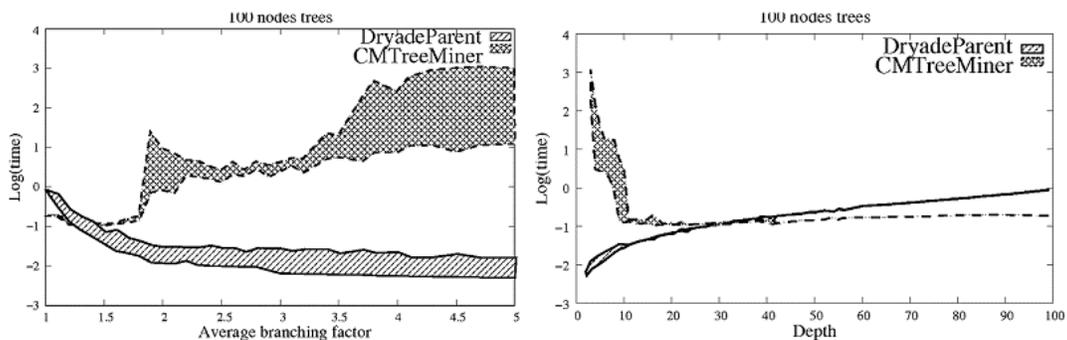


Fig. 5(a) Log(temp)s / b

Fig. 5(b) Log(temp)s / d

La figure 5(a) montre que DryadeParent est plus rapide que CMTreeMiner de plusieurs ordres de grandeur pour des valeurs de facteur de branchement moyen excédant 1.3, ce qui est le cas dans la plus grande partie de nos expériences. Pour des valeurs de branchement moyen plus faibles,

CMTreeMiner a un petit avantage. Les patterns ayant un faible facteur de branchement moyen ont nécessairement une grande profondeur, ce qui est confirmé par la figure 5(b). Cette figure montre que le temps de calcul pour DryadeParent dépend linéairement de la profondeur des patterns. Ce n'est pas surprenant : chaque itération de DryadeParent calcule un niveau de profondeur de plus pour les patterns, donc plus les patterns seront profonds plus il faudra faire d'itérations.

Par contre CMTreeMiner affiche une dépendance sur le facteur de branchement moyen, mais pour une valeur donnée de b le temps de calcul peut varier considérablement, et est particulièrement élevé pour les faibles profondeurs. Les contraintes sur le générateur d'arbres aléatoire imposent qu'un arbre de faible profondeur avec un fort facteur de branchement moyen aie quelques noeuds avec un très grand facteur de branchement. Nous avons représenté dans la figure 6 le temps de calcul en fonction du facteur de branchement *maximal* des noeuds des patterns.

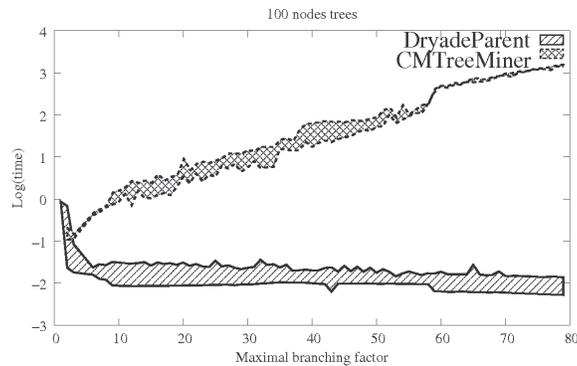


Figure 6 : Log(temps) / facteur de branchement maximal

DryadeParent n'est presque pas affecté par le facteur de branchement maximal, par contre le temps de calcul de CMTreeMiner dépend exponentiellement de ce paramètre.

6. Conclusion et perspectives

Dans ce papier, nous avons présenté l'algorithme DryadeParent, basé sur le calcul de tuiles dans les données et sur une stratégie efficace d'accrochage qui reconstruit les patterns à partir de ces tuiles. Des expériences détaillées ont montré que DryadeParent est plus rapide que CMTreeMiner dans la plupart des cas, et que ses performances sont robustes par rapport à la structure des patterns à trouver. Nous avons proposé de nouveaux jeux de données artificiels prenant en compte la structure des patterns pour tester le comportement des algorithmes de découverte d'arbres fréquents. Améliorer ces tests et faire des analyses encore plus détaillées est l'une de nos futures directions de recherche. Un autre de nos objectifs est d'étendre DryadeParent à des structures plus générales que les arbres d'attributs.

References

- [As02] T. Asai, K. Abe, S. Kawasoe, H. Arimura, H. Sakamoto et S. Arikawa. Efficient substructure discovery from large semi-structured data. In *Proc. of the Second SIAM International Conference on Data Mining (SDM2002), Arlington, VA.*, pages 158-174, Avril 2002.
- [As03] T. Asai, H. Arimura, T. Uno, et S. Nakano. Discovering frequent substructures in large unordered trees. In *Proc. of the 6th International Conference on Discovery Science (DS'03)*, pages 47-61, 2003.
- [AS94] R. Agrawal et R. Srikant. Fast algorithms for mining association rules. In *Proc. of the 20th VLDB Conference, Santiago, Chile, 1994*.
- [AU05] H. Arimura et T. Uno. An output-polynomial time algorithm for mining frequent closed attribute trees. In *15th International Conference on Inductive Logic Programming (ILP'05)*, 2005.
- [CA01] R. Chalmers et K. Almeroth. Modeling the branching characteristics and efficiency gains of global multicast trees. In *Proc. of the IEEE INFOCOM'01*, Avril 2001.
- [Chi04] Y. Chi, Y. Yang, Y. Xia et R.R. Muntz. CMTreeMiner : Mining both closed and maximal

frequent subtrees. In *Proc. of the 8th Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (PAKDD'04)*, 2004.

[**NK03**] S. Nijssen et J.N. Kok. Efficient discovery of frequent unordered trees. In *First International Workshop on Mining Graphs, Trees and Sequences (MGTS'03)*, 2003.

[**Te04**] A. Termier, M.C. Rousset et M. Sebag. Dryade : a new approach for discovering closed trees in heterogeneous tree databases. In *Proc. of 4th International Conference on Data Mining (ICDM'04), Brighton, England*, pages 543-546, 2004.

[**Te04these**] A. Termier. Extraction d'arbres fréquents dans un corpus hétérogène de données semi-structurées : application à la fouille de documents XML. Thèse de doctorat, LRI, Université de Paris-Sud, France, Avril 2004.

[**Te05**] A. Termier, M.C. Rousset, M. Sebag, K. Ohara, T. Washio et H. Motoda. Computation-time efficient and robust attribute tree mining with DryadeParent. In *Third International Workshop on Mining Graphs, Trees and Sequences (MGTS'05)*, 2005.

[**Uno4**] T. Uno, M. Kiyomi et H. Arimura. LCM v2.0 : Efficient mining algorithms for frequent/closed/maximal itemsets. In *Second Workshop on Frequent Itemset Mining Implementations (FIMI'04)*, 2004.

[**Za02**] M.J. Zaki. Efficiently mining frequent trees in a forest. In *Proc. of the 8th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, Juillet 2002.

[**Za05**] M.J. Zaki, Efficiently mining frequent embedded unordered trees. *Fundamenta Informatica, special issue on Advances in Mining Graphs, Trees and Sequences*, 65(1-2):33-52, Mars/Avril 2005.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier Takeaki Uno pour leur avoir fourni le code source de l'algorithme LCM2, ainsi que Yun Chi pour avoir mis à leur disposition son algorithme CMTreeMiner et le jeu de données NASA.

Identification de la dynamique musculaire dans le corps humain en vue d'applications robotiques

Gentiane Venture, Katsu Yamane, Yoshihiko Nakamura

Université de Tokyo - Département de Mécano-Informatique - 7-3-1 Hongo Bunkyo-ku Tokyo

Tel. : 03 5841-6381 - Fax. : 03-5841-7961

E-mail : gentiane@ynl.t.u-tokyo.ac.jp

Résumé :

Si la robotique humanoïde fait l'objet d'une fascination et de nombreuses recherches depuis des décennies, pendant longtemps les robots humanoïdes ressemblaient plutôt à des bras manipulateurs sur jambes, à des enchevêtrements de câbles et de moteurs qu' à des humains. Depuis quelques années, grâce au progrès de la recherche sur les muscles artificiels faits de gels polymères et aux recherches médicales sur le systèmes psychomoteur, les robots peuvent enfin espérer ressembler un peu plus a des humains. Les travaux de recherches entamés l'an dernier ont pour but de caractériser le corps humain d'un point de vue dynamique en estimant les propriétés musculaires et les propriétés des articulations afin d'une part de pouvoir concevoir un bras robotisé actionné par des muscles artificiels en gel polymère, d'autre part d'aider les médecins dans le diagnostics des maladies musculaires telle que la maladie de Parkinson. Les mesures dynamiques, non invasives et indolores de ce fait, sont réalisées sur des hommes et femmes vivants en utilisant un système d'acquisition de mouvement bien connu dans le monde des jeux videos, et des mesures de l'activité musculaire par des électrodes de surface (EMG). Une fois la dynamique caractérisée, il est possible de concevoir et dimensionner le bras robotisé. Ce type de bras présentera de nouvelles perspectives dans le domaine des prothèses de membres emputés mais est aussi le premier pas vers un robot entièrement actionné par des muscles artificiels.

Abstract :

Humanoid robotics has been a fascinating object of research for decades now. Despite the wish of making robots closer to human being, the robots usually look much more like a messy Tin man with wires and rotors. Since a few years only, thanks to advances in artificial muscles made of polymer gels and in medical research on neural system, robots have a chance to be much more human being looking. The research works started last year aim to characterize the dynamic of human body by estimating the muscle and joints properties. This characterization will lead to the design of a human arm based on artificial muscles, but is also a very good tool to help medical doctors in the diagnosis of muscles diseases such as Parkinson diseases. Dynamic measurements, non invasive though painless, are achieved on human being, in a motion capture studio similar to the one used in video game industry, and with surface electrodes (EMG) that measure the muscle activity. Once dynamics has been characterized, a robot arm can be design, imitating the human arm dynamics. This arm offer new outlook for prosthesis design and is also the first step to a robot which whole actuation is based on artificial muscles.

Introduction

Grâce à l'évolution des puissances de calculs, à la miniaturisation des composants et aux développements des muscles artificiels, les robots humanoïdes sont de plus en plus proches des humains. Cependant le corps humain est très compliqué et les capacités de mouvement très étendues ce qui rend sa compréhension d'autant plus difficile. Afin de pouvoir reproduire les mouvements il est indispensable de bien les comprendre ainsi que la dynamique du corps. Puisque les mouvements sont générés par les muscles la compréhension et la caractérisation du système musculaire sont des étapes importantes avant de pouvoir concevoir un robot actionné par des muscles artificiels. Les recherches présentées ici sont les travaux permettant cette caractérisation. Pour cela la dynamique musculaire est d'abord présentée, puis le fonctionnement de l'articulation du coude en flexion-extension. Ensuite le système expérimental utilisé est décrit avant de s'intéresser aux méthodes d'identification de la dynamique musculaire et aux résultats expérimentaux.

Dynamique du système musculo-tendon

Le système musculo-tendon se compose d'un muscle et d'un tendon (Fig.1). Le tendon ne génère pas de mouvement, seul le muscle est l'élément actif. Il peut se contracter ou s'étirer en fonction de l'excitation nerveuse et du mouvement désiré. Les contractions sont supposées iso-volume [1]. La dynamique du muscle dépend de l'activité musculaire $a(t)$ (elle même dépendant de l'excitation nerveuse $u(t)$), de la longueur et de la vitesse du muscle et du tendon, respectivement l_m , \dot{l}_m , l_t et \dot{l}_t . Le modèle présenté ici est une simplification du modèle de Hill-Stroeve donné dans [2]. Les paramètres pour le tendon sont ceux donnés dans [3]. La force $F_m(t)$ développée par le muscle est fonction de l'activité $a(t)$, de sa longueur $l_m(t)$, de sa vitesse de contraction $\dot{l}_m(t)$ et de la force maximale F_{max} qu'il peut développer pour une contraction isométrique pour une activité maximale ($a(t) = 1$).

$$F_m = a(t)f_l(l_m)f_v(\dot{l}_m)F_{max} \quad (1)$$

avec f_l la relation force-longueur et f_v la relation force-vitesse, données par:

$$f_l(l_m) = \exp\left(-\left(\frac{l_m - l_m^0}{l_m^{sh}}\right)^2\right) \quad (2)$$

$$f_v(\dot{l}_m) = \begin{cases} 0 & \text{if } \dot{l}_m \leq -v_{max} \\ \frac{V_{sh}(v_{max} + \dot{l}_m)}{V_{sh}v_{max} - \dot{l}_m} & \text{if } -v_{max} \leq \dot{l}_m \leq 0 \\ \frac{V_{sh}V_{shl}v_{max} + V_{ml}\dot{l}_m}{V_{sh}V_{shl}v_{max} + \dot{l}_m} & \text{if } \dot{l}_m \geq 0 \end{cases} \quad (3)$$

où v_{max} est la vitesse maximale de contraction, V_{sh} détermine la concavité de la courbe de Hill lorsque le muscle se raccourcit, V_{shl} lorsque le muscle s'étire, V_{ml} est la vitesse maximale pour des contractions concentriques, l_m^0 la longueur optimal du muscle, l_m^{sh} la largeur de la courbe force-longueur.

Finalement en appliquant le principe fondamental de la dynamique au muscle de masse M_m et de viscosité B_m , l'équation différentielle de la longueur du muscle est:

$$M_m\ddot{l}_m = F_t - F_m - B_m\dot{l}_m \quad (4)$$

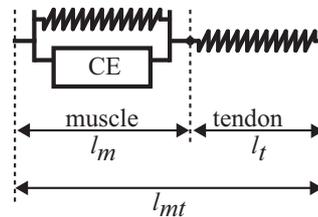


Fig. 1. Musculo-tendon

D'après la Fig.1, la longueur du tendon est calculée par (5). La force dans le tendon F_t est considérée comme une force élastique pure de raideur k_t , l_{tr} la longueur du tendon au repos.

$$l_t = l_{mt} - l_m \text{ et } F_t = k_t(l_t - l_{tr}) \quad (5)$$

Toutes les articulations et leurs mouvements peuvent être modélisés en utilisant le système musculo-tendon décrit ci-avant, cependant afin de simplifier la compréhension, par la suite seule la flexion-extension du coude est considérée.

Modélisation de la flexion-extension du coude

L'articulation du coude humain présente 3 degrés de liberté qui permettent à la main de décrire un large domaine de l'espace. Lors de la flexion-extension du coude, correspondant à la rotation d'axe z (Fig.2), 4 muscles sont impliqués: le Biceps, le Brachialis et le Brachioradialis pour la flexion, le Triceps pour l'extension.

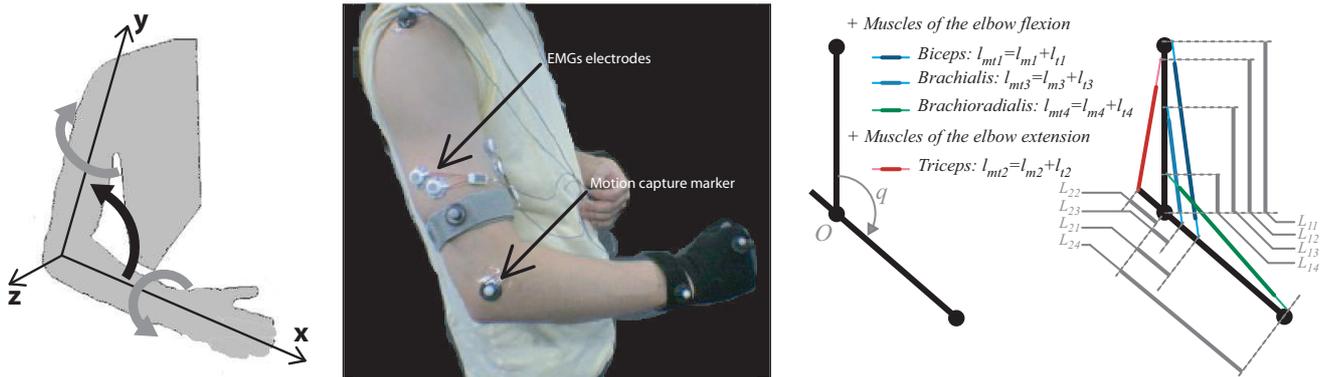


Fig. 2. L'articulation du coude et ses degrés de liberté (gauche) - Dispositif expérimental (centre) - Modélisation de la flexion-extension du coude avec les 4 muscles impliqués

La dynamique de l'articulation du coude pour la flexion-extension est décrite par (6).

$$J\ddot{q} = T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_{ext} - B_l\dot{q} \quad (6)$$

avec J l'inertie de la partie en mouvement par rapport à l'axe z , q l'angle de flexion, \dot{q} et \ddot{q} ses dérivées première et seconde, T le couple articulaire, $T_i = F_{ti}r_i$ Le couple dû au muscle i , F_{ti} la force du tendon i , r_i le bras de levier du muscle i sur la partie en mouvement, T_{ext} le couple extérieur dû aux efforts extérieurs et à la gravité, et B_l la viscosité de l'articulation. Le bras de levier r_i et la longueur du musculo-tendon l_{mti} sont calculées géométriquement (7).

$$l_{mti} = \sqrt{L_{1i}^2 + L_{2i}^2 - 2L_{1i}L_{2i} \cos q} \quad (7)$$

Dispositif expérimental

1. Enregistrement des EMGs - activité musculaire

L'excitation neuronale $u(t)$ est enregistrée par des EMGs (ElectroMyoGraphe). Ce système utilise des électrodes de surface posées sur la peau au dessus du muscle considéré montrées Fig.2 au centre. Il ne peut donner que l'excitation neuronale des muscles superficiels: Triceps, Biceps et Brachioradialis. L'excitation du Brachialis est supposée identique à celle du Biceps [4]. Pour obtenir de bons EMGs la peau doit être préalablement préparée et l'atmosphère de la pièce contrôlée. Si les mesures sont tout de même bruitées un filtrage passe-bas de type Butterworth aller-retour peut être appliqué (Fig.3) après post-traitement des données suivant [5].

Il est possible de trouver différents modèles donnant la relation entre l'excitation neuronale $u(t)$ et l'activité musculaire $a(t)$ [2], [6], [4], [7]. Ce dernier est celui choisi ici pour ses bons résultats malgré un niveau de complexité moyen (uniquement 3 constantes de temps). Il est donné par (8).

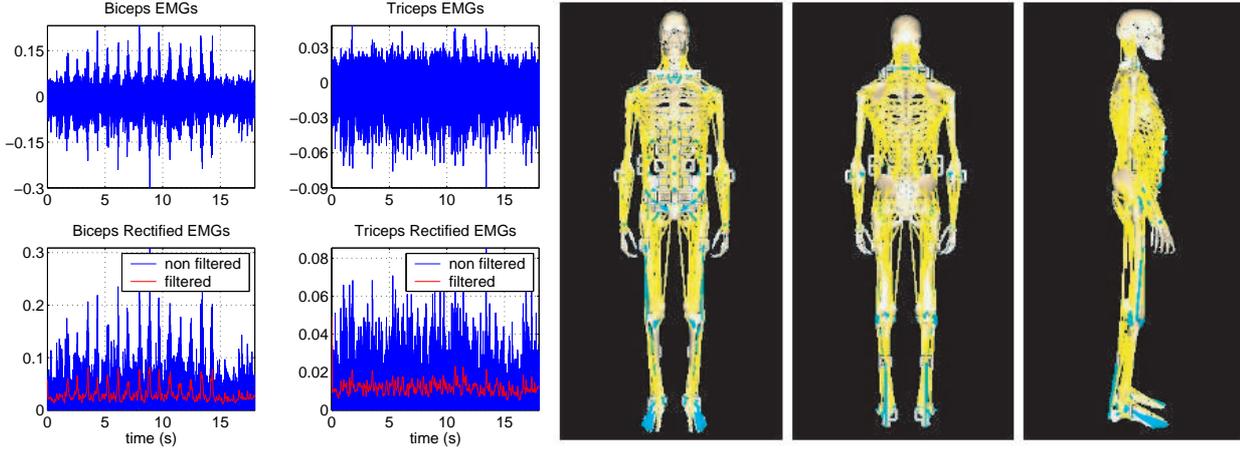


Fig. 3. EMGs, EMGs post-traités et EMGs post-traités et filtrés pour le Biceps et le Triceps pour un mouvement de flexion-extension (gauche) - le modèle Musculo-skeletique du corps humain (droite)

$$\begin{aligned} \dot{e} &= (u - e)/\tau_{ne} \\ \dot{a} &= (e - a)/\tau \text{ where } \tau = \begin{cases} \tau_{act} & e \geq a \\ \tau_{deact} & e < a \end{cases} \end{aligned} \quad (8)$$

où τ_{ne} la constante de temps d'excitation, τ_{act} et τ_{deact} les constantes d'activation et de désactivation. Habituellement $\tau_{act} = 15 \text{ ms}$ et $\tau_{deact} = 50 \text{ ms}$, cependant pour les personnes âgées τ_{deact} décroît jusqu'à 60 ms [8]. Enfin l'activité obtenue est normalisée par l'activité maximale de contraction volontaire de manière à avoir: $\forall t, 0 \leq a(t) \leq 1$.

2.Acquisition de mouvement- Angle et couple articulaire

Le système du laboratoire est utilisé pour faire l'acquisition de mouvement. Il se compose de caméras spéciales permettant d'enregistrer la position de marqueurs de position attachés sur le sujet en mouvement. Il peut saisir la position des marqueurs jusqu'à 30 images par seconde, alors que les EMGs sont enregistrés à 1 KHz .

Pour la flexion-extension du coude 5 marqueurs suffisent (Fig.2). Les modèles cinématique et dynamique inverses sont alors calculés pour le corps humain à partir de la position des marqueurs et donnent ainsi l'angle articulaire q et le couple articulaire T [9], [10]. Le modèle utilisé est décrit dans [10]. Il est aussi possible de calculer la force du tendon F_{ti} par optimisation.

3.Mouvements excitants pour l'estimation

Les mouvements choisis pour l'estimation sont ceux qui excitent la dynamique musculaire étudiée. Afin d'avoir une bonne estimation ils doivent de plus garantir: que le tendon n'est pas sollicité afin d'avoir: $F_{ti} \approx F_{mi}$ et les co-contractions: contractions simultanées des muscles antagonistes, doivent être évitées pour garantir que le calcul de F_{ti} a une unique solution. Cette dernière condition est plus facile à garantir si les sujets ont au préalable appris les mouvement à effectuer [11].

Identification of Musculo-tendon dynamics

Le problème de l'estimation de la dynamique musculaire devient alors un problème d'optimisation non linéaire multi-variable consistant à identifier les paramètres du modèles musculaire 1. Une fois les cas où la force est nulle invariablement (activité nulle) et les cas où $f_v = 0$ il reste les critères suivants:

- raccourcissement du muscle $-v_{max} < \dot{l}_m < 0$:

$$c_1 = \frac{F}{aF_{max}} - \exp\left(-\left(\frac{l_m - p_{11}}{p_{12}}\right)^2\right) \frac{p_{13}(v_{max} + \dot{l}_m)}{p_{13}v_{max} - \dot{l}_m} \quad (9)$$

- allongement du muscle $\dot{l}_m > 0$:

$$c_2 = \frac{F}{aF_{max}} - \exp\left(-\left(\frac{l_m - p_{21}}{p_{22}}\right)^2\right) \frac{p_{23}v_{max} + p_{24}\dot{l}_m}{p_{23}v_{max} + \dot{l}_m} \quad (10)$$

où $\mathbf{p}_1 = [p_{11} \ p_{12} \ p_{13}] = [l_{mi}^0 \ l_{mi}^{sh} \ V_{shi}]$ le vecteur des paramètres à estimer avec c_1 et $\mathbf{p}_2 = [p_{21} \ p_{22} \ p_{23} \ p_{24}] = [l_{mi}^0 \ l_{mi}^{sh} \ V_{shi} \ V_{shli} \ V_{mli}]$ celui avec c_2 .

Plusieurs solutions pour la résolution de ce problème ont été envisagées: moindres carrés non linéaires, recuit simulé... Les résultats présentés ici sont ceux obtenus avec la fonction *fminnsearch* de Matlab, utilisant une méthode du simplexe de Nedler et Mead. Les critères utilisés sont les suivants:

$$C_i = \sum_{k=1}^{n_i} \frac{c_i(k)^2}{n_i} \quad (11)$$

avec i dénotant le cas suivant (9) et (10), n_i le nombre d'échantillons valables pour le cas considéré, avec $n_1 + n_2 \leq n_s$ où n_s le nombre total d'échantillons du mouvement considéré.

L'excitation neuronale est mesurée, post-traitée et filtrée pour le Triceps, le Biceps (identique à celle du Brachialis) et le Brachioradialis. L'activité musculaire est alors calculée avec 8. L'angle et le couple articulaire sont calculés par les modèles cinématique et dynamique inverses. La force du tendon est estimée par optimisation. Les mouvements utilisés sont des flexion-extension du coude dans le plan horizontal. Les résultats obtenus sont donnés Table I pour le Biceps, le Triceps et le Brachioradialis. La force isométrique maximale et la vitesse maximale de contraction sont prises dans [7]. De même, les valeurs initiales du vecteur des paramètres à estimer $\mathbf{p}_{i_{init}}$ sont aussi prises dans [7].

TABLE I
PARAMÈTRES ESTIMÉS

paramètre	estimé avec C_1			estimé avec C_2			
	l_{m0i} p_{11}	l_{mshi} p_{12}	V_{shi} p_{13}	l_{m0i} p_{21}	l_{mshi} p_{22}	$V_{shi}V_{shli}$ p_{23}	V_{mli} p_{24}
$\mathbf{p}_{2_{init}}$	0.2020	-0.0234	0.3	0.2020	-0.0234	0.12	1.3
$\hat{\mathbf{p}}_2$ <i>Triceps</i>	0.2392	-0.0210	0.2787	0.2539	-0.0233	0.1232	1.1359
$\mathbf{p}_{3_{init}}$	0.1463	0.0466	0.3	0.1463	0.0466	0.12	1.3
$\hat{\mathbf{p}}_3$ <i>Brachialis</i>	0.1302	0.0304	12.0815	0.1279	0.0296	0.2622	0.6315
$\mathbf{p}_{4_{init}}$	0.2162	0.0467	0.3	0.2162	0.0467	0.12	1.3
$\hat{\mathbf{p}}_4$ <i>Brachioradialis</i>	0.2129	0.0200	0.8143	0.2135	0.0158	0.1816	2.1391

Les résultats sont validés sur la Fig.4. Ils montrent une estimation réussie. Les efforts optimisés (en bleu) et les efforts reconstruits (en rouge) correspondent bien, plutôt que ceux avec les valeurs initiales prises dans la littérature (en pointillés bleu clair). Les paramètres estimés avec le cas 1 (resp. case 2) p_{11} et p_{21} , (resp. p_{12} et p_{22}) et qui correspondent à la même grandeur physique sont semblables ce qui permet de dire que le modèle est correct. Cependant ces résultats peuvent être améliorés en ajustant plus précisément le modèle c'est à dire en ajoutant la dynamique non prise en compte, l'angle de pinnation, les efforts passifs... Et en estimant aussi les paramètres dynamiques du tendon.

Conclusion

Ces résultats expérimentaux préliminaires utilisant un modèle simplifié de muscle sont très encourageants pour la

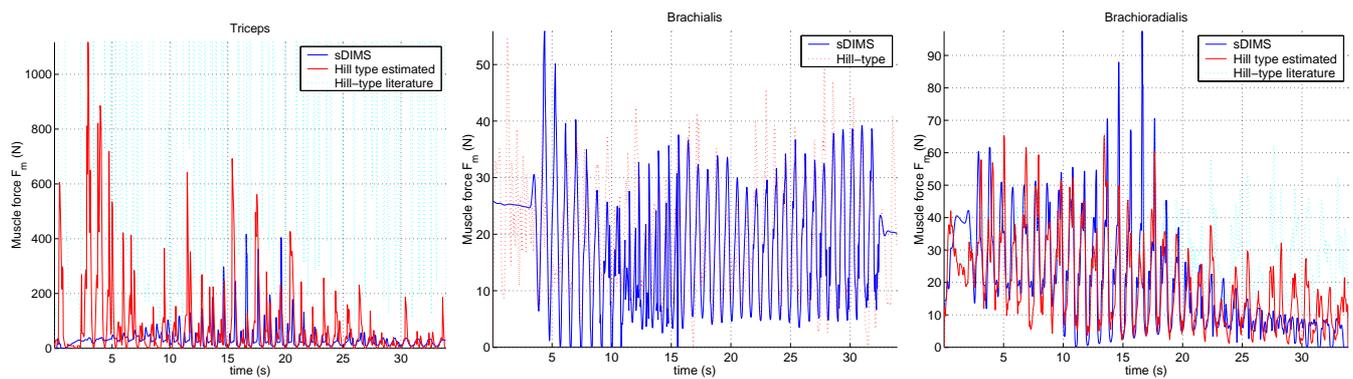


Fig. 4. Comparaison de la force musculaire calculée par le modèle musculo-squeletique et de celle obtenue avec les paramètres estimés et le modèle de Hill-Stroeve simplifié: Triceps (gauche) - Brachialis (centre) - Brachioradialis (droite)

caractérisation de la dynamique musculaire, bien que le système musculaire humain soit très complexe. Contrairement aux résultats généralement publiés en biomécanique les paramètres sont ici identifiés pour un sujet donné et non pas la moyenne d'une population représentative. Une fois la caractérisation terminée il sera possible d'étudier la dynamique des muscles artificiels et de définir la faisabilité d'un bras robotisé actionné par des muscles artificiels identiquement à l'être humain. De tels résultats sont aussi d'un très grand intérêt pour les médecins spécialisés dans les maladies du système musculaire telle que la maladie de Parkinson car ils peuvent permettre de mesurer et comprendre les évolutions de la maladie. Des applications dans cette voie sont actuellement étudiées avec des spécialistes de l'hôpital Universitaire de Todai.

Références

- [1] Zajac F.E., "Muscle and tendon: Properties, models, scaling, and application to biomechanics and motor control," *Crit. Rev. Biomed. Eng.*, vol. 7, pp. 359–411, 1989.
- [2] Stroeve Sybert, "Impedance characteristics of a neuromusculoskeletal model of the human arm i. posture control," *Biol. Cybern.*, vol. 81, pp. 475–494, 1999.
- [3] Zobitz Mark E., Halder Andreas M., and An Kai-Nan, "Structural properties of the subscapularis, supraspinatus and infraspinatus tendons of the rotator cuff," in *Bioengineering Conference ASME*, 2001, vol. 50, pp. 365–366, only for the tendon stiffness coefficients.
- [4] Lloyd D.G. and Bessier T.F., "An emg-driven musculoskeletal model to estimate muscle forces and knee joint moment in vivo," *Journal of Biomechanics*, , no. 36, pp. 765–776, 2003.
- [5] Hirashima M., Kadota H., Sakurai S., Kudo K., and Ohtsuki T., "Sequential muscle activity and its functional role in the upper extremity and trunk during overarm throwing," *Journal of Sport Science*, vol. 20, pp. 301–310, 2002.
- [6] D.G. Thelen, F.C. Anderson, and Delp S.L., "Generating dynamic simulations of movement using computed muscle control," *Journal of Biomechanics*, in press.
- [7] Stroeve Sybert, "Learning combined feedback and feedward control of a musculoskeletal system," *Biol. Cybern.*, vol. 75, pp. 73–83, 1996.
- [8] Thelen Darryl G., "Adjustment on muscle mechanics model parameters to simulate dynamic contractions in older adults," *Trans. on ASME*, vol. 125, pp. 70–77, February 2003.
- [9] Yamane K. and Nakamura Y., "Natural motion animation through constraining and deconstraining at will," *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, vol. 9, no. 3, pp. 352–360, 2003.
- [10] Yamane K., Fujita Y., and Nakamura Y., "Estimation of physically and physiologically valid somatosensory information," in *Proc. of the Int. Conf. on Robotics and Automation*, 2005.
- [11] Osu R., Franklin D.W., Kato H., Gomi H., Domen K., Yoshioka T., and Kawato M., "Short- and long-term changes in co-contraction associated with motor learning as revealed from surface emg," *Journal of Neurophysiology*, vol. 88, pp. 991–1004, 2002.

Remerciements

Je tiens à remercier la Japanese Society for Promotion of Science qui finance ces travaux de recherche intégralement, ainsi que Yoshihiko Nakamura pour avoir accepté de m'accueillir dans son laboratoire, pour son chaleureux accueil et pour son soutien dans mes travaux.

Nano-marqueurs en silicium et leur utilisation pour la visualisation du mouvement angulaire de protéines-moteurs

Agnes Tixier-Mita¹, Andrea Laine¹, D. Okuno², K. Tabata², H. Noji², Hiroyuki Fujita¹

¹LIMMS-CNRS / IIS, The University of Tokyo, 4-6-1 Komaba, Meguro-ku, Tokyo 153-8505

²The Institute of Scientific and Industrial Research (ISIR), Osaka University, Ibaraki-ken

Tel. : 03-5452-6036 / Fax. : 03-5452-6250

E-mail : agnes@iis.u-tokyo.ac.jp

Résumé :

Des nano-barres de dimensions 140 nano-mètres de diamètre et 1.5 micro-mètres de long ont été fabriquées en silicium. Le but est de les utiliser pour visualiser le mouvement angulaire de protéines-moteur. Grâce à leur géométrie, elles sont idéales pour amplifier leur mouvement angulaire et le visualiser plus facilement. De façon à permettre une accroche parfaitement localisée des protéines sur ces longs objets, un point d'attache spécifiquement fonctionnalisé a été ajouté sur la barre. Plus précisément, la protéine doit s'accrocher à l'extrémité de la barre pour que l'amplification du mouvement angulaire soit maximale. Un point d'accroche spécifique de la protéine a donc été créé à l'extrémité des nano-barres. Le procédé développé permet de fabriquer en peu de temps des dizaines de millions de nano-barres, quantité nécessaire pour mener à bien les expériences d'analyse biologique. Une fois fabriquées, ces nano-barres ont été testées sur un échantillon de protéines-moteurs. Le mouvement de rotation de celles-ci ont été visualisées avec succès, et sont reportées dans cet article.

Abstract :

We have fabricated silicon nano-needles of 140 nm diameter and 1.5 μ m length for visualization of motor protein movement. Due to the geometry of the needles, they are ideal to amplify and visualize angular movement. To enable a well defined and highly localized needle-protein connection, a specifically functionalized attachment point was included. For bio-assay applications, mass production of needles in quantities of millions was implemented by a highly parallel fabrication process. Resulting needles were investigated in respect to uniformity and durability. Application of the nano-needles to motor protein motion are reported. Rotational movement of a single protein was successfully visualized by the needles.

1- Introduction :

Dans notre corps, lorsqu'une blessure est détectée, telle qu'une petite coupure sur le doigt, le corps s'empresse de répondre à sa mission de « réparateur ». Mais, comment le corps arrive-t-il à placer au bon endroit ce qui est nécessaire pour réparer la blessure? Et de façon plus générale, comment le corps déplace-t-il d'un endroit ce qui est nécessaire à une autre partie du corps? La réponse est: par l'intermédiaire des protéines-moteur. Les protéines-moteur sont des machines moléculaires. Pour pouvoir bouger et transporter le matériel, comme tout moteur, elles ont besoin d'énergie. Cette énergie est stockée sous forme chimique dans l'ATP (Adénosine Tri-Phosphate). En convertissant l'énergie chimique libérée lors de l'hydrolyse de l'ATP en travail mécanique, les protéines-moteur peuvent ainsi faire migrer des cellules dans le corps, déplacer des organelles dans les cellules, actionner le flagelle du spermatozoïde lui permettant ainsi de nager, et bien d'autres choses encore. On les trouve partout dans tous les êtres vivants autour et dans les cellules.

L'étude de ces molécules bien particulières est essentielle pour répondre à des questions fondamentales en biologie. La façon dont elles se déplacent est l'une de ces questions. Ces molécules étant de très petite dimension (quelques nano-mètres, c'est-à-dire quelques millièmes de millimètres) il est impossible de les visualiser directement lors de leur fonctionnement. Une des façon de les observer directement est d'attacher dessus un objet suffisamment gros pour être observable au microscope, mais sans l'être trop pour que les forces de frottement visqueux dans le

milieu liquide ne gênent pas le mouvement de la molécule. Pour cela on utilise en général des nano-billes, disponibles commercialement, de quelques centaines de nano-mètres de diamètre, que l'on fonctionnalise (que l'on recouvre de molécules qui permettront l'accroche spécifique sur les moteur-protéines) avant de venir les accrocher aux moteur-protéines. Cependant, alors que le déplacement linéaire est facilement observable avec de tels objets, le mouvement angulaire (rotation) ne l'est pas, de par la symétrie sphérique des nano-billes. Un objet long et fin est nettement préférable pour l'analyse angulaire. Cependant, de tels objets n'existent pas commercialement. Plusieurs possibilités sont envisageables pour pallier à ce manque. a) Des nano-billes sont utilisées, mais on profite du fait que parfois elles s'accrochent en ligne pour former un objet longiligne [1]. Mais la structure longiligne se faisant au hasard, le rendement est faible. b) Des filaments biologiques sont utilisés, tels des filaments d'actine [2]. Mais la longueur des filaments, ainsi que le point d'accroche ne sont pas contrôlables. c) Des structures longues et fines sont fabriquées par micro-technologie. Différentes approches ont déjà été proposées [3-10]. Mais aucune de ces méthodes ne permet de répondre aux trois critères suivants qui sont essentiels pour l'application souhaitée: 1) production de plusieurs millions de structures, rapidement et facilement; 2) dimensions de 100 à 200 nano-mètres de diamètre et 1 à 2 micro-mètres de long, bien contrôlables et uniformes; 3) présence d'un point d'accroche hautement localisé, avec une possibilité de modifier chimiquement la surface, de façon à éviter l'accroche aléatoire des protéines-moteur.

Dans cet article nous présentons un méthode de fabrication qui permet de répondre à ces trois critères, ainsi qu'une application sur les protéines-moteur F1.

2- Fabrication :

La micro-technologie permet de fabriquer de façon parallèle des structures de dimensions micro-métriques et même, en utilisant certains procédés, sub-micro-métriques. Le principe de la micro-technologie consiste en la succession des quatre étapes de base suivantes, jusqu'à la fabrication totale de l'objet: 1) Dépôt d'une couche fine sur un substrat; 2) Lithographie pour réaliser un masque sur cette couche fine; 3) Gravure de la couche fine (et même parfois du substrat) selon le masque; 4) Parfois, libération de l'objet par attaque d'une couche sacrificielle ou par d'autres techniques.

C'est en suivant les quatre étapes précédentes que les nano-barres ont été réalisées. Des dizaines de millions de nano-barres cylindriques de silicium ont été fabriquées, avec un diamètre de 140 nano-mètres et une longueur de 1.5 micro-mètres, ainsi qu'avec un point d'or sur une des extrémités (Figures 1-2).

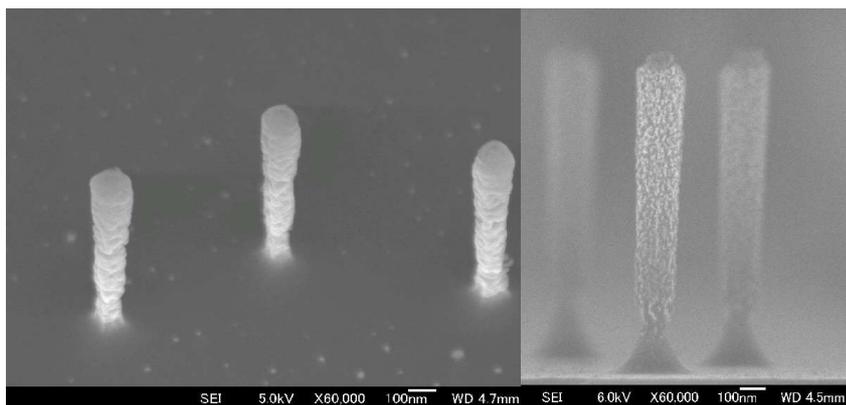


Figure 1. Nano-barres encore attachées au substrat

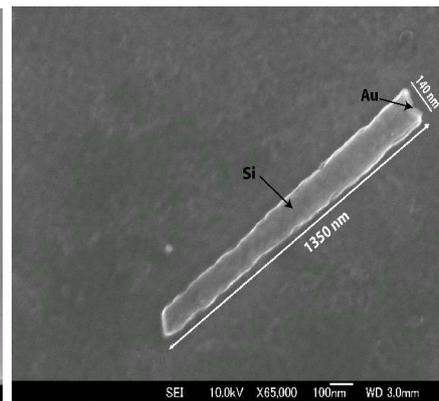


Figure 2. Dimensions d'une nano-barre.

Le procédé de fabrication est décrit Figure 3. Une épaisseur de 30 nano-mètres d'or est évaporée sur une plaquette de silicium préalablement nettoyée, avec une couche de 5 nano-mètres de chrome comme couche d'adhésion. Puis, des nano-billes de latex de 200 nano-mètres de diamètre sont éparpillées sur cette surface dorée en utilisant une tournette. Les nano-billes sont en solution aqueuse, à une concentration de 4×10^7 billes/micro-litre, avant l'opération avec la tournette, et ont été soumises à des ultra-sons pour éviter les agrégats. Une densité de 10 millions de billes par cm^2 est ainsi obtenue, c'est-à-dire 50 à 100 millions sur une plaquette 3". Ensuite, l'or, puis le chrome,

sont gravés, en utilisant les billes comme masque: seule la partie d'or et de chrome sous les billes reste protégée lors de cette étape de gravure. Tout le reste est attaqué. Ces étapes permettent ainsi de réaliser le point d'or, situé à l'une des extrémités des nano-barres et sur lequel l'accroche spécifique des protéines-moteur se fera.

Puis, une étape de gravure profonde par ICP-RIE (Ion Coupled Plasma Reactive Ion Etching), sur une profondeur de 1 à 2 microns, constitue l'étape suivante qui permet de réaliser la structure longiligne. Les nano-billes servent à nouveau de masque dans cette étape de ICP-RIE.

Enfin, une étape de plasma oxygène vient retirer les nano-billes et laisser à découvert l'or. Figure 4 montre la distribution aléatoire des piliers ainsi obtenus sur la plaquette de silicium. Les piliers sont finalement détachés du substrat pour obtenir les nano-barres en plaçant la plaquette dans de l'eau, dans un bain à ultra-sons, pendant 15 minutes. Les nano-barres en solution sont ensuite concentrées par centrifugation

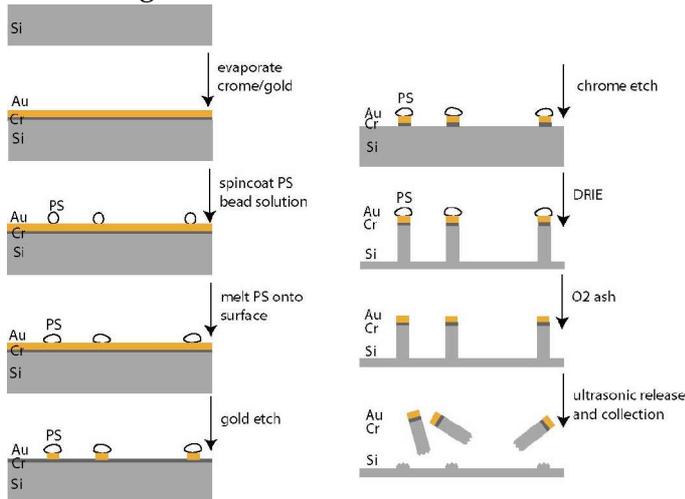


Figure 3. Procédé de fabrication des nano-barres.



Figure 4. Distribution aléatoire des nano-barres .

3- Attachement sur des moteur-protéines:

Pour valider l'utilisabilité de ces structures pour visualiser le mouvement angulaire, elles ont été testées sur des protéines-moteur rotatifs: les moteurs F1 de la famille des ATPase. Un premier test a été de vérifier si les moteurs F1 s'accrochaient de façon spécifique à l'or, sur le point d'or des nano-barres. Les nano-barres libérées de leur support sont incubées avec des F1 fluorescents, puis rincées. Elles sont ensuite observées au microscope optique en champ clair, puis en fluorescence. Figure 5 montre des nano-barres en champ clair, puis en fluorescence. Sur l'image fluorescente, on observe que les extrémités sont nettement plus brillantes que le corps des barres. Ceci signifie que les F1 fluorescents s'accrochent préférentiellement sur le point d'or ainsi que sur le silicium fraîchement exposé à la base. Ce simple test démontre l'intérêt des nano-barres pour l'attachement localisé de protéines à ses extrémités.

Les nano-barres ont ensuite été testées sur un échantillon d'analyse de la rotation des moteurs F1 [1]. Il s'agit d'une plaque de verre, sur laquelle des F1 sont attachés. En ajoutant une solution d'ATP, le combustible des F1, ils se mettent à tourner. Si un nano-objet est accroché au moteur, il se trouve entraîné par le moteur et se met à tourner lui-aussi. Les nano-barres ont donc été incubées avec les F1 attachés sur une plaque de verre, et la rotation de nano-barres a pu être observée, une fois l'ATP introduite. Figure 6 montre le film obtenu lors de l'observation de la rotation d'une nano-barre.

Cette expérience démontre que ces nano-barres peuvent être des objets essentiels pour observer en direct le mouvement angulaire de protéines-moteur.

4- Conclusions:

Ces petits objets de dimensions sub-micrométriques offre de nouvelles possibilités pour étudier aussi bien des protéines biologiques, que des protéines hybrides artificielles. Ainsi pour comprendre en détail le mouvement des protéines, il est nécessaire de pouvoir visualiser la façon dont elles

tournent, se plient, ou effectuent d'autres mouvements angulaires. Les nano-barres présentées ici permettent une excellente visualisation du mouvement angulaire. De plus, une analyse précise des mouvements est possible, grâce à leurs dimensions très uniformes ainsi qu'à leur point d'accroche en or, précisément localisé. Des travaux sont en cours pour améliorer l'accroche spécifique des nano-barres sur les protéines-moteur F1 (nano-barres / Au / SAM / biotine / streptavidine / biotine / protéine). Elles seront aussi testées sur d'autres types de protéines.

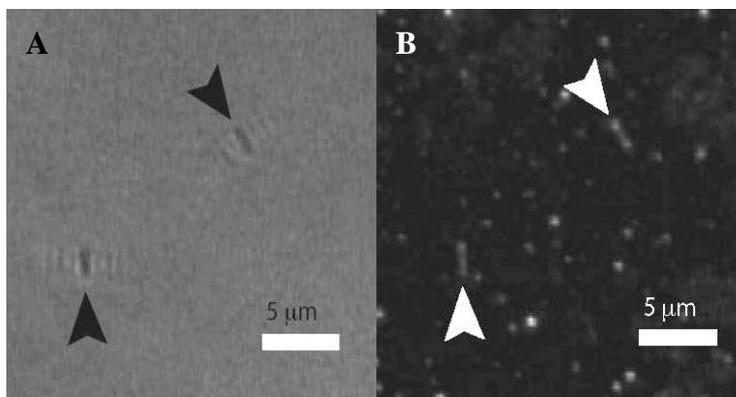


Figure 5. Nano-barres incubées avec des protéines F1 fluorescentes. A) Image en champ clair. B) image fluorescente. Les points brillants aux extrémités correspondent aux F1. La faible fluorescence observée sur le corps correspond à l'autofluorescence (confirmée sur un échantillon de contrôle, non montré ici).



Figure 6. Observation de la rotation d'une protéine-moteur F1, par l'intermédiaire d'une nano-barre fixée dessus: images tirées d'un film obtenu par observation au microscope optique; temps d'intervalle de 2 secondes.

4- References:

- [1] T. Nishizaka, K. Oiwa, H. Noji, S. Kimura, E. Munejuki, M. Yoshida, K. Kinosita Jr., "Chemomechanical coupling in F₁-ATPase revealed by simultaneous observation of nucleotide kinetics and rotation", *Nature Struct. Mol. Biol.*, vol. 11, no. 2, pp. 142-148, 2004
- [2] H. Noji, R. Yasuda, M. Yoshida, K. Kinosita Jr., "Direct observation of the rotation of F₁-ATPase", *Nature*, vol. 386, pp. 299-302, 1997
- [3] Y. Wu, H. Yan, M. Huang, B. Messer, J.H. Song, P. Yang, "Inorganic Semiconductor Nanowires: Rational Growth, Assembly, and Novel Properties", *Chem. Eur. J.*, vol. 8, no. 6, pp. 1261-1268, 2002
- [4] A.M. Morales, C.M. Lieber, "A Laser Ablation Method for the Synthesis of Crystalline Semiconductor Nanowires", *Science*, vol. 279 pp. 208-211, 1998
- [5] T. Martensson, P. Carlberg, M. Borgstrom, L. Monelius, W. Seifert, L. Samuelson, "Nanowire Arrays Defined by Nanoimprint Lithography", *Nano Lett.*, vol. 4, no. 4, pp. 699-702, 2004
- [6] W.I. Park, G.-C. Yi, M. Kim, S.J. Pennycook, "ZnO Nanoneedles grown vertically on Si Substrates by Non-Catalytic Vapor-Phase Epitaxy", *Adv. Mater.*, vol. 14, no. 24, pp. 1841-1843, 2002
- [7] R. K. Soong, G.D. Bachand, H.P. Neves, A.G. Olkhovets, H.G. Craighead, C.D. Montemagno, "Powering an Inorganic Nanodevice with a Biomolecular Motor", *Science*, vol. 290, pp. 1555-1558, 2000
- [8] A.V. Prinz, V.Ya. Prinz, V.A. Seleznev, "Semiconductor micro- and nanoneedles for microinjections and ink-jet printing", *Microelectronic Engineering.*, vol. 67-68, pp. 782-788, 2003
- [9] Y. Hanein, C.G.J. Schabmueller, G.Holman, P. Luecke, D.D. Denton, K.F. Boehringer, "High-aspect ration submicrometer needles for intracellular applications", *J. Micromech. Microeng.*, vol.13, pp. S91-S95, 2003
- [10] V. Ovchinnikov, A. Malinin, S. Norikov, C. Tuovinen, "Silicon Nanopillars Formed by Reactive Ion Etching Using a Self-Organized Gold Mask", *Physica Scripta*, vol T79, pp. 263-265, 1999

Remerciements

Ce projet est supporté par un projet kakenhi, wakate-B, numéro 16760191. Ce travail se déroule dans le cadres du LIMMS-UMI 2820, une collaboration réalisée entre le CNRS et l'Institut des Sciences Industrielles (IIS) de l'Université de Tokyo, avec un support du CNRS, de la JSPS et du Monbusho.

Protocole distribué d'anti-collision pour un groupe de robots mobiles autonomes

Rami YARED¹, Xavier Défago^{1,2}, Takuya Katayama¹

¹School of Information Science

Japan Advanced Institute of Science and Technology (JAIST)

1-1 Asahidai, Nomi, Ishikawa 923-1292

²PRESTO, Japan Science and Technology Agency (JST)

Tel: (+81) 761 51 1254 Fax: (+81) 761 51 1149

E-mail: {r-yared, defago, katayama}

Résumé :

Les problèmes de l'informatique répartie deviennent encore plus complexes dans les environnements de robots mobiles.

Dans cet article, nous considérons un système distribué composé de robots mobiles autonomes qui coopèrent afin d'exécuter les tâches requises par une application utilisateur. Les robots mobiles communiquent par échange de messages via un réseau ad hoc sans fils. Dans ce contexte, on met l'accent sur le problème de fond qui consiste à prévenir les collisions entre robots mobiles. On a besoin d'un protocole distribué déterministe qui garantit que les robots se déplacent dans un espace donné sans qu'aucune collision ne soit possible.

Abstract :

The problems of distributed computing become more complicated in the environments of mobile robotics.

We consider a distributed system composed of cooperative autonomous mobile robots executing tasks provided by a user application.

The robots are communicating by exchanging messages through a wireless ad-hoc network. In this context we focus on the essential problem, which is the collision avoidance between mobile robots. This necessitates the presence of a deterministic distributed protocol, which guarantees that no collision can occur between robots while moving towards their goals.

Introduction:

Distributed computing extends its scope to address problems relevant to mobile environments (mobile computing). In these environments hosts are physically mobile. This property creates new challenges to traditional distributed computing, by considering problems related to the physical position of the nodes. [Def01].

We consider a distributed system composed of autonomous mobile robots communicating by exchanging messages through a wireless ad hoc network. We address the problem of collision avoidance such that no collision between robots can occur while robots are moving towards their destinations.

A system has two main classes of properties, the first ensures that bad or undesirable behavior never happens during the run of the system, because once undesirable behavior takes place the system is violated, this class of properties is called “*safety*” property, while the second class guarantees that a system is always in progress towards its final goal, this class of properties is called “*liveness*” property.

It is essential to establish a middleware that handles a group of mobile robots as one entity, for that we need group membership [YDK05], [CKV01] and failure detectors techniques [HDY04]. This middleware guarantees the collision freedom property, so this property will never be violated while the system is running, consequently no collision between robots can occur. This provides a solid and a reliable lower level layer that deals with a group of robots. Other properties like reaching the final goal (termination) of the system and the dead lock free property are handled in the application layer.

There exists some centralized techniques that address the collision freedom problem but they do not address the fault tolerance aspects and they are difficult to be applied in large-scale systems.

We identify the importance of a collision avoidance component as a basic building block of a middleware for mobile robotics.

1. System model

We model a distributed system as a set of autonomous mobile robots communicating by exchanging messages through a wireless ad-hoc network. The communications is asynchronous, in the sense that no timing assumptions are made on the communication delay between robots. [YCD05]

Every robot has an identifier, and provided by an access to a global coordinate system with a bounded error margin, so there is a range of incertitude concerning the information provided by the positioning system. The robots in this model do not have any vision possibility...

In this model we do not take the failures of robots in consideration, so we assume that all robots are correct during the execution time.

Concerning communication channels we assume that they are fair lossy but they are non-FIFO channels. This assumption corresponds in fact to the real world situations.

A path is defined as a curve-shaped route along which a robot moves from an initial point until the destination point.

2. Basic idea of the collision freedom problem

The intuition behind the collision freedom is the following:

We have an asynchronous system, so there are no timing assumptions on the communications delays. Consequently it is impossible to keep track of positions of other robots, because of the mobility and the asynchrony of the communications.

We use a reservation system, such that a robot reserves a path and releases it after reaching the end of this path. All robots agree on the reservation each time a path is reserved.

The reservations are consistent, in order to achieve the consistency we adapt some protocols used in traditional distributed systems.

Adapting the traditional protocols creates many challenges due to the mobility issues of robots, the asynchrony of communications, and the ad-hoc wireless communications characteristics. These communications are characterized by limited communication range and link breakage between nodes. [YCD05]

3. Conclusion

The collision avoidance between mobile robots constitutes a basing building block in the environments of mobile robotics.

We model a distributed system as a set of mobile robots communicating by exchanging messages through a wireless ad-hoc network. The communications is asynchronous, in the sense that no timing assumptions are made on the communication delay between robots.

The collision freedom property is achieved by a consistent path reservation system, such that all robots agree on the reservations.

The collision avoidance protocol guarantees that no collision can occur between robots while moving towards their goals.

References

CKV+01 G.Chockler, I. Keidar, and R.Vitenberg.
Group communication specifications: A comprehensive study. *ACM Comput. Surv*, 33(4):427-469, December 2001.

Def+01 X. Défago.
Distributed computing on the move: From mobile computing to cooperative robotics and nanorobotics (a position paper). In *Proc. ACM Int'l Workshop on Principles of Mobile Computing (POMC'01)*, pages 49–55, Newport, RI, USA, August 2001.

HDY+04 N. Hayashibara, X. Défago, R. Yared, and T. Katayama.
The ϕ accrual failure detector. In *Proc. 23rd IEEE Intl. Symp. on Reliable Distributed Systems (SRDS'04)*, pp. 66-78, Florianópolis, Brazil, October 2004. IEEE CS Press.

YDK+05 R. Yared, X. Défago, and T. Katayama.
Fault-tolerant group membership protocols using physical robot messengers. In *Proc. 19th IEEE Intl. Conf. on Advanced Information Networking and Applications (AINA'05)*, Vol. 1, pp. 921-926, Taipei, Taiwan, March 2005.

YCD+05 R. Yared, J. Cartigny, X. Défago, and M. Wiesmann.
Collision avoidance distributed protocol for autonomous mobile robots. Research Report, Japan Advanced Institute of science and Technology (JAIST), September 2005.

Acknowledgments

We are grateful to Julien Cartigny, Nak-Young Chong, Samia Souissi, Péter Urban, and Matthias Wiesmann, for their insightful comments.

This research was conducted for the program “Fostering Talent in Emergent Research Fields” in Special coordination Funds for Promoting Science and Technology by the Japan Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology.

Mesures de compositions locales dans les flammes via plasma induit par laser

Laurent ZIMMER, Shigeru Tachibana

Japan Aerospace Exploration Agency 7-44-1 Jindaiji-Higashi, Chofu, Tokyo 182-8522

Tel. : 0422-40-3907 - Fax. : 0422-40-3440

E-mail : zimmer.laurent@jaxa.jp

Résumé :

Afin de réduire les émissions toxiques des turbines à gaz, la combustion prémélangée offre une solution attractive. Néanmoins, en pratique, la qualité du mélange peut-être délicate à assurer et il faut recourir à des techniques capables d'effectuer des mesures locales et instantanées du rapport entre carburant et oxydant. Afin de fournir de telles données, une technique utilisant un laser Nd:YAG, focalisé via une lentille sphérique afin de créer un plasma local a été utilisée. Cette technique est connue sous le nom de spectroscopie plasma induite par laser (Laser Induced Plasma Spectroscopy; LIPS). Chaque molécule se trouvant initialement dans le volume de mesure est décomposée en atomes et ainsi l'émission du plasma permet d'accéder à la composition locale du gaz. En utilisant le rapport entre l'émission d'hydrogène (carburant) et celle de l'azote ou de l'oxygène (représentant l'oxydant), il est possible de remonter à la richesse locale. Cependant, différents problèmes doivent être pris en compte, comme par exemple le degré d'ionization du plasma ou encore la position exacte du plasma. L'ionization du plasma est déterminée dynamiquement par le rapport d'émissions entre deux raies d'hydrogène. Deux applications de cette technique sont présentées ici. Il est ainsi montré que des jets d'air secondaires utilisés pour la stabilisation de la flamme vont réduire localement la richesse du mélange initial. Cette technique a aussi permis de tester l'efficacité de deux types de mélangeur et de les comparer avec une méthode plus standard reposant sur une longueur de mélange plus importante.

Abstract :

In order to reduce pollutant emissions from gas turbines, premixed combustion offers an attractive solution. However, in practical cases, the quality of the mixing may be difficult to assess and one need techniques to actually measure the local and instantaneous ratio between fuel and oxidizers. To provide such data, a technique was used that uses a Nd:YAG laser, focused through a spherical lens to create a local plasma. This technique is known as Laser Induced Plasma Spectroscopy (LIPS). Each molecule within the initial probe volume is decomposed into its fundamental atomic components and therefore the emission of the plasma will give a clear evidence of the local composition. Using ratio of hydrogen (representing fuel) versus oxygen or nitrogen (representing oxidizers), it is possible to retrieve the equivalence ratio information. Different cautions have to be taken however, like the degree of ionization of the plasma as well as the actual position of the plasma. Ionization is determined dynamically looking at the ratio between two hydrogen emission lines. Applications of this technique are shown in two different configurations. Fundamental flames have been investigated and the effects of dilution induced by secondary air jets used to stabilize the flame on the main mixture were clearly shown. Two different mixing devices were investigated as far as their mixing efficiency is concerned and compared with a more standard way to achieve mixing, using longer mixing length.

Introduction :

With the actual regulations on emissions, it is common to run combustors in lean premixed modes. In land-based turbines, the mixing section dimension is not as crucial as in aircraft design. However, rapid mixing is a key parameter and a proper evaluation of the properties of the mixture has to be available to designers in order to improve or validate the new mixing devices. It is relatively easy to achieve qualitative characterization of mixing using for instance tracers to see where the fuel is actually injected. However, quantitative measurements remain a challenging issue (see [Schulz and

Sick, 2005] for recent advances on tracer LIF techniques). Those techniques require either the introduction of a seeding molecules at known concentration to measure the concentration within the combustor or the use of several excitation schemes (hence lasers and cameras). An alternative method to obtain quantitative measurements of local gaseous composition is presented here and a practical case is discussed where local gradients of mixture fraction exist. This method may be applied to any type of fuel without addition of seeding molecules. The first part will aim at presenting the Laser Induced Plasma Spectroscopy technique. The second part will present the burner used and the effects of secondary swirling air jets on the main mixture. The third part will deal with quantitative measurements of local equivalence ratio at different height above the burner for two different mixing devices. Their relative efficiency will be compared. Finally conclusions are drawn.

Laser Induced Plasma Spectroscopy

The technique used here is not new as trials were already reported in early 80's (see [Schmieder, 1982]). However, with recent development in lasers and cameras it becomes attractive as good signal to noise ratio can be obtained. To achieve a local plasma, the second harmonic of a Nd:YAG laser is used coupled to a lens (NADL-30-200PY2 from Sigma Koki) with a focal of 200mm. The collecting light probe is a lens with focal length of 300mm coupled to a fiber optics. The fiber optics is then connected to a spectrometer (MS-257 from Oriel) and measurements are made with an ICCD (Andor) and a slit of 50 μ m. The time delay between the formation of the spark and the measurements is a key parameter as well as the exposure time [Zimmer et al., 2005]. The frequency was set to 1Hz (for the Q-switch but keeping flash lamps at 10Hz). The actual measurement volume is limited to the volume of the spark as the natural emission is limited during the exposure time. To precisely measure the position of the plasma, an ICCD camera is used, synchronized with the laser. Each spark position is therefore precisely known as well as the possible occurrence of multiple sparks. Those multiple sparks have to be rejected because they are not spatially localized and furthermore, the energy used to form each individual plasma cannot be measured. Together with the position, each time the spark energy is also measured, because it has been shown that the energy is an important parameter for LIPS technique ([Phuoc and White, 2002]). A typical sketch of the experimental facility is shown in Figure 1.

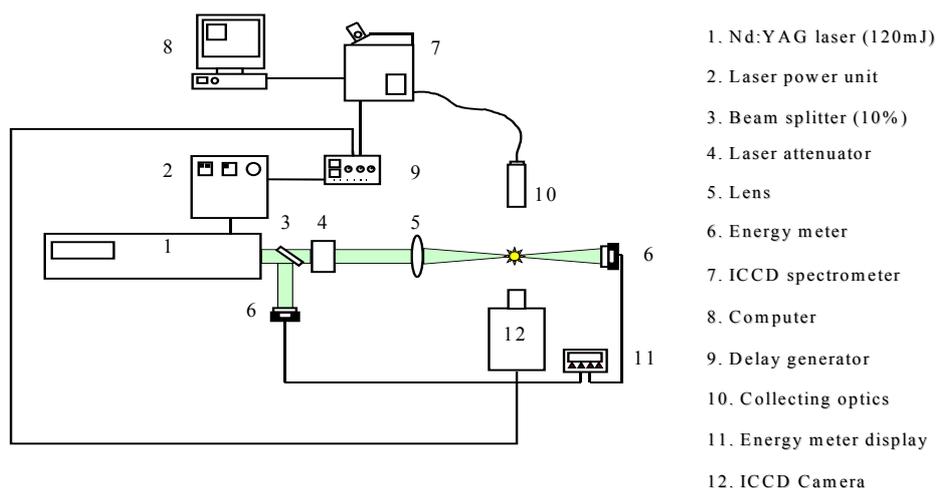


Figure 1 Sketch of the experimental technique

To measure the local equivalence ratio, emission lines corresponding to the fuel atomic composition and those corresponding to oxidizers have to be clearly identified. Afterwards, ratio of two or more of those lines can be linked to equivalence ratio. A proper choice in the line will clearly influence the accuracy and sensitivity of the technique. In order to show the how the technique works, typical examples are chosen to illustrate the basis of the technique. The present spectra were taken with an integration of 3,000ns 300ns after the plasma formation. The spark is located 10mm above the exit

of the burner and no swirling air jets are used. Therefore, one may assume that the inner part of the jet is exactly at the preset equivalence ratio and therefore, the spectra obtained do represent the imposed stoichiometry. In Figure 2, two spectra are represented, one for an equivalence ratio of 0.30 and the other one for 0.60. The spark energy was kept constant and was 20mJ. One can clearly notice four main peaks. The two first one represent the hydrogen emission (Balmer series) with distinctive emission at 486 and 656nm. The third peak represents the nitrogen emission (746nm), whereas the last one represents the oxygen atoms (777nm). Based upon the examination of those two spectra, it turns out that indeed an increase of equivalence ratio resulted in an increase in the emission of hydrogen, whereas the emission for nitrogen and oxygen atoms decreased. However, it is very difficult to rely on absolute values and therefore, for the calibration purpose, one will rather look at ratio.

It is possible to use at least two independent ratio to relate each spectra to a given equivalence ratio. One will be done with the hydrogen emission at 486nm with the emission of oxygen and the other one between the second hydrogen peak (which is the strongest here at 656nm) and the nitrogen emission at 746nm. Typical calibration curves obtained are shown in Figure 3. From those two curves, it seems quite unambiguous that the emission ratio can be linked to the equivalence ratio. It is worth noting that both calibration and results are performed in fresh gases. The reason to use two independent ratios is to have increase accuracy. A spark will therefore lead to a successful measurement if and only if the stoichiometry as measured by the two methods coincides with each other. An important parameter is the spark energy. For different spark energies, even though the equivalence ratio is kept constant, the ratio will change due to changes in ionization levels. To avoid this kind of problems, two strategies are simultaneously used. The first one is to actually measure the spark energy, using the two power meters as shown in Figure 1. The other one is to actually estimate the ionization level of the hydrogen atom. This is possible as two different transitions are measured (emission at 486 and 656nm) and therefore this ratio provides an alternative to the measurement of the actual spark energy. This ionization estimation would be preferable in practical situation for which the measurement of the spark energy may not be straightforward due to limited optical access.

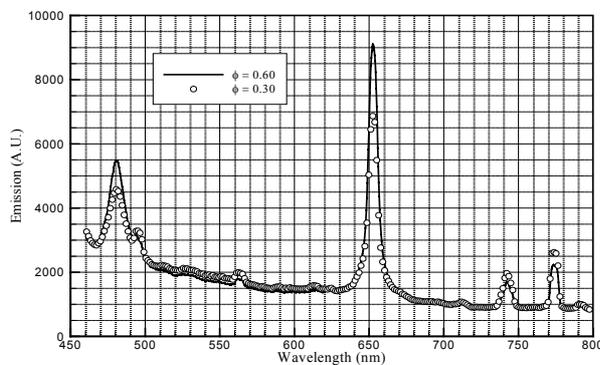


Figure 2 Mean spectra for equivalence ratio of 0.30 and 0.60

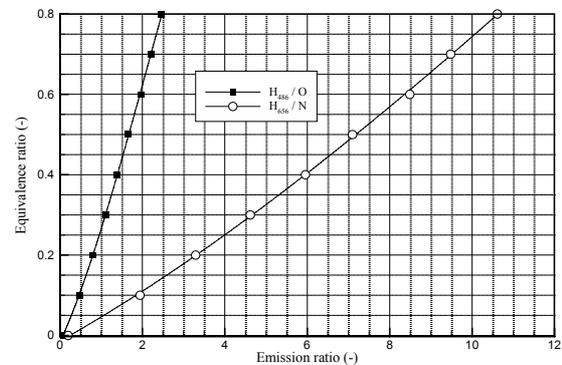


Figure 3 Example of calibration curve obtained for two different ratios

Application to a turbulent burner

To validate the ability of the LIPS technique to actually measure inside turbulent burners, a series of experiments have been conducted in a low-swirl burner type. The low-swirl burner is a burner that enables the stabilization of a turbulent flame under moderate and intense turbulence without recirculation zone. It is used for fundamental studies of turbulent premixed flames. A sketch of the facility is displayed in Figure 4. The main changes compared to the LSB as presented in [Chan et al., 1992] are the turbulence generating mechanisms. Rather than using two slots, a punching plate is used. Another important different is that the nozzle is made of glass to allow optical access also inside the burner. This is of crucial importance for CFD simulations that require boundary conditions to be well described.

It is worth noting that the flame is not confined and therefore there may be some gradients of mixture fraction due to mixing with surrounding air and swirling jets. The flow rate of the swirling

jets will enable to change the lifted height of the flame as well as the turbulent characteristics at the flame front [Tachibana et al., 2004]. An increase in the swirling strength will induce three-dimensional effects and mixing between the main core and the surrounding jets may become possible.

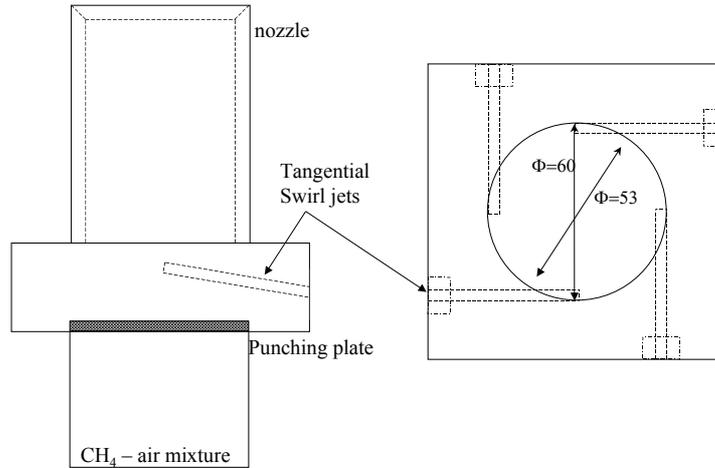


Figure 4 Sketch of the LSB burner

Therefore, local measurements of equivalence ratio should be performed to quantify precisely the impact of the swirling jets in terms of stoichiometry. The measurements presented in the following are taken 10mm above the exit of the burner. This location is always in non-reacting gases for the different conditions chosen here. It is important also to note that the flame cannot be stabilized for very low swirl numbers but that the mixing can be faithfully quantified using LIPS technique. A series of tests were done with a mean stoichiometry of 0.60 and changing the swirl number from 0 to 1.80. The total flow rate is set to $662\text{NL}\cdot\text{min}^{-1}$, which induces a mean bulk velocity of $5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ at the exit of the burner. The geometric swirl number is defined as

$$S = \frac{\pi R^2 Q_j^2 \cos \alpha}{4\pi R_j^2 (Q_j + Q_m)^2}$$

where the subscript j represents the swirling jets (radius and flowrate) and α being the angle between swirling jets and main mixture (in the present case $\alpha = 20^\circ$), $R_j=1\text{mm}$ and $R=26.5\text{mm}$.

Mixing between main flow and secondary air swirling jets

As depicted by Figure 1, another ICCD camera is used to monitor the position of the plasma. It is used in gate mode with an integration time of 10ns following the emission of the laser. A filter is used (Band pass $431\text{nm}\pm 10\text{nm}$, typically used to monitor CH^* emission) to attenuate the emission and the smallest aperture is used ($f=32$). One of the answers provided by this ICCD is to give precisely the localization of the induced plasma. A traverse system is used to simultaneously move the lens and the collecting lens in a horizontal plane so that the measurement point will be moved along a radial axis. The other information provided by this ICCD is to give the exact nature of the spark. In a flowing condition, presence of small dust particles may change the position of the plasma as well as create multiple sparks. Three swirl numbers are used for an overall equivalence ratio of 0.60. Plots are shown in Figure 5. Those profiles are averaged profiles over 4mm in space and correspond to the mean values obtained at a radial point (both from left and right side). Typically 200 shots are averaged to provide statistically converged mean values. The measured equivalence ratio is the one inferred by the LIPS ratios and radial distance denotes the distance from the center of the burner. One can see that in the core of the jet, values close to the one fixed (0.60) are indeed measured. However, for radial distances higher than 15mm as far as swirl number of 1.60 and 1.70 are concerned, one has values slightly lower than 0.60 (around 0.58). This reduction of actual equivalence ratio becomes more evident for radius of 20mm and further. One can also notice that even for swirl numbers of 1.40, this reduction is measured, but for a slightly higher radial coordinates (typically around 20mm in the present case). Clearly, LIPS technique can show local mixture fraction variation and this variations have a strong impact as this burner is generally

used to quantify properties of premixed flames. As typically 200 shots are averaged to get those profiles, the relative uncertainty is quite small (see Zimmer and Tachibana, 2004).

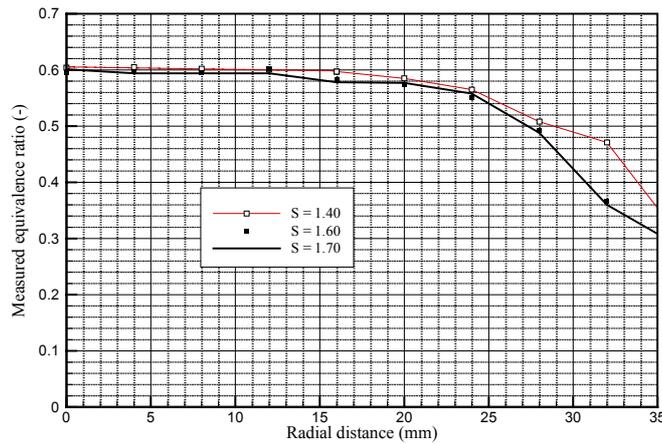


Figure 5 Evolution of local equivalence ratio with swirl

Quantification of mixing devices using LIPS technique

In this application, two mixing devices are investigated to characterize their mixing efficiency. The strategy is to place the mixing upstream of the swirl injection, as shown in Figure 6. The two injectors are displayed in Figure 7. On the left, is a simple circular slit from which the methane is injected. The second one is a lobed shaped slit. This lobed shaped should increase the mixing capacity and therefore allow better mixing for a similar spatial extension. The important parameter is the length of the nozzle L . In the following, only a length of 90mm will be used.

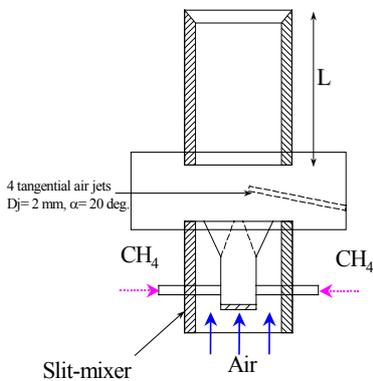


Figure 6 Sketch of the injection position

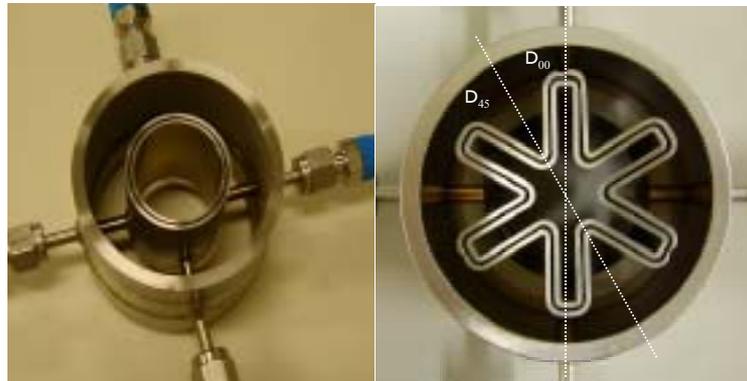


Figure 7 Direct photograph of the two injectors

The results are plotted in Figure 8 for the slit mixer, with measurements performed 10 and 35 mm above the exit of the burner. One can notice that the inner side of the burner does not contain any fuel for a height of 10mm, as the measured equivalence ratio drops to 0. One can also see two sharp regions in which fuel is detected to a relatively high concentration as measured equivalence ratio reaches values above 1.0. Afterwards, the outer part of the flow exhibits a decrease in the local mixture fraction. Measurements performed further downstream (35mm) show that the fuel is spreading (due to divergence of the main flow) and that it mixes with air as measured equivalence ratio tends to become lower than unity. Nevertheless, the fuel can still not efficiently penetrate inside the core of the mixture in the center the equivalence ratio is only 0.10, for an overall equivalence ratio of 0.60. Measurements performed with the lobed shaped injector (see Figure 9) do exhibit a complete different behavior. To illustrate the mixing efficiency of such an injector, measurements were also taken with a static mixer located 2m upstream.

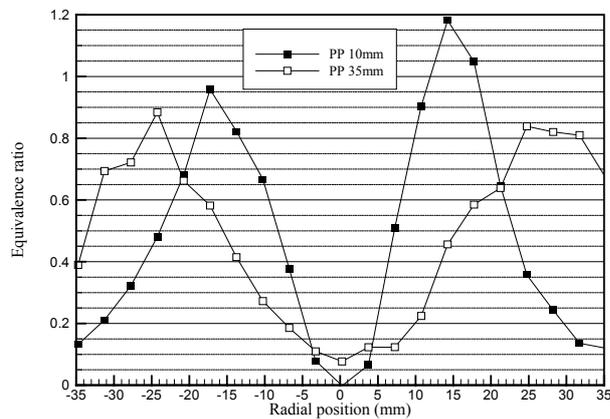


Figure 8 Profiles of the fuel for the slit mixer

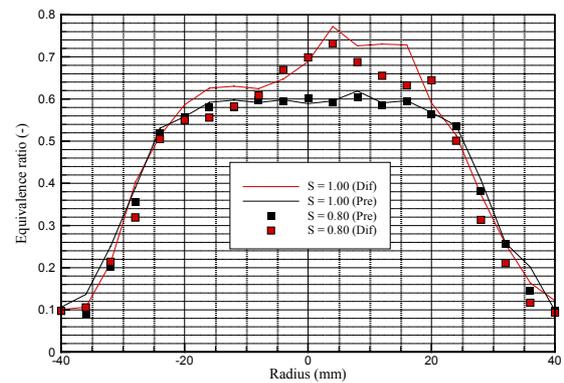


Figure 9 Profiles for the lobed slit mixer

Those measurements are referred as Pre in the plot whereas those obtained using the lobed shaped injection for fuel supply are denoted as Dif. Highest values reached for the equivalence ratio is 0.76 for a distance of 10mm above the burner, which is much better than the slit injector. Furthermore, one can notice that the fuel is more distributed. However, non-symmetry is a very important problem. The reason for an overall increase of the equivalence ratio measurement for radius higher than 0 comes from manufacturing issues that do not allow at the present stage a complete symmetry of the lobed shaped slit. Therefore the right side corresponding to a slightly higher gap provides more fuel than the left side and therefore overall equivalence ratio is increased in this region. Nevertheless, the performances of the lobed shaped injector are very good for rapid mixing efficiency and it may be fruitful to overcome the manufacturing issues to provide a new and fast way for mixing fuel and air within limited space.

Conclusions

A Laser Induced Plasma Spectroscopy has been studied and applied to characterize mixing occurring in turbulent flames. It uses the emission of the plasma to infer the local composition, hence local equivalence ratio. It has been used to characterize the influence of the swirling air jets on the main mixture. It clearly showed the influence of the tangential air jets on the main mixture fraction. It has also been used to characterize two injectors. The lobed shape injector has clearly an overall better efficiency than the slit injector as fuel mixes faster, even though symmetry was hard to achieve. Further measurements of the LIPS technique may include temperature estimation using the emission of the plasma.

References

- Chan, C. K., Lau, K. S., Chin, W. K. and Cheng, R. K.: Freely Propagating Open Premixed Turbulent Flames Stabilized by Swirl, 24th Symposium (International) on Combustion, Combustion Inst., 1992, pp. 511-518.
- Phuoc, T.X., and White, F.P.: Laser-Induced spark for measurements of the fuel-air ratio of a combustible mixture, Fuel 181, 2002, pp1761-1765.
- Schulz, C. and Sick, V., Tracer-LIF diagnostics: quantitative measurement of fuel concentration, temperature and fuel/air ratio in practical combustion systems, Progress in Energy and Combustion Science, Volume 31, Issue 1, 2005, Pages 75-121.
- Schmieder, R.W., Combustion applications of laser-induced breakdown spectroscopy, Sandia National Laboratories, Sand81-8886, 1982.
- Tachibana, S., Zimmer, L., and Suzuki, K., Study on turbulent premixed flames of a low-swirl burner, Journal of the Combustion Society of Japan, 46(137), 2004, pp17-23.
- Zimmer, L., Tachibana, S. and Suzuki, K.: Laser Induced Plasma spectroscopy for local equivalence ratio measurements, 41st Japanese symposium on Combustion, 2004.
- Zimmer, L., Tachibana, S. and Suzuki, K.: Local equivalence ratio measurements using Laser Induced Plasma Spectroscopy, Asian Joint Conference on Propulsion and Power, 2005.

Service de Détection de Pannes avec SNMP

Matthias Wiesmann

JAIST, 旭台 1-1 能美市 石川県

Tel. : +81 761 51 1254 - Fax. : +81 761 51 1149

E-mail : wiesmann@jaist.ac.jp

Résumé :

La détection de pannes est un aspect important de la programmation distribuée. Dans un réseau informatique, il est en effet difficile de déterminer si un nœud est non fonctionnel ou simplement lent. Or, la distinction est importante pour une application distribuée : dans le premier cas une reconfiguration est nécessaire, dans le second, une simple attente suffit souvent. Implémenter une détection de pannes efficace est un problème difficile, ce qui fait qu'en général, les programmes utilisent des approches simplistes comme des temps limites fixés.

Pour contrer ce problème, la notion de service de détection de panne a été proposée depuis plusieurs années. Un tel service offre de nombreux avantages : il permet de n'avoir qu'une seule implémentation partagée par plusieurs applications, cette implémentation peut-être changée sans affecter les applications, et le service peut utiliser des techniques complexes sans compliquer les applications.

Plusieurs services de détection de pannes ont été proposés, mais aucun n'est utilisé en dehors de sa niche d'origine. Une des raisons à cela est le fait qu'il n'existe aucune interface standard pour un tel service. Nous présentons un service de détection de panne basé sur le standard SNMP (Simple Network Management Protocol). Ce standard est très largement utilisé pour la surveillance de l'infrastructure réseau ou de serveurs. Notre service utilise SNMP pour les communications et les interfaces avec les applications. De cette manière, il peut être interfacé en utilisant des technologies et des outils existants.

Abstract :

Failure detection is an important issue of distributed programming. In a computer network, distinguishing a failed node from a slow one is difficult. Yet the difference is important for distributed applications: in the first case a reconfiguration is needed, in the second case, waiting is sufficient. Implementing efficient failure detection is difficult. Because of this, many applications use simplistic approaches like fixed timeouts.

To address these issues, failure detection services have been proposed for some years. A service offers many advantages: a single implementation is shared by multiple applications, this implementation can be changed without rebuilding the application and complex failure detection techniques can be used without weighting down or increasing the complexity of the application.

Many failure detection services have been proposed. But none is used outside of a small application niche. One of the reasons for this is that there is no standard for such a service. We present a failure detection service based on the SNMP (Simple Network Management Protocol) standard. SNMP is widely used for monitoring network infrastructure and servers. Our failure detection service uses SNMP for communication and application interfaces. This way, it can be interfaced using standard technologies and existing tools.

Introduction :

Une définition d'un système réparti a été donnée par Leslie Lamport : *«Vous êtes en présence d'un système réparti si l'arrêt d'un ordinateur dont vous n'avez jamais entendu parler vous empêche de*

travailler». Elle illustre un des problèmes centraux dans les systèmes distribués: détecter et gérer les défaillances. Pour pouvoir tolérer des fautes, un mécanisme pour détecter les pannes de machines distantes est nécessaire. Au fur et à mesure que la taille et la complexité d'un système croissent, le besoin d'un système de détection de pannes devient une nécessité.

Si la détection de pannes est un aspect important des systèmes répartis, la problématique est plus générale. Elle touche la gestion de réseau et de grappes de machines, le déploiement d'applications et l'informatique distribuée au sens large. S'il existe des solutions pour surveiller processus et nœuds, elles sont en général restreintes à des tâches de surveillance et de gestion. Au niveau applicatif, la détection de pannes se fait typiquement avec des *timeouts* (temps limites).

L'approche par *timeout* n'est pas adaptée à la détection de pannes. Si l'on considère par exemple un client Web qui envoie une requête HTTP, un *timeout* durant la connexion peut signifier deux choses : le serveur est en panne, ou bien il est lent. L'utilisateur n'a aucune manière de distinguer ces deux cas à moins d'exécuter à nouveau la requête, ce qui n'est ni pratique, ni fiable. En fait, si le serveur est surchargé, cette nouvelle requête va simplement ajouter à la charge. Fixer le bon *timeout* est une tâche difficile, s'il est trop court, un serveur lent sera considéré comme défaillant, s'il est trop long, le client attendra inutilement la réponse d'un serveur en panne. Comme il n'existe pas de service de détection de pannes, les *timeouts* restent malheureusement la seule solution dans de nombreux cas.

Un service de détection de pannes a pour but de remédier à ce problème. Les applications utilisent ce système pour décider si un processus distant est en panne, et, partant de là, elles se reconfigurent en cas de défaillances. Ce service peut-être utilisé directement par les applications, mais peut être utilisé par un *middleware* comme CORBA ou une infrastructure GRID. Finalement, ce service peut-être utilisé pour implémenter des détecteurs de fautes qui fournissent des propriétés formelles comme $\diamond S$ ou $\Omega[2]$.

Un service de détection offre de nombreux avantages. Premièrement il permet d'extraire une fonctionnalité complexe et par là de simplifier les applications. Deuxièmement l'implémentation, l'algorithme et le modèle sous-jacent peuvent être changés sans nécessiter de modification dans l'application. Troisièmement, ce service peut implémenter des techniques complexes qui ne seraient pas acceptables dans des applications – typiquement des approches adaptatives qui intègrent plusieurs sources d'information. Quatrièmement un service peut consolider les informations de *monitoring* de plusieurs applications en un seul flot, ce qui permet l'économie de messages.

Si l'idée d'un service de détection de fautes n'est pas nouvelle, aucun des services proposés n'est utilisé en dehors de sa communauté d'origine. Souvent, les services ont été conçus pour servir à l'intérieur d'un projet ou d'un *toolkit* particulier. De ce fait, l'interopérabilité et l'intégration avec des standards existants n'a pas été une priorité. Un service sans interfaces standardisées a peu de chances d'être accepté à large échelle [1].

Le système SNMP-FD offre un service de détection de pannes qui cherche à remédier à ce défaut. Le service est basé sur un standard établi depuis plus de vingt ans dans le domaine de la gestion de l'infrastructure réseau et de la surveillance de serveurs critiques. L'utilisation du protocole SNMP nous offre plusieurs avantages : le protocole SNMP est un protocole léger, il nous permet d'interopérer avec les équipements réseau et d'autres services de gestion et de monitoring, enfin l'utilisation d'un standard existant nous évite d'en définir un nouveau, qui aurait de la peine à être accepté.

Middleware :

L'approche habituelle pour assurer l'interopérabilité dans les systèmes répartis est d'utiliser un middleware. Ces outils standardisent les interactions sur le réseau et le format des données. Plusieurs *middlewares* ont été envisagés pour ce projet, notamment CORBA et SOAP, mais SNMP est

clairement l'outil le plus adapté : le protocole a été conçu pour des tâches de surveillance, permet de communiquer avec les équipements réseau, et une bonne partie des interfaces pour la surveillance de processus est déjà définie. De plus, étant conçu pour être embarqué sur du matériel réseau, c'est un protocole simple qui utilise des messages courts. Les autres middleware offrent des capacités et des abstractions bien plus avancées, mais qui, dans notre cas, ne sont pas utiles.

SNMP :

SNMP est un standard défini par l'IETF dans les années quatre-vingt-dix pour la gestion d'équipements réseau. De nos jours la grande majorité des équipements réseau (routeurs, passerelles, *switches*) ainsi que de nombreux périphériques connectés à travers le réseau (imprimantes), comportent un agent SNMP et peuvent donc être gérés en utilisant des outils standard.

L'agent est l'entité logique responsable de surveiller un équipement et gérer les interactions SNMP. L'agent maintient une base de donnée, la *Management Information Base* (MIB), qui reflète l'état de l'agent et de l'équipement. La MIB est structurée en un arbre logique : chaque sous-arbre contient des données pertinentes à un domaine précis. Dans sa forme la plus simple, cette MIB ne contient qu'un sous-arbre avec des informations administratives (emplacement, responsable, etc.). De nombreux sous arbres ont été standardisés : allant de configuration et l'état des interfaces réseau jusqu'à l'état des bacs à papier d'une imprimante. Tous les éléments de la MIB peuvent être lus et dans certains cas, écrits. Un sous-arbre très important contient les tables de notification. Des processus distants peuvent y enregistrer leurs adresses afin de recevoir des messages asynchrones lors de changement d'états de l'équipement. Ces messages sont nommés *trappes* (*trap*). Ce mécanisme évite de devoir régulièrement interroger l'équipement pour savoir si son état a changé.

SNMP-FD :

Le service de détection de fautes SNMP-FD est conçu d'entrée pour être utilisé dans des contextes multiples et à travers une interface standard. Il est intégralement construit sur le standard SNMP. Il utilise ce standard deux manières.

Premièrement, les interfaces du service sont exposées suivant le standard SNMP : l'état du service est accessible via la MIB et les suspicions de pannes sont délivrées par le biais de trappes. Les informations propres à un service de détection de pannes sont définies dans des sous-arbres spéciaux, mais une grande partie de l'information (état des processus, enregistrement des entités désirant recevoir des notifications) est stockée dans des sous-arbres standard. Notre outil est donc compatible avec les outils de monitoring et d'administration réseau existants.

Deuxièmement, le service est construit en utilisant les mécanismes offerts par le protocole SNMP. Les messages entre les différents nœuds sont des messages SNMP. En particulier, un aspect important de l'implémentation d'un service de détection de pannes est l'envoi de messages de *heartbeat*, ces messages sont échangés périodiquement entre les nœuds afin de vérifier que chaque nœud n'est pas défaillant. Ces messages sont implémentés au moyen de trappes SNMP. L'avantage de cette approche c'est que les trappes SNMP ont été conçues pour minimiser la charge réseau : une trappe est transmise grâce à un seul message UDP.

Le service SNMP-FD est conçu de manière à permettre en son sein l'implémentation des diverses politiques de détection de pannes décrites dans la littérature. Toutes ces techniques de détection partagent une infrastructure commune fournie par notre système. De plus, l'intégration avec le protocole SNMP permet d'utiliser non seulement des messages de *heartbeat*, mais aussi des informations extraites de l'équipement réseau, ces informations aident à améliorer la qualité du service [3]. Par exemple, si une machine tombe en panne, son interface réseau sera désactivée. Cet événement sera détecté par le *switch* auquel la machine est connectée et annoncé au moyen d'une trappe. L'utilisation de ces informations avancées permet d'augmenter la qualité du service de détection sans augmenter la fréquence d'envoi des messages de *heartbeat*, en effet, ceux-ci tendent à surcharger le réseau s'ils sont envoyés à une trop grande fréquence.

Architecture :

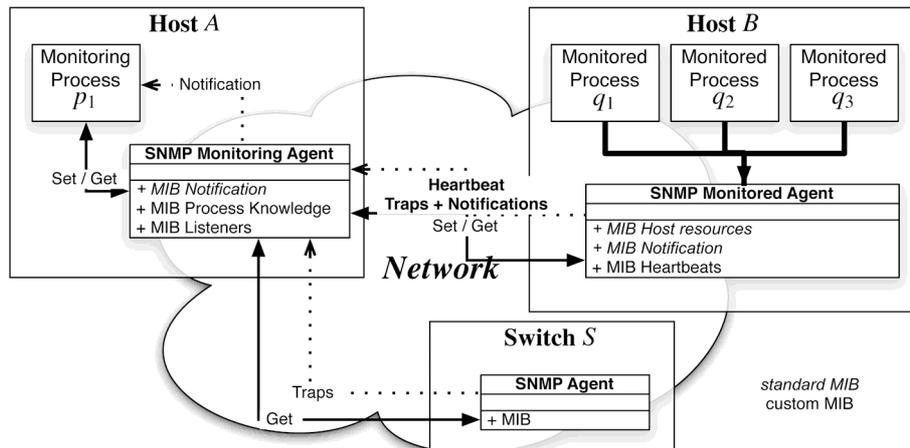


Figure 1 : Architecture du Service SNMP-FD

La Figure 1 illustre l'architecture du Système SNMP-FD. Le processus p_1 sur le nœud A surveille trois processus q_1, q_2 et q_3 sur le nœud B . Le nœud B contient un processus démon qui implémente le répondeur SNMP et surveille les processus locaux. Le switch S connecte les nœuds A et B , en cas de défaillance du lien $S-B$ une trappe est envoyée au nœud A . Les trappes qui parviennent au nœud A ont des significations différentes, une trappe de *heartbeat* du nœud B indique une *absence* de défaillance de B , alors qu'une trappe en provenance du *switch S* indique la *présence* d'une défaillance du nœud B . Le nœud A contient un démon SNMP local. Celui-ci est responsable d'interpréter ces différentes informations et de transmettre l'interprétation en termes de suspicions de pannes à l'application cliente (le processus p_1).

Implémentation

Un premier prototype a été réalisé durant des projets d'étudiants à l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne [4]. Ceux-ci ont démontré la faisabilité de l'approche, et de bonnes performances dans un réseau local [5] ainsi qu'une analyse des données pouvant être extraites des équipements réseaux [6].

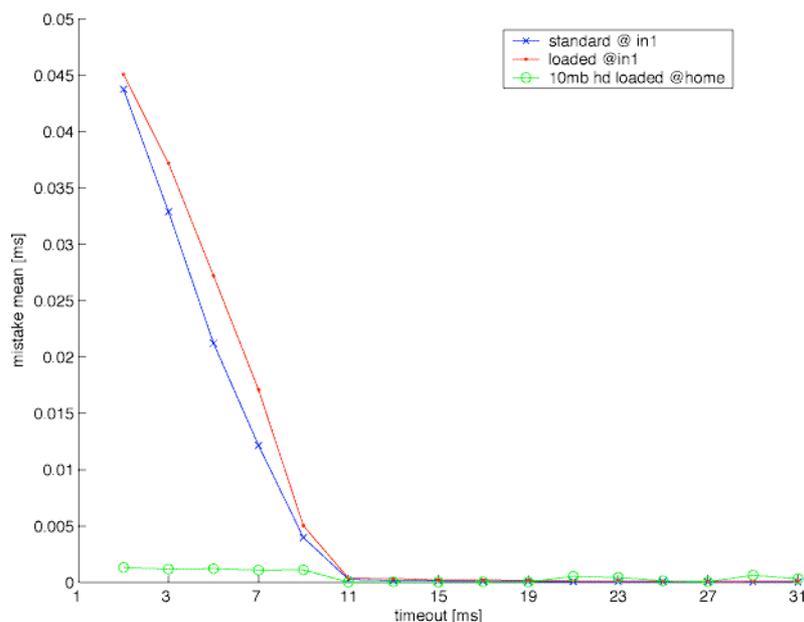


Figure 2 : Durée moyenne des suspicions erronées en fonction du *timeout*.

La Figure 2 illustre les performances du service dans un réseau local. Nous avons mesuré la durée de suspicions d'un nœud sans défaillances en faisant varier la durée des *timeout* – cela nous permet

de mesure la qualité de la détection de panne en fonction de l'agressivité des *timeouts*. La détection se fait uniquement au moyen de messages *heartbeat* envoyés toutes les 5 ms. Les messages de *heartbeat* sont envoyés avec des trappes SNMP, elle-même encapsulée dans des messages UDP. On voit que le taux d'erreur est dramatiquement réduit lorsque le timeout correspond à l'envoi de deux *heartbeats*. Cela est dû au fait que les chances de perdre deux messages UDP consécutifs sur un réseau local sont très faibles. Le temps de détection obtenu est de l'ordre de 12 ms, ce qui permet l'implémentation d'applications très responsives.

Une implémentation complète est en cours basée sur le système SNMP4J. Elle inclut des interfaces standardisées, un système de message configurable, ainsi que des politiques de timeout dynamiques. Ce prototype sera validé en l'intégrant au système Neko [7] ainsi que dans des primitives de communication point-à-point.

Conclusion

Le service de détection SNMP-FD offre un service de détection doté d'une interface standardisée. Il permet d'offrir aux développeurs le résultat de la recherche en matière de détection de fautes sans qu'ils aient à se préoccuper des complexités des techniques ou d'une interface particulière. L'utilisation d'un système léger permet de garder de bonnes performances et l'intégration avec les équipements réseau et offre les avantages d'une technologie standard et mature.

Références

- [1] M. Wiesmann, X. Défago, and A. Schiper. **Group communication based on standard interfaces**. In *Proceedings of the IEEE International Symposium on Network Computing and Applications (NCA-03)*, pages 140–147, Cambridge, MA, USA, 2003.
- [2] F. C. Gärtner. **A gentle introduction to failure detectors and related problems**. Technical Report TUD-BS-2001-01, Darmstadt University of Technology, Department of Computer Science, 2001.
- [3] R. de Araújo Macêdo and F. Ramon Lima e Lima. **Improving the quality of service of failure detectors with SNMP and artificial neural networks**. In RS, Brazil, 2004. *Anais do 22o. Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores*, pages 583–586, Gramado,
- [4] F. Reichenbach. **Service SNMP de détection de faute pour des systèmes répartis**. Travail de Diplôme, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suisse, Février 2002.
- [5] M. Müller. **Performance evaluation of a failure detector using SNMP**. Project de Semestre, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suisse, Février 2004.
- [6] F. Zennaro. **Mesure de performance d'un service de détection de pannes SNMP**. Project de Semestre, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suisse, Février 2004.
- [7] P. Urbán, X. Défago and A. Schiper. **Neko: A single environment to simulate and prototype distributed algorithms**. *Journal of Information Science and Engineering*, 18(6):981–997, November 2002.

Remerciements

Je tiens à remercier Stefan Pleisch pour m'avoir aidé durant le stade initial de ce projet ainsi que Xavier Défago, Péter Urbán, Naohiro Hayashibara pour les discussions intéressantes que nous avons eues.

Laser Developments for Particle Acceleration

Arnaud Zoubir, Yoshikazu Hama, Kiminori Kondo

Institute of Laser Engineering, Osaka University, 2-6 Yamadaoka, Suita, 565-0871, Japan

Tel./Fax. : +81 6 6879 8752

E-mail : arnaudz@gmail.com

Résumé :

<résumé de la présentation, en français, environ 15 lignes>

Le récent développement de lasers à haute puissance de crête a permis d'ouvrir de nouveaux domaines d'application de la Physique. Avec les champs électriques générés en focalisant le faisceau de ces lasers, il est possible de générer des particules chargées à haute énergie, des rayons γ , rendant possible le processus d'ignition rapide pour la fusion par confinement inertiel. Malgré les récents progrès en techniques d'amplification laser, il subsiste des problèmes de stabilité de l'intensité, de qualité du faisceau et de contraste de pré-pulse. Une nouvelle architecture laser est présentée, basée sur la technique appelée « chirped pulse amplification » (CPA) ou amplification par dérive de fréquences, permettant des propriétés de faisceau favorable à la Physique des champs forts. Le laser est composé d'un préamplificateur optique paramétrique à trois étages et d'un amplificateur basé sur le Titane:saphir. Ce laser hybride permet d'obtenir des intensités de crête de l'ordre du Terawatt (10^{12} W) avec un contraste de pré-pulse inégalé. Dans ces conditions, des électrons peuvent être piégés et accélérés par le champ résultant du sillage laser, permettant des accélérations 6 ordres de grandeurs plus grandes qu'avec les accélérateurs conventionnels. Cela permettrait en principe de réduire la taille de ces accélérateurs de plusieurs kilomètres à quelques millimètres. Cette technique est importante pour l'étude fondamentale de l'interaction onde/matière, et trouve ses applications dans le domaine médical (radiothérapie) et la physique nucléaire.

Abstract :

<résumé de la présentation, en anglais ou japonais, environ 15 lignes>

Recent developments of ultrashort high peak power lasers have opened various new fields of Physics. At the high electric fields obtained by focusing the beam generated by these lasers, interesting phenomena occur, such as high energy charged particle generation, γ -ray generation, fast ignition for inertial confinement fusion studies, etc. Despite the recent advances in laser amplification schemes, generating intense light pulses with stable intensity, good beam quality and high prepulse contrast remains a challenge. We present a novel high peak power laser architecture based on hybrid chirped pulse amplification (CPA) that allows pulse properties highly desirable for high field Physics. The laser consists of a three-stage optical parametric CPA preamplifier, and a three-stage Ti:Sapphire multipass amplifier. This hybrid laser enables peak intensities in the Terawatt (10^{12} W) range with unprecedented prepulse contrast. In these conditions, electrons can be trapped and accelerated by a laser wake-field, allowing accelerations up to 6 orders of magnitude larger than in conventional accelerators. In principle, this would allow to reduce the size of accelerators from kilometers to millimeters. This technique is essential for the understanding of fundamental light/matter interactions, and has applications in the medical field (radio therapy), and nuclear physics.

Introduction :

<Introduction de la présentation. Le choix de la langue laissé au rédacteur>

One of the practical requirements for high field laser physics experiments is that the laser pulse peak power should exhibit a high contrast ratio in order to avoid low density plasma generated by a laser prepulse. Hybrid Ti:Sapphire/Optical Parametric Chirped Pulse Amplification (OPCPA) systems have been proposed as laser source for high field experiment, where prepulse contrast is important [1]. One major limitation of high gain OPA, however, is that the optical parametric fluorescence (OPF) is largely amplified to generate strong AOPF. In this paper, we report on the development of a high peak power OPCPA/Ti:sapphire hybrid laser system. OPCPA has two attractive features for a preamplifier in TW or PW laser systems. Firstly, by using a short enough pump pulse, the contrast ratio between the amplified main pulse (AMP) and the amplified pulse train corresponds to the amplification factor itself. Secondly, noncollinear OPCPA enables wideband amplification over 100 nm in bandwidth. For that reason, OPCPA is an attractive alternative to regenerative amplification [2],[3]. Provided adequate dispersion management is performed, we can expect the generation of sub-10 fs, high peak power laser pulse with OPCPA [4],[5].

<Corps de la présentation comprenant les **parties 1, 2, 3 etc.** Le choix de la langue laissé au rédacteur>

1. OPCPA/Ti:sapphire hybrid laser system

The OPCPA preamplifier presented in this study consists of three-stages. Type 1 β -barium borate (BBO) crystals are used as the nonlinear media. The pump pulse is a commercial seeded Q-switched Nd:YAG laser generating 230 mJ/6 ns pulses at 0.532 μm in wavelength at 10 Hz in repetition rate. In order to obtain a good spatial beam quality, the near field profile of the pump pulse was imaged on each BBO with telescopes. The gain of the preamplifier was $\sim 10^7$. However, a strong amplified optical parametric fluorescence (AOPF) was observed simultaneously. The AOPF level was comparable with that of AMP in some cases. To suppress AOPF while keeping enough output energy, controlling the preamplifier gain is one of the most suitable methods. A part of the fundamental pulse of the seeded Q-switched Nd:YAG pumping laser was injected to the first OPA as a quenching beam. By adjusting its energy, the contrast ratio was drastically improved with no loss of output energy. At the three-stage OPA output, 3 mJ of energy were obtained. This pulse was injected in a Ti:sapphire multi-pass amplifier system. Just after the final amplifier, the output energy was over 1 J centered at 0.8 μm . After the pulse compressor, an output energy of over 400 mJ was obtained with 35 fs in pulse width. A schematic of the OPCPA preamplifier setup is shown in Fig. 1.

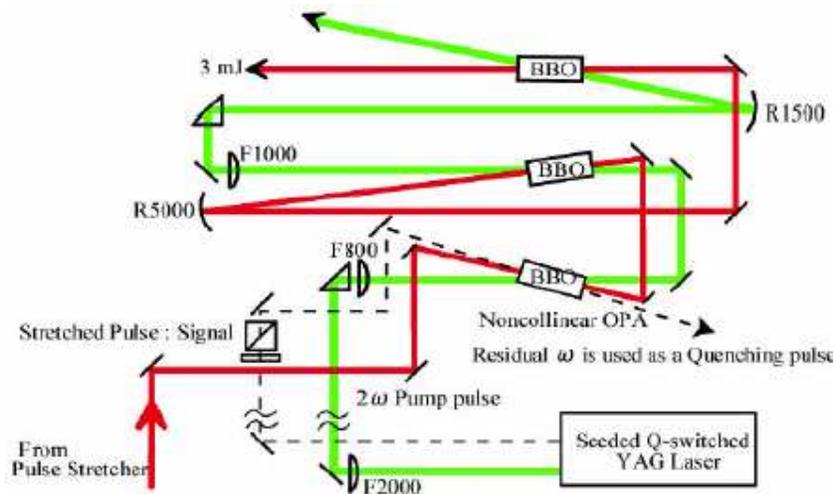


Fig. 1. Schematic of OPCPA preamplifier in the hybrid system

2. Experimental results

The contrast ratio between AMP itself and the amplified pulse trains before AMP was measured to be larger than 10^8 with neutral density filters and a fast PIN photodiode detector. This high value can be easily understood from the principle of OPCPA. On the other hand, the contrast ratio between AMP and AOPF was lower, as shown in Fig. 3, and detectable AOPF was present after the three-stage OPA. However, AOPF cannot be compressed by the pulse compressor because of its incoherent phase. As a result, after the pulse compressor, the contrast ratio between the peak intensity of AMP and the instantaneous intensity of AOPF is estimated to increase by a factor equal to the compression ratio of $\approx 10^4$. If a seed is injected 1.2 ns after the gain peak of OPA, we obtained the temporal profile represented by the thin solid curve in Fig. 2. The apparent rising of AOPF can be observed, and is followed by the more rapid rising of AMP. In this case, the intensity of the AOPF is comparable to that of the AMP, and their contrast ratio is $\approx 10^4$ after the pulse compressor. However, by injecting a seed 1 ns before the gain peak of the OPA, the instantaneous intensity level of AOPF was estimated to be lower than 10^{-2} of AMP before compression, with almost the same output energy. After compression, the contrast ratio was estimated to be 6×10^6 assuming a Gaussian temporal profile for AOPF. In this estimation, measured pulse widths were used. With quenching, the intensity ratio was improved ≈ 10 times. From the same estimation, the contrast ratio between AMP and AOPF was increased to 5×10^7 in that case.

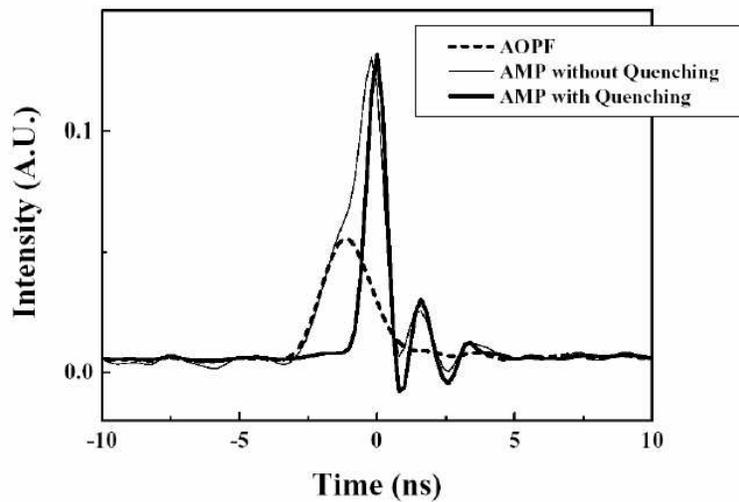


Fig. 2. Temporal profiles of amplified pulse at OPCPA preamplifier stage. The thin solid curve and the thick dotted curve were obtained with and without a seed pulse, respectively. The thick solid curve was obtained with quenching.

3. Laser acceleration experiment

Using laser beams to excite plasma waves for electron acceleration was proposed by Tajima and Dawson in 1979 [6]. Since then, this idea has led to several promising studies on laser-produced plasma accelerators. Using the laser system described above, a laser acceleration experiment was performed by focusing laser pulses on the supersonic Argon gas jet. These pulses were focused with an $f/3.2$ off axis parabolic mirror. The vacuum focal spot size was estimated to be $5 \mu\text{m}$ (FWHM) and the laser intensity was estimated to be higher than $2 \times 10^{19} \text{ W/cm}^2$. The electrons were accelerated along the laser propagation axis. The energy spectrum was measured with an electron spectrometer (ESM). The magnetic field for dispersion was produced by a 0.5 T permanent magnet. Each electron was bent in the direction corresponding to their energy and were detected by an imaging plate (Fuji BAS-SR2025). Fig. 3 shows the energy spectrum which was obtained for the gas density of $4 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$. Energetic electrons of up to 30 MeV were observed.

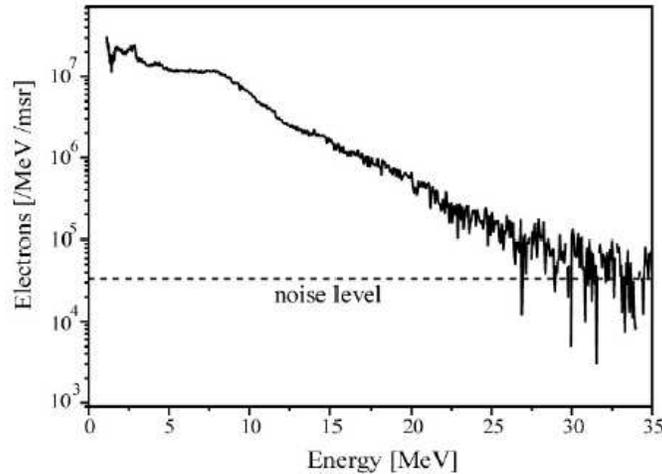


Fig. 3. Electron spectrum from the plasma produced in the Ar gas jet target

References

<Liste des références>

[1] I. Jovanovic, C. A. Ebberts, and C. P. J. Barty, “Hybrid chirped-pulse amplification”, *Opt. Lett.* **27**, 1622 (2002)

[2] A. Dubietis, G. Jonusaukas, and A. Piskarskas, “Powerful femtosecond pulse generation by chirped and stretched pulse parametric amplification in BBO crystal”, *Opt. Commun.* **88**, 437 (1992)

[3] I. N. Ross, P. Matousek, M. Towrie, A. J. Langley, and J. L. Collier, “The prospects for ultrashort pulse duration and ultrahigh intensity using optical parametric chirped pulse amplifiers”, *Opt. Commun.* **144**, 125 (1997)

[4] A. Shirakawa, I. Sakane, M. Takasaka, T. Kobayashi, “Sub-5-fs visible pulse generation by pulse-front-matched noncollinear optical parametric amplification”, *Appl. Phys. Lett.* **74**, 2268 (1999)

[5] T. Kobayashi, A. Shirakawa, “Tunable visible and near-infrared pulse generation in a 5 fs regime”, *Appl. Phys. B* **70**, S239 (2000)

[6] T. Tajima and J. M. Dawson, “Laser electron accelerator”, *Phys. Rev. Lett.* **43**, 267 (1979)

Remerciements

I wish to thank Yoshikazu Hama for his technical expertise and countless hours spent in the laboratory working on the laser, Prof. Kiminori Kondo and Prof. Kazuo Tanaka for their invitation to work in their group and the Japanese Society for the Promotion of Science for funding my research.