

LIA James Clerk Maxwell

2009-2012

Responsable scientifique : L. Krähenbühl, UMR5005, INSIS

RAPPORT D'ACTIVITÉ (t0+3ans) et demande de renouvellement

Préambule

La « Convention » juridique liant les 9 Établissements partenaires du LIA Maxwell est introduite par un « préambule » (écrit en 2009) que nous reproduisons ci-dessous comme introduction à ce rapport, car il décrit précisément l'origine et les objectifs de cette structuration de coopérations préexistantes.

«

Dans le domaine des méthodes numériques appliquées au Génie Électrique, les 3 équipes de recherche brésiliennes et les 2 françaises formant le LIA Maxwell ont tissé des liens étroits depuis 20 ans. Au moment où une nouvelle génération de chercheurs se met en place, il est important que les organismes publics CNPq et CNRS de reconnaître ces liens, leur pertinence et leur productivité (plus 50 publications communes en revues Internationales, une quinzaine de thèses en partenariat), et leur donne un nouveau souffle, au travers d'un Laboratoire International Associé.

Les principaux thèmes de recherche qui seront abordés concernent 3 sujets relativement théoriques :

- les modèles numériques pour l'électromagnétisme, c'est là le noyau de nos collaborations depuis plus de 20 années ;
- les méthodologies de conception et d'optimisation de dispositifs et systèmes lorsque leurs performances sont essentiellement liées à leur comportement électromagnétique ;
- la construction de modèles des matériaux complexes utilisés, adaptés à ces simulations numériques.

Ces modèles et méthodes trouveront des applications privilégiées dans des domaines à fort impact sociétal, que ce soit pour des raisons « négatives » (inquiétudes du public devant les effets supposés négatifs des champs) ou « positives » (intérêt pour les nouvelles applications - très prometteuses - de techniques électromagnétiques dans le domaine de la santé ou de l'environnement), et des légitimes exigences du public en matière de fiabilité des systèmes (transports en particulier) ou d'économies d'énergie. On peut citer, sans que cela soit exhaustif :

- le bio-électromagnétisme (effets des champs sur les systèmes vivants) : caractérisation électromagnétique des cellules (par diélectrophorèse et diélectrorotation) et tissus biologiques, calculs d'effets thermiques (des fréquences basses jusqu'aux microondes), effets des champs impulsionsnels (électroporation), avec applications médicales (hyperthermie) ou biologiques (transferts de gènes, production d'électricité par des bactéries, bio dépollution de sols par injection de courant électrique).
- la Compatibilité Électromagnétique, spécialement des systèmes embarqués (véhicules terrestres ou aériens). La complexification de ces systèmes rend les dysfonctionnements d'origine CEM de plus en plus fréquents : notre objectif est d'intégrer cette préoccupation dès la conception de ces systèmes, au lieu de concevoir dans une seconde étape des moyens réparateurs.
- les actionneurs non traditionnels, qui permettent de mettre en œuvre l'ensemble des compétences des différentes équipes concernées : modèles numériques multiphysique (électromagnétisme, thermique, mécanique), méthodologies de conception, modèles de matériaux complexes (magnétiques traditionnels, empilements, composites ; ou biologiques).

Pour cela, le LIA Maxwell sera avant tout une structure d'animation et de coordination. Il s'agit de faire circuler l'information scientifique et de la partager de manière très approfondie, pour créer des synergies : thèses partagées, jurys mixtes, échanges de moyenne ou longue durée de jeunes chercheurs (thèses sandwich, post-doc juniors) ou de chercheurs expérimentés (post-doc seniors, postes de Professeurs Invités, mutations) ; coordination de dépôts de projets (Capes-Cofecub, appel des organismes publics CNPq et CNRS) à réaliser ensuite en commun; organisation annuelle d'un meeting franco-brésilien « LIA Maxwell ».

»

En bref ...

Quelques dates

07/2008 : appel d'offre brésilien (CNPq) pour des LIA (pas limité à la France)
08/2008 : dépôt du dossier au Brésil par L. Krähenbühl et J. Cardoso
04/2009 : réponse positive du CNPq (seul lauréat CNRS), puis du CNRS
07/2009 : début du financement CNRS
05/2009-10/2010 : négociation de la Convention juridique (CNRS et 8 Établissements)
11/2010-06/2011 : signature de la Convention au CNRS, puis au Brésil, puis en France
11/2011 : inauguration officielle du LIA à São Paulo
12/2011 : début du financement brésilien.
09/2012 : dépôt du dossier de renouvellement côté CNRS

Équipes de recherche concernées

L'inscription dans les effectifs du LIA s'est faite sur la base du volontariat, il ne s'agit donc ni de Laboratoires entiers, ni d'inscriptions automatiques d'équipes complètes.

G2ELab (UMR5269) : 17 permanents, des équipes MAGE, EP et MADEA
Ampère (UMR5005) : 14 permanents, des groupes MMC, Matériaux, et Microsystèmes

GRUCAD (UFSC) : 7 permanents
LMAG (EP-USP) : 6 permanents
UFMG : 7 permanents

Sujets de recherche (mots-clé)

Thèmes amonts :

modèles numériques pour l'électromagnétisme ;
méthodologies de conception et d'optimisation ;
modèles électromagnétiques de matériaux complexes.

Thèmes applicatifs :

bio-électromagnétisme; compatibilité électromagnétique ; actionneurs non traditionnels.

Chiffres-clé 2009-2012

Réunions :

7 organisationnelles dont 3 plénières, 2 réunions plénières d'animation scientifique.

Mobilités chez les partenaires :

31 permanents (19B, 12F) et 16 étudiants (9B, 7F)
pour des durées cumulées respectives de 6 années (permanents) et 5 années (étudiants).

Doctorats et post-doc :

4 thèses (1 soutenue, 1 en cours, 2 en démarrage pour 2012)
4 post-docs juniors (3F, 1B), 3 post-doc séniors longs (1 an ; 2F, 1B)
6 participations croisées à des jurys de thèses ou habilitation

Production scientifique cosignée :

11 articles de revues, 1 thèse, 1 chapitre de livre, 27 communications à des congrès.

Moyens :

Dotations (07-2009 à 12-2012) : CNRS :45k€ ; ECL : 21k€ ; CNPq : \$R240000 (90k€)
11 mois de « Professeurs invités » financés par les Établissements français (jusqu'à 08/2012)
2 années de « délégation » de chercheurs CNRS financées par le CNRS
2 années de « post-doc » financées par des organismes brésiliens

Plan du rapport

Préambule

En bref ...

Chiffres clés 2009-2012

A. Introduction

B. Mobilité et rencontres

B.1 - Réunions organisationnelles

B.2 - Réunion d'animation scientifique.

B.3 - Échanges et visites (depuis 2009)

C. Travaux en collaboration

C.1 – Projet scientifique du LIA

C.2 - Co-encadrement de travaux de recherche et participation à des jurys

C.3 – Autres activités communes

D. Production scientifique co-signée avec les partenaires du LIA

E. Conclusion

ANNEXES

Annexes en lien direct avec le texte principal (même numérotation) et destinées à l'alléger :

[Annexe B.1](#) – Liste des réunions organisationnelles

[Annexe B.3](#) – Liste commentée des mobilités

[Annexe C.2](#) – Liste des co-encadrement et participation à des jurys

[Annexe D](#) – Liste des productions scientifiques

Annexes complémentaires :

[Annexe 1](#) : rapport suite au post-doc A. Guibert mai 2010/mars 2011

[Annexe 2](#) : rapport suite au post-doc sénior de C. Sartori

[Annexe 3](#) : rapport suite au séjour en délégation Wurtz (2010-2011)

[Annexe 4](#) : projet de délégation Chadebec (2012-2013)

[Annexe 5](#) : résumé des comptes (2009-2011)

A. Introduction

A peine ce Laboratoire International a-t-il été inauguré qu'il faut demander son renouvellement. L'enthousiasme montré par tous nos partenaires à l'occasion de cette cérémonie nous impose de réussir.

C'est dans cet esprit, et avec en tête cette lourde responsabilité envers toutes ces personnes qui comptent sur nous (en particulier les plus jeunes, qui attendent beaucoup de ces collaborations pour leur épanouissement dans leur métier), et envers les organismes qui se sont engagés à nos côtés dans cet investissement d'avenir, que nous avons rédigé ce rapport.

Nous espérons convaincre nos évaluateurs.

Nous avons essayé de faciliter la lecture en ne mettant dans le texte principal que les éléments principaux et nos analyses de situation. Les listes et autres énumérations fastidieuses, mais nécessaires, ont été renvoyées en annexes (avec la même numérotation que le texte principal).

Nous donnons aussi dans des annexes complémentaires 3 rapports liés à des séjours longs de chercheurs chez l'un des partenaires, un extrait du dossier présenté par O. Chadebec pour obtenir son année en délégation (en cours), et également copie du résumé des comptes présenté au printemps 2012 à l'Institut.

B. Mobilité et rencontres

B.1 - Réunions organisationnelles

Naturellement, des réunions avaient déjà eu lieu, en France, au Brésil et en divers autres lieux (à l'occasion de Conférences Internationales) en 2008 et avant, pour construire nos coopérations et tout particulièrement au moment de la réponse à l'appel d'offre de juillet 2008 lancé par le CNPq (Brésil) pour la constitution de Laboratoires Internationaux. Nous ne reprenons pas ici cet historique.

Le LIA franco-brésilien a été lauréat de cet appel d'offre début avril 2009.

L'essentiel des réunions organisationnelles depuis cette date ont été rendues nécessaires par la contrainte juridique qu'a représenté la mise au point d'un accord des 9 partenaires institutionnel autour de la Convention Juridique demandée par le CNRS.

Il n'est pas simple d'obtenir un accord entre 9 partenaires de cultures différentes, de tailles très différentes, dont les tutelles sont également diverses (Etat de São Paulo pour l'EP-USP, Etat Fédéral pour l'UFSC et l'UFMG, Ministère en France) de même que les statuts (Universités, Grandes Ecoles, Ecole Polytechnique intégrée à une Université, qui sont à des stades plus ou moins avancés d'autonomie et /ou d'intégration dans un « Pôle universitaire » ...), et qui sont plus ou moins sensibilisés aux questions de propriété intellectuelle.

En pratique, les discussions avant accord se sont étalées de mai 2009 à septembre 2010, la signature proprement dite ayant ensuite pris encore 8 mois supplémentaires.

Le bilan est ainsi de 3 réunions organisationnelle plénières (avril et novembre 2009, puis le premier Comité de pilotage en nov 2011) et 4 réunions restreintes (sept et oct 2009, août 2010 et sept 2011), sans compter naturellement les réunions (concernant en particulier la Convention juridique) qui ont eu lieu uniquement entre français ou uniquement entre brésiliens, ni tout le travail fait par correspondance.

→ *La liste détaillée de ces réunions, avec commentaires, est donnée en [Annexe B1](#).*

B.2 - Réunion d'animation scientifique.

L'animation scientifique est essentiellement organisée :

- autour des réunions organisationnelles, et des séjours des uns des autres chez les différents partenaires (voir A.3). Ces rencontres sont chaque fois l'occasion d'un ou deux séminaires scientifiques, de visites et discussions diverses, y compris hors du cadre strict du LIA (contacts avec d'autres laboratoires, contacts pédagogiques en liens avec les échanges d'étudiants non gradués, ...) ; c'est dans ce cadre aussi que sont organisés les suivis de thèses partagées, et celui des post-docs.

- à l'occasion des participations communes aux Conférences Internationales comme Compumag (biennale : 2009 Brésil/UFSC ; 2011 Australie), CEFC (l'année où Compumag n'a pas lieu) ; ou régionales comme Momag (Brésil, 2008 à l'UFSC, 2010 à Vitoria, 2012 à João Pessoa), Numelec (France ou Belgique, 2009 à Liège, 2011 à Marseille); IGTE à Graz (Autriche) et OIPE en Europe (années paires) ; etc. Depuis 2009, près de 30 travaux communs ont été présentés dans ces diverses conférences (en particulier, 7 communications communes à Compumag 2011 Sydney, où les 5 équipes étaient largement représentées, aussi par de nombreux thésards). Ces Conférences sont aussi l'occasion de nombreuses rencontres informelles de nos équipes, particulièrement des doctorants, rencontres qui font souvent beaucoup avancer les projets scientifiques communs, ou les projets personnels de mobilité.

Néanmoins, nous essayons d'organiser en plus des réunions plus spécifiques, au minimum tous les 2 ans, sous forme d' « événements LIA » :

B.2.1. São Paulo, 19 nov. 2009 : Journée conjointe ARCUS Brésil / Modelbio et LIA Maxwell

En regroupant plusieurs financements français (ARCUS-Brésil, LIA, Laboratoires) et

brésiliens, nous avons pu déplacer 14 chercheurs français (dont 9 « jeunes ») pour participer à 2 Conférences internationales au Brésil (EHE sur la thématique du Bio électromagnétisme, et Compumag, sur les méthodes numériques) organisées par 2 des 3 partenaires brésiliens du LIA.

Les co-financements trouvés en France ont permis de faire venir une vingtaine de jeunes brésiliens (Maestrados, thésards, jeunes enseignants-chercheurs) des 3 universités partenaires, avec l'idée que des rencontres entre jeunes chercheurs sont un moyen fort pour construire des relations vivantes à long terme entre les 5 équipes. Cette trentaine de jeunes chercheurs des 2 pays ont ainsi passé au minimum 4 journées ensemble, et plusieurs des post-doc mis en place ensuite (dans les 2 sens) ont leur origine dans ces journées.

B.2.2. São Paulo, 23 nov 2011 : Inauguration du LIA.

Une seule grande réunion « globale » du LIA, le 23/11/2011 à l'École Polytechnique de l'Université de São Paulo, précédée le même jour par la première réunion du Comité de pilotage du LIA.

pour Grenoble INP ou UJF : O. Chadebec, G. Meunier, F. Wurtz, H. Dogan

pour Lyon (ECL) : F. Buret, L. Krähenbühl

pour UFMG : J. Vasconcelos, Renato Mesquita, Elson José da Silva, Ricardo Adriano

pour UFSC : J.-P. Bastos, N. Sadowski, R. Carlson

pour EP-USP : J.R. Cardoso, L. Lebenstein, V. Silva, C. Sartori, (etc.)

scientifiques extérieurs : A. Kost, Pt de l'International Compumag Society (ICS) ; P. Dular, université de Liège, S. Muehlen (Unicamp)

Institutionnels : J.-P. Briot (CNRS), J.-P. Bertoglio (ECL et Université de Lyon), G. Chuzel (consulat de France à SP, le Vice-Recteur de l'USP).

La partie « publique » de l'inauguration a mélangé des présentations scientifiques des 5 équipes, des présentations plus institutionnelles des partenaires et du cadre général des coopérations scientifiques franco-brésiliennes, et aussi quelques éléments conviviaux (dont un historique assez émouvant des relations amicales dans la génération des « seniors »).

Cet événement a permis aussi aux étudiants de l'École Polytechnique de l'USP d'entendre parler de la France aussi comme partenaire de la recherche (ils connaissent surtout les partenariats dans les cursus ingénieur).

Nous sommes actuellement en discussion au sein du LIA pour l'organisation d'un nouvel « événement LIA » à la fin de 2013, dont nous espérons qu'il pourra cette fois-ci se passer en France. Nous tiendrions ainsi le rythme d'un regroupement important tous les 2 ans.

B.3 - Échanges et visites (depuis 2009)

Les visites et échanges de personnels permanents ont concerné sur 2009-2012 31 enseignants-chercheurs des 5 groupes concernés en France et au Brésil pour une durée cumulée de presque 6 années.

Les échanges d'étudiants (essentiellement 3ème cycle mais pas seulement, uniquement pour des activités de recherche) représentent 16 personnes pour une durée cumulée supérieure à 5 années.

Il y a un équilibre relatif entre les sens Brésil-France ou France-Brazil, avec un peu moins de personnes concernées dans le sens France-Brazil, mais pour des durées moyennes de séjour supérieures.

→ *La liste détaillée et commentée de ces mobilités est donnée en [Annexe B.3](#)*

En résumé :

B.3.1. Brésil vers France, personnels permanents.

19 professeurs concernés, des 3 groupes brésiliens. Durée cumulée de 3 années et 7 mois.

B.3.2. Brésil vers France, autres personnels.

1 thèse terminée, 2 en cours (1 co-encadrement Lyon/USP, 1 co-tutelle Lyon/UFGM)
2 co-tutelles prévues pour commencer sous peu (1 avec Grenoble/UFSC et 1 avec Lyon/UFGM).
3 séjours « recherche » d'autres étudiants, durées entre 2 et 6 mois (terminés).
8 étudiants concernés pour une durée cumulée de plus de 4 années (période de référence 2009-2012)

Plusieurs exemples passés (en particulier M. Ferber et C. Sabioni) montrent tout l'intérêt qu'il y a à faire des échanges aussi avec des étudiants au niveau Master (français). Ce type d'échange va être facilité à l'avenir par le programme brésilien Sciences sans Frontières.

B.3.3. France vers Brésil, personnels permanents.

12 enseignants-chercheurs concernés des 2 UMR, durée totale cumulée 3 années.

B.3.4. France vers Brésil, autres personnels

7 étudiants concernés, pour une durée cumulée supérieure à 3 années.

Pour les personnels non permanents, on constate que les brésiliens sont surtout représentés par des thésards, les français davantage par des post-doc. Cela n'est pas illogique dans la mesure où l'organisation des études de 3ème cycle est différente au Brésil : l'existence du Maestrado (durée 2 ans entre la graduation et le début de la thèse) fait que la seconde partie de la thèse d'un étudiant brésilien, moment où celui-ci part volontiers à l'étranger, correspond aux années bac+10 et bac+11, il y a donc une certaine équivalence avec les post-doc français (qui se font généralement à partir de bac+9 et bac+10).

Nous essayons néanmoins d'aider nos partenaires brésiliens à entrer dans un système où la thèse commence juste après la graduation (exemples de M. Ferber et C. Sabioni). C'est inhabituel pour eux, mais réglementairement possible sous certaines conditions.

C. Travaux en collaboration

C.1 – Projet scientifique du LIA

C.1.1 - Introduction

Comme l'indique le préambule de la Convention, rappelé en ouverture de ce rapport, le LIA se définit avant tout comme une structure souple d'animation scientifique :

« (...) le LIA Maxwell sera avant tout une structure d'animation et de coordination (...). Il s'agit de faire circuler l'information scientifique et de la partager de manière très approfondie, pour créer des synergies : thèses partagées, jurys mixtes, échanges de moyenne ou longue durée de jeunes chercheurs (thèses sandwich, post-doc juniors) ou de chercheurs expérimentés (post-doc seniors, postes de Professeurs Invités, mutations) ; coordination de dépôts de projets (ANR, Capes-Cofecub, fondations brésiliennes, ...) à réaliser ensuite en commun (...) » *[extrait du préambule de la Convention]*

Le contenu scientifique a été à l'origine défini ainsi *[extrait du préambule de la Convention]* :

Les principaux thèmes de recherche qui seront abordés concernent en premier lieu 3 sujets relativement théoriques :

- S1 - les modèles numériques pour l'électromagnétisme, c'est là le noyau de nos collaborations depuis plus de 20 années ;
- S2 - les méthodologies de conception et d'optimisation de dispositifs et systèmes lorsque leurs performances sont essentiellement liées à leur comportement électromagnétique ;
- S3 - la construction de modèles des matériaux complexes utilisés, adaptés à ces simulations numériques.

Ces modèles et méthodes trouveront des applications privilégiées dans des domaines à fort impact sociétal, que ce soit pour des raisons « négatives » (inquiétudes du public devant les effets supposés

négatifs des champs) ou « positives » (intérêt pour les nouvelles applications - très prometteuses - de techniques électromagnétiques dans le domaine de la santé ou de l'environnement), et des légitimes exigences du public en matière de fiabilité des systèmes (transports en particulier) ou d'économies d'énergie. On peut citer, sans que cela soit exhaustif :

S4 - le bio-électromagnétisme (effets des champs sur les systèmes vivants) : caractérisation électromagnétique des cellules (par diélectrophorèse et diélectrorotation) et tissus biologiques, calculs d'effets thermiques (des fréquences basses jusqu'aux microondes), effets des champs impulsions (électroporation), avec applications médicales (hyperthermie) ou biologiques (transferts de gènes, production d'électricité par des bactéries, bio dépollution de sols par injection de courant électrique).

S5 - la Compatibilité Électromagnétique, spécialement des systèmes embarqués (véhicules terrestres ou aériens). La complexification de ces systèmes rend les dysfonctionnements d'origine CEM de plus en plus fréquents : notre objectif est d'intégrer cette préoccupation dès la conception de ces systèmes, au lieu de concevoir dans une seconde étape des moyens réparateurs.

S6 - les actionneurs non traditionnels, qui permettent de mettre en œuvre l'ensemble des compétences des différentes équipes concernées : modèles numériques multiphysique (électromagnétisme, thermique, mécanique), méthodologies de conception, modèles de matériaux complexes (magnétiques traditionnels, empilements, composites ; ou biologiques).

C.1.2 – Avancement des travaux scientifiques

Dans ce cadre fixé a priori, les *principales* actions menées durant les 4 dernières années ont été :

Compatibilité électromagnétique (CEM)

Autour du projet CAPES-COFECUB Ampère/LMAG, et des thèses de Mario Alves (USP/Lyon), et de B. Vincent (Grenoble), du post-doc de B. Vincent à Lyon, puis travail de Moises (cadre ANR ; Grenoble / Lyon / UFMG). Extension possible des collaborations avec E. Raizer (UFSC hors Grucad) et LGEP (L. Pichon).

Thématiques : S5 et S1. Marginalement S2.

Il faut sur cette thématique faire un commentaire spécifique sur la thèse et le post-doctorat de Benjamin Vincent (respectivement au G2ELab et à Ampère), qui ont été financés en partie par le projet FUI O2M (pôle de compétitivité System@tic).

L'idée originelle et originale de ce travail a germé au G2ELab lors d'une présentation faite par Carlos Sartori (USP) en 2007 alors qu'il était professeur invité au laboratoire. La thèse de Benjamin Vincent a alors commencé à Grenoble, avec une approche essentiellement expérimentale et montage d'un premier prototype. Ampère s'est rapidement associé aux travaux, en particulier en discutant les résultats préliminaires à l'occasion de la Conférence Momag (Brésil, sept 2008) et en approfondissant l'approche théorique. Ces recherches se sont finalisées à Lyon lors d'un post-doctorat activement encadré par Carlos Sartori, lors de sa deuxième invitation en tant que professeur en France (2010-2011). Un second prototype a été réalisé, et le protocole de mesure a aussi pu profiter de l'expérience de Mario Leite (USP).

3 chercheurs de Grenoble, 2 de l'USP et 4 de Lyon ont ainsi participé à ce travail, qui s'est étalé sur 4 années et 3 lieux, et qui n'aurait jamais abouti de cette manière s'il avait été réalisé dans un seul des 3 laboratoires, ou même dans le cadre d'une collaboration bilatérale classique.

Méthodes de conception optimale

- Application à la Conception d'éoliennes de petite puissance : Grenoble / Lyon / UFSC / UTFPR, projet Région. Probable rattachement rapide de l'UFMG à cette thématique.

- Plate-forme de conception d'actionneurs électromagnétiques (USP, Grenoble ; implication probable rapidement de l'UFMG)

- divers mastrados (G2ELab, UFSC) : alternateurs, transformateurs, machines à aimants, machines spéciales ...

Thématiques : S2, S6

Prise en compte de l'incertitude dans les modèles de simulation et de conception
G2ELab, Ampère, USP. Thèses de M. Ferber et post-doc A. Guibert
Thématiques : S1 et complémentarément toutes les autres thématiques

Ce thème de recherche est très actuel et a aussi fait l'objet en 2011-2012 d'une action particulière du GDR SEEDS, qui a débouché au niveau international sur l'organisation d'une session spécialisée au sein de la conférence OIPE'2012. Le L2EP à Lille est particulièrement impliqué sur ce sujet, c'est là un point supplémentaire de convergence entre ce laboratoire et le LIA.

Méthodes numériques efficaces : méthodes des perturbations et de séparation en sous-problèmes. UFSC, Liège, Lyon
Thématiques : S1

Transmission d'énergie à distance, aspects EM et Électronique de puissance : LK à l'USP (2008), travaux spécifiques Ampère, thèse de Daniela (USP/Lyon), collaboration Liège.
Thématiques : S5, S6, S8

L'équipe de Liège, qui apparaît dans ces deux derniers projets, travaille depuis une dizaine d'années d'une part avec l'UFSC/Grucad, d'autre part avec Ampère. Ampère avait donc proposé en 2008 que cette équipe soit intégrée au LIA. Cela avait été refusé par le CNRS, non pour une raison scientifique, mais à cause de la difficulté administrative pour monter une structure de ce type dans 3 pays.

Cette équipe a néanmoins été associée au LIA de manière indirecte, son leader (P. Dular) ayant été nommé au Comité de Pilotage, comme expert scientifique extérieur.

Cette question sera reprise dans les perspectives d'évolution du LIA (d'autant plus que des collaborations étroites existent aussi entre Liège et Lille, et entre Lille et l'UFSC, et que le L2EP souhaite à terme voir ses collaborations brésiliennes reconnues par une structure internationale).

Noter aussi que, au travers du LIA, l'équipe de Liège commence une nouvelle collaboration brésilienne (triangulaire) avec l'EP-USP.

Actions préparées, amenées à se concrétiser dans les mois à venir :

Bioelectromagnétisme et méthodes numériques associées. A l'origine, UFMG et Lyon. Les perspectives impliquent aujourd'hui plutôt l'EP-USP, une équipe indépendante de celle-ci à l'USP et l'équipe de Prof. Sérgio Muhlen à l'Unicamp.

Thématiques : S4, S1

Modèles de matériaux magnétiques.

Grenoble, Lyon et l'UFSC sont impliqués chacun de leur côté sur différents aspects de cette problématique très large, mais n'ont jamais travaillé en étroite interaction.

Le L2EP (Lille) et l'UFSC, qui eux travaillent ensemble sur ce thème, se sont vus refuser en 2011 un projet CAPES-COFECUB. Nous avons proposé de transformer cet échec en opportunité de collaboration élargie à Lyon. Le projet étoffé a été déposé en 2012 comme projet tripartite L2EP / UFSC / Ampère.

On voit qu'il est ainsi possible de créer des collaboration entre équipes françaises en utilisant l'attrait international ...

Thématiques : S1, S3

Hybridations de méthodes numériques. Grenoble / UFSC, projet d'O. Chadebec dans le cadre de son post-doc long (délégation). Voir l'[Annexe 4](#) consacrée ce projet de délégation.

Nouvelles thématiques en démarrage :

S7 - **Automatique** : Lyon et UFMG, dans le cadres des contacts entre J. Vasconcelos et G. Scorletti, du séjour de C. Sabioni à Lyon en 2011, et du post-doc programmé de B. Bayon commençant fin 2012.

S8 - **Électronique de puissance** : Lyon, Grenoble, USP, *en interaction avec S1, S5*. L'intégration de cette thématique découle des travaux sur la transmission d'énergie sans contact et des actionneurs spéciaux.

Thématique nouvelle à l'étude :

S9 - **Physico-chimie** liée aux microsysteme biologiques (Lyon-USP), *en interaction avec S1, S4 et S6*

C.1.3 – Bilan provisoire

Il ressort de cet état des lieux que toutes les thématiques initialement prévues ont été prises en compte de manière opérationnelle et ont conduit à des résultats (S1, S2, S5 et S6), ou que les rencontres organisées ont permis de mettre en place un démarrage dans l'année qui vient (S3 avec le dépôt d'un projet intégrant le L2EP, S4 avec la mise en place pour l'automne des collaboration à l'USP et Campinas).

En plus, l'effet de synergie se met également en place, avec le renforcement de collaborations communes anciennes avec l'Université de Liège, les opportunités claires de collaborations croisées Ampère/UFSC/L2EP et peut-être G2ELab/UFSC/LGEP, et l'apparition de nouvelles thématiques dans le périmètre du LIA initial (automatique, électronique de puissance) ou au-delà de ce périmètre (bio-électromagnétisme, physico-chimie et micro-actionneurs).

C.2 - Co-encadrement de travaux de recherche et participation à des jurys

Une thèse (commencée avant la création du LIA) a été soutenue, une est en cours, 3 commencent cette année. On peut penser parvenir à un flux de 2 thèses par an.

Pour les post-doc, on arrive à 1 junior et un senior par an (2 sens confondus).

Voir aussi l'analyse faite en introduction du §A.3 concernant l'origine (France ou Brésil) des thésards et post-doc.

Les jurys croisés ne sont pas encore assez nombreux, mais leur nombre va croître assez naturellement à mesure que les équipes de recherche se connaîtront mieux : ils ne doivent en tout cas pas se cantonner aux doctorats co-encadrés.

→ *Liste détaillée de ces co-encadrements et participations à des jurys en [Annexe C.2](#)*

C.3 – Autres activités communes

Ce paragraphe est d'abord l'occasion de rendre hommage à l'organisation « CAPES-COFECUB » et « USP-COFECUB », dont ce LIA est une retombée extrêmement positive : les 2 laboratoires français, le LMAG(USP) et l'UFMG ont bénéficié entre 1995 et 2010 de 4 accords de ce type. Sans ce soutien important en volume, souple et simple à mettre en œuvre, ces relations franco-brésiliennes n'auraient pas pu se mettre en place, être entretenues puis développées.

Nous allons naturellement déposer des projets dans les années qui viennent, en particulier pour engager de nouvelles thématiques ou associer de nouveaux partenaires.

Par ailleurs, un co-financeur naturel pour les relations académiques et de recherche est en France la Région. En ce qui concerne le Brésil (qui est une Fédération), la Région Rhône-Alpes a choisi de soutenir préférentiellement l'État du Paraná, auquel aucun de nos trois partenaires LIA n'appartient. Il était donc jusqu'ici difficile d'obtenir un soutien Région en relation avec le LIA.

Nous avons néanmoins réussi dans le cadre du programme ARCUS-Brésil (porté par l'INSA de Lyon) pour un projet intitulé « ModelBio ».

Le Professeur Renato Carlson, anciennement à l'UFSC/Grucad, est actuellement Professeur Émérite détaché à l'Université Technologiques Fédérale du Paraná (UTFPR). Par son intermédiaire, F. Wurtz a pu durant son année de délégation construire un projet en relation avec cette Université, projet qui entre par ailleurs dans les axes de recherche soutenus par toutes les équipes du LIA.

Le Directeur du G2ELab, James Roudet, et L. Krähenbühl, responsable du LIA, visiteront en novembre 2012 l'UTFPR, qui cherche à développer son 3ème cycle. Il y a donc là, sur le moyen terme, une opportunité de soutiens de la Région, et de recrutement de jeunes chercheurs, sur des thématiques compatibles avec celles du Laboratoire d'origine de R. Carlson (Grudac, UFSC) et donc du LIA.

C.3.1. CAPES-COFECUB

Un accord Ampère/ECL-LMAG/EP-USP était déjà en cours en 2009, et s'est terminée début 2011. Sur 2009, 2010 et début 2011, il a financé 4 séjours de 3 semaines dans chaque sens, plus le post-doc sénior d'une année de Carlos A.F. Sartori.

Ce projet (CAPES-COFECUB 568/09) était centré sur la Compatibilité Électromagnétique (CEM).

Deux nouvelles demandes ont été déposées en 2012 dans le cadre du LIA :

- Développement de méthodes expérimentales et numériques pour les dispositifs électrotechniques haute performance (DMDHP). *Ce projet porte essentiellement sur la modélisation fine des matériaux magnétiques pour des excitations correspondant aux contraintes (fréquences, formes de signaux, température) des actionneurs modernes, en tenant compte des contraintes des grands modèles éléments finis.* Les porteurs sont l'UFSC et le L2EP, associés à l'équipe matériaux magnétiques (UCBL) d'Ampère.

Ce thème intéresse d'autres chercheurs du LIA, en particulier à Grenoble, mais le cadre CAPES-COFECUB ne permet pas de multiplier les partenaires.

- Modélisation et optimisation des systèmes électriques. *Le premier volet vise à mettre en œuvre de nouvelles méthodes numériques innovantes dites méthodes sans maillage afin d'améliorer les performances (précision / espace mémoire / temps de calcul) et pouvoir traiter des problèmes de plus en plus complexes. Le second volet vise à développer des techniques spécifiques à l'optimisation robuste dans un cadre incertain. Les techniques de propagation globales (probabilistes et ensemblistes), et locales, associées aux algorithmes d'optimisation seront étudiées autour de plusieurs applicatifs, en particulier celui du système « smart building / smart grid ».* Les porteurs sont l'UFMG et G2ELab (B. Delinchant).

Pour 2013, nous visons au moins un dépôt supplémentaire, probablement en lien avec le bio électromagnétisme et les contacts établis aussi à l'Unicamp et à l'USP (hors Poli).

C.3.2. Projets Région.

ARCUS-Brésil, sous-projet ModelBio [terminé]

Financement Région Rhône-Alpes et MAE : 15k€ pour le sous-projet ModelBio.

Le contexte général de ce projet qui a impliqué 9 Établissements de la Région Rhône-Alpes et 16 Établissements brésiliens, sous l'égide du Ministère des Affaires Étrangères, est décrit sur le site :

<http://www.arcusrhonealpes-brazil.com/content/background-arcus-rhone-alpes-brazil>

Le sous-projet ModelBio qui nous concerne est résumé ainsi :

Deux des plus importants laboratoires français de Génie Électrique sont en Rhône-Alpes : le G2ELab (Grenoble : INPG et UJF) et Ampère (Lyon : ECL, INSA et UCBL). Ces laboratoires sont à la pointe des recherches internationales sur le calcul des effets des ondes

électromagnétiques sur les systèmes (compatibilité électromagnétique) et plus récemment sur les être vivants (bio-électromagnétisme).

Leurs collaborations avec des laboratoires de l'Université de Sao-Paulo et des Universités Fédérales de Minas Gerais (Belo Horizonte) et Santa Catarina (Florianópolis) sont intenses et anciennes.

L'idée de ce projet est d'organiser une école thématique internationale périodique destinée aux jeunes générations d'enseignants et chercheurs, dans un but précis à moyen terme : à partir de ces rencontres régulières, organiser et structurer une formation commune internationale à la recherche, niveau master/doctorat. D'autres établissements pourraient s'y rattacher, particulièrement les établissements brésiliens qui ont déjà avec un de nos établissements des accords d'équivalence ou d'échanges d'étudiants pour les 1er et second cycles, mais pas encore d'échanges via la recherche. L'ouverture interdisciplinaire de l'École proposée ici, en particulier vers la biologie et l'environnement, devrait en offrir l'opportunité.

L'École Thématique prévue a été intégrée dans le congrès EHE (bio-électromagnétisme) qui était organisé par l'EP-USP en novembre 2012. Les participants français et brésiliens financés par cette action ont représenté près de la moitié des participants à la Conférence, et une journée spécifique leur a été réservée.

Voir aussi : <http://www.ampere-lyon.fr/spip.php?article337>

Avec le recul, il faut souligner que l'un des effets extrêmement positifs d'Arcus-Brésil a été de permettre à l'ensemble des acteurs universitaires de la Région, toutes spécialités confondues (sciences humaines, maths et physique, ingénierie, ...) intéressés par des collaborations avec le Brésil, de se rencontrer et d'échanger pendant la préparation du dossier proposé au Ministère (ce qui s'est étalé sur 2 années, puisque le premier dossier, fourni en 2006, n'avait pas été retenu).

CMIRA [en cours]

« Méthodes, modèles et outils pour la conception, l'optimisation, la modélisation et le contrôle commande d'éoliennes de petites et moyennes puissances (<100 kW) ».

Partenaires : G2ELab (Grenoble INP) et Ampère (ECL) / UTFPR (Paraná, Brésil)

Financement Région Rhône-Alpes : 12k€ en fonctionnement, 15k€ en investissements.

Il s'agit d'un programme de recherche autour d'éoliennes de petites et moyennes puissances, dédiées au marché Brésilien, afin de concevoir et optimiser des structures relativement simples à fabriquer, robustes et pas chères. L'objectif est l'électrification de maisons et fermes, isolées du réseau électrique, nombreuses dans un pays "continent" comme le Brésil. Des applications semblables peuvent aussi exister, au moins en alimentation de secours, dans certaines zones rurales françaises (Drôme-Ardèche par exemple).

Dans le cadre Région, les actions doivent comporter des synergies entre recherche et formation. On a donc :

1° Un volet recherche portant sur les méthodes, les modèles et les outils pour la conception, l'optimisation, la modélisation et le contrôle-commande des éoliennes précédemment évoquées.

2° Un volet formation : il s'agit d'établir un partenariat devant permettre d'échanger des étudiants au niveau master et doctorats entre Grenoble-INP et l'Université du Paraná. Il est prévu de faire travailler ces étudiants sur des sujets de développement ou de recherche liés au programme des éoliennes.

En parallèle de ces deux volets, des partenariats avec des industriels brésiliens ayant vocation à produire les éoliennes existent déjà ; au niveau Rhône-Alpin un partenariat existe avec une société pouvant fournir des technologies logicielles pour la conception et l'optimisation, et une PME spécialisée dans les petites éoliennes à axe vertical (Vertéole, à Romans). Ces partenariats industriels pourront être un support pour la recherche et pour la formation des étudiants (opportunités de stages industriels).

D. Pt qf wvlpq'belgpvlls wg'èqui p²g'lxge'lgur' et vgpckt gu du LIA

Depuis 2009 :

- 11 articles en revues publiés
- 1 chapitre de livre
- 27 présentations dans des congrès

Pour 2012, il y a 12 communications en Conférence, ce qui illustre la montée en puissance de nos collaborations. Le nombre de publications en revues était de 3 à mi-année, on devrait atteindre 5 ou 6 pour l'année complète (ce qui correspond à un taux d'environ 50% des présentations en congrès, habituel dans nos domaines).

On devrait, les années suivantes, monter à 7 ou 8 revues et 15 à 20 conférences (par an).

→ *Liste complète de la production scientifique en [Annexe D](#).*

E. Conclusion

Après plus de 5 années d'efforts constants (la première « tournée » des équipes brésiliennes faite par L. Krähenbühl, explicitement en vue d'une structuration des collaborations, date de février 2006), et bien des difficultés en particulier juridiques¹, le LIA Maxwell a été inauguré le 23 novembre 2011.

Comme le montrent les éléments réunis dans ce rapport, les objectifs d'animation scientifique et de structuration de la recherche fixés en 2009 ont été remplis pour l'essentiel, ou sont en passe de l'être, les moyens pour cela ayant été mis en place. La production scientifique résultante, déjà importante, ne peut que croître en qualité et quantité.

Les collaborations multilatérales qui en résultent commencent à porter leurs fruits, les synergies annoncées se mettent en place, des élargissements des périmètres thématiques ou géographiques se dessinent. Dans les 5 années qui viennent, une opportunité exceptionnelle s'ajoute avec les moyens financiers et humains considérables mis en place par le Brésil au travers du programme « Sciences sans frontières » : l'existence d'une structure de recherche internationale pré-reconnue est un atout unique pour profiter de ces moyens supplémentaires.

Nous demandons donc naturellement la reconduction de ce LIA, qui rappelons-le a été officiellement mis en place depuis moins d'un an.

Nous pensons avoir montré tout au long de ce rapport que nous souhaitons à terme pouvoir proposer à d'autres partenaires, brésiliens ou français, de s'associer d'une manière ou d'une autre à cette structuration internationale, ou au « label » qui lui est associé.

Notre proposition aujourd'hui serait de monter dès que possible, en parallèle au LIA (qui a été juridiquement difficile à mettre en place, et auquel nous souhaitons donc toucher le moins possible), une structure plus souple qui pourrait être un GDRI, indépendant ou considéré comme une branche internationale du GDR SEEDS.

Laurent Krähenbühl, 01/09/2012

1 Nous faisons allusion ici en particulier à la mise en place demandée par les services juridiques du CNRS de la « Convention » liant les 9 partenaires, dont la négociation du contenu juridique (et non pas de la partie scientifique) a duré 16 mois entre juin 2009 et septembre 2010, malgré les efforts de L. Krähenbühl, et le suivi constant et attentif qu'il en a fait. On peut d'ailleurs remarquer que cette Convention, en son article 1, prévoit que l'engagement des partenaires, y compris donc le CNRS, est de 4 années à compter de la signature de ladite Convention. Juridiquement, le CNRS est donc engagé au minimum jusqu'à la date de la signature d'Alain Fuchs (novembre 2010) plus 4 années (soit jusqu'en novembre 2014).

ANNEXES

Annexes en lien direct avec le texte principal (même numérotation) et destinées à l'alléger :

[Annexe B.1](#) – Liste des réunions organisationnelles

[Annexe B.3](#) – Liste commentée des mobilités

[Annexe C.2](#) – Liste des co-encadrement et participation à des jurys

[Annexe D](#) – Liste des productions scientifiques

Annexes complémentaires :

[Annexe 1](#) : rapport suite au post-doc A. Guibert mai 2010/mars 2011

[Annexe 2](#) : rapport suite au post-doc sénior de C. Sartori

[Annexe 3](#) : rapport suite au séjour en délégation Wurtz (2010-2011)

[Annexe 4](#) : projet de délégation Chadebec (2012-2013)

[Annexe 5](#) : résumé des comptes (2009-2011)

Documents utiles accessibles par ailleurs :

Convention de LIA complète :

http://www.ampere-lab.fr/IMG/pdf/LIA817_Fran_14-10-2010-2.pdf

Mise à jour de la production scientifique du LIA sur HAL :

<http://hal.archives-ouvertes.fr/AMPERE-1>

Diverses informations sur le LIA :

<http://www.ampere-lab.fr/spip.php?rubrique106>

En particulier, échos de l'inauguration du LIA en novembre 2011 à São Paulo :

<http://www.ampere-lab.fr/spip.php?article525>

et communiqué de presse de la DR7 du CNRS :

<http://www.dr7.cnrs.fr/IMG/pdf/111122-inaugLIA-AmpereV3.pdf#>

ANNEXE B.1 – Liste des réunions organisationnelles

B.1.1. Réunion de travail d'une journée à l'EP-USP (04/2009)

Préparation et présidence de séance : L. Krähenbühl

Participants :

pour les 2 laboratoires français : L. Krähenbühl

pour l'EP-USP : José R. Cardoso, Viviane Silva, Luiz Lebensztajn, Carlos A. F. Sartori

pour l'UFMG : João Vasconcelos, Renato Mesquita

pour l'UFSC : João Pedro A. Bastos, Nelson Sadowski

Ordre du jour : informations sur les procédures à suivre pour la mise en place du LIA. Choix du nom du Laboratoire. Désignation des responsables scientifiques. Discussion des textes fondateurs (préambule, programme scientifique, Convention juridique). Informations réciproques à propos de la signature par les Établissements de la Convention juridique.

B.1.2. Direction de l'EP-USP (30/09/2009)

Secrétaire administrative et conseiller juridique de l'Ecole Polytechnique de l'USP, José Cardoso, L. Krähenbühl

Questions sur la Convention Juridique et les procédures de signature

B.1.3. Direction de l'UFMG (05/10/2009)

João Vasoconcelos, Vice-Recteur recherche, L. Krähenbühl, conseiller juridique de l'Université

Questions sur la Convention Juridique et les procédures de signature

B.1.4. Florianópolis, UFSC (25/11/2009)

Participants :

pour les laboratoires français : F. Wurtz, Y. Maréchal, G. Cauffet ; F. Buret, R. Scorretti, R. Perrussel, L. Krähenbühl

pour l'EP-USP : José R. Cardoso, Viviane Silva, Luiz Lebensztajn, Carlos A. F. Sartori

pour l'UFMG : João Vasconcelos, Renato Mesquita, Jame Ramirez

pour l'UFSC : João Pedro A. Bastos, Renato Carlson, Walter P. Carpes Jr, Nelson Sadowski

Point sur la situation de la Convention juridique et sur les actions scientifiques en cours.

B.1.5. Vitória (08/2010)

Participants : représentants des 3 partenaires brésiliens + L. Krähenbühl

Point sur la situation de la Convention juridique et sur les actions scientifiques en cours.

B.1.6. Direction de l'EP-USP (09/2011)

Secrétaire administrative et conseiller juridique de l'Ecole Polytechnique de l'USP, José Cardoso, Luiz Lebensztajn, L. Krähenbühl

Questions finales sur la Convention Juridique.

Note : l'annonce officielle de l'acceptation de la Convention par l'ensemble des 9 partenaires a été faite le 5/10/2010. Les signatures effectives ont été réalisées entre novembre 2010 et juin 2011, le LIA a été inauguré le 16 novembre 2011 à São Paulo

B.1.7. École Polytechnique de l'Université de São Paulo (23/11/2011)

Comité de pilotage du LIA Maxwell.

Préparation et présidence de séance : L. Krähenbühl

Participants :

- environ 20 représentants des 3 partenaires brésiliens, dont le Vice-Recteur, Directeur des relations internationales de l'Université de São Paulo, le Directeur de l'Ecole Polytechnique José R. Cardoso (qui est aussi le responsable scientifique brésilien du LIA).
- Prof. A. Kost, de la Technische Universität de Berlin et P. Dular, FNRS et Université de Liège, membres du Comité de suivi scientifique du LIA.
- Pour la France : Gérard Chuzel, attaché pour la science et la technologie au Consulat Général de France à SP, J.-P. Briot, représentant du CNRS à Rio de Janeiro, J.-P. Bertoglio, Directeur de la recherche à l'ECL et représentant des 3 Établissements lyonnais partenaires, O. Chadebec, chercheur CNRS au G2ELab et représentant des 2 Établissements grenoblois, G. Meunier et F. Wurtz (G2ELab), F. Buret et L. Krähenbühl (Ampère).

ANNEXE B.3 – Liste détaillée et commentée des mobilités

B.3.1. Brésil vers France, personnels permanents.

19 professeurs concernés, des 3 groupes brésiliens. Durée cumulée de 3 années et 7 mois.

Prof. Viviane Silva, 2 semaines (mai 2008) puis 3 semaines (juillet 2010). Financements CAPES.

V. Silva est venue les 2 fois dans le cadre de projet CAPES-COFECUB en cours sur la CEM. Néanmoins, elle a eu un apport très important pour le LIA lui-même, comme rédactrice en juillet 2008 avec L. Krähenbühl du dossier de candidature répondant à l'appel d'offre « LIA » du CNPq.

CV officiel (Lattes) : <http://lattes.cnpq.br/1298591853482803>

Prof. Carlos A. F. Sartori, EP-USP

- 1 mois invité (ECL) début 2009,

- puis 1 an (avril 2010 à mars 2011), après 2 séjours plus courts en 2007 et 2008 (financements CAPES) – *Voir aussi Annexe B pour les détails scientifiques liés à ce dernier séjour long.*

Projet CAPES-COFECUB terminé début 2011, thématique CEM. Soutien au post-doc (Ampère) de Benjamin Vincent, à la thèse de Sanaa Zangui, soutien à la thèse de Moises Ferber (co-tutelle UFSC/ECL).

Le Prof. Sartori a été l'un des principaux « moteurs » côté brésilien pour le montage des coopérations étroites qui ont conduit au LIA Maxwell. Ce travail a en effet été initié en février 2006, lors d'une rencontre au Brésil entre Carlos Sartori et Laurent Krähenbühl.

Il a depuis cette date fait un nombre important de séjours à Lyon (et L. K. à São Paulo chez C. Sartori), et c'est cette proximité qui a finalement permis le montage de dossiers cohérents et la réussite du LIA.

CV officiel (Lattes) : <http://lattes.cnpq.br/7994504454961355>

Prof. Adroado Raiser, UFSC

1 année au G2ELab, 2010-2011. Thématique CEM et méthodes inverses

Ce Professeur ne fait pas partie du « Grucad » (l'équipe de recherche de l'UFSC officiellement membre du LIA). Néanmoins, ses préoccupations scientifiques entrent dans le cadre du programme scientifique du LIA, et il est très clair que ce séjour long est lié à l'existence du LIA.

Il a de plus des liens assez étroits et anciens avec le LGEP, qui est (depuis l'origine) un candidat possible et souhaité à terme pour un élargissement du LIA.

CV officiel (Lattes) : <http://lattes.cnpq.br/2239103417420653>

Prof. Sérgio Muehlen, Unicamp

2 mois (janv. et fév. 2011). Sur poste de Prof. Invité ECL

Ce séjour est à lier à la première visite faite à Campinas par L. Krähenbühl en 2009, puis à la visite plus importante en novembre 2011 par F. Buret, L. Krähenbühl, O Chadebec, en compagnie du Directeur de la recherche de l'ECL et du représentant du CNRS au Brésil, Jean-Pierre Briot.

Visite prospective sur les possibilités de coopération entre les activités couplées Génie électrique-biologie du Laboratoire Ampère, et les activités de génie médical à Campinas. L'Unicamp fait partie des Universités « proches » des partenaires historiques du LIA, et qui ont été évoquées dès le début comme des extensions possibles et souhaitables pour les échanges internationaux mis en place. C'est par ailleurs, avec l'EP-USP, l'un des meilleurs partenaires brésiliens de l'ECL pour les échanges d'étudiants ingénieurs.

CV officiel (Lattes) : <http://lattes.cnpq.br/4232773320089813>

Prof. Mario Leite. IPT et EP-USP

3 semaines (février 2011). Financement CAPES-COFECUB

Phase terminale du projet CAPES-COFECUB USP/ECL (rédaction des compte-rendus) et soutien à la thèse de Sanaa Zangui (aspects expérimentaux en salle anéchoïque).

M. Leite est membre du LIA au travers de sa position de chercheur au LMAG (laboratoire de l'EP-USP). Il est par ailleurs responsable d'un service à l'IPT (Institut de recherche technologique, qui est un centre de préférence quasi industriel, avec des tâches légales d'essais normatifs), et grand spécialiste de mesures en Compatibilité Electromagnétique (CEM). Il vient à Lyon tous les 2 ans environ pour soutenir nos activités dans ce domaine (et réciproquement pour C. Voltaire).

CV officiel (Lattes) : <http://lattes.cnpq.br/1124490771595861>

Prof. João Pedro Bastos, UFSC

- 1 semaine en octobre 2011. Financement LIA (Brésil)

Rapporteur et membre du jury de l'HDR d'Olivier Chadebec (G2ELab).

Participation au club de utilisateur du logiciel Flux organisé par la société Cedrat, partenaire historique des laboratoires de Lyon et Grenoble en matière de valorisation industrielle (Marseille).

J.P.A. Bastos est le responsable du laboratoire partenaire du LIA à l'UFSC. Formé jusqu'au Doctorat d'État à Paris VI, il a été l'un des précurseurs de l'application de la méthode des éléments finis à l'électromagnétisme basse fréquence, il en est l'un des experts les plus reconnus au niveau international. Il a également des liens très étroits avec le L2EP (Lille), Laboratoire (non CNRS) cité comme extension possible pour les activités du LIA.

Une partie de son séjour a été consacrée à la préparation avec L. Krähenbühl de la cérémonie d'inauguration du LIA, prévue un mois plus tard.

- 3 mois prévus en 2013 en Professeur invité de Grenoble INP (janvier et février, puis juin 2013).

CV officiel (Lattes) : <http://lattes.cnpq.br/9859703662630141>

Prof. José R. Cardoso, Reitor du EP-USP et responsable officiel du LIA côté Brésil.

3 journées, 11/2011 ; financement USP.

Séminaire sur le programme brésilien « Sciences sans Frontières ».

CV officiel (Lattes) : <http://lattes.cnpq.br/3117333353838533>

Prof. João Vasconcelos, UFMG

3 mois (12/2011-02/2012), poste de Prof. Invité UJF.

Rapporteur et jury de l'HDR de Benoit Delinchant

Séminaire au G2ELab le 20/12/2011 « Calcul évolutionnaire de l'UFMG »

Responsable de la composante UFMG du LIA, J Vasconcelos a durant ce séjour pu prendre les contacts nécessaires pour organiser la suite de la coopération, et en particulier les nombreuses visites de ses collaborateurs en janvier et février 2012 ; il n'était pas revenu en France depuis plus de 15 années. Une thèse en co-tutelle avec l'UFMG est en cours, et plusieurs en cours de montage.

CV officiel (Lattes) : <http://lattes.cnpq.br/8199384500642892>

Prof. Nelson Sadowky, UFSC.

1 mois, Janvier 2012, poste de Prof. invité ECL

Séminaires et échanges avec l'équipe « matériaux magnétiques » d'Ampère

Réunion LIA à Grenoble INP

Nelson Sadowski, qui est Docteur et HDR de l'Université de Toulouse, était expert pour la thèse de R. Marion (2010) sur les modèles pour matériaux magnétiques, et également sollicité pour le jury HDR de M.-A. Raulet (Ampère/UCBL). Les équipes « matériaux » de l'UCBL et de l'UFSC ont des possibilités de synergie particulièrement évidentes, aussi avec des travaux faits au L2EP à Lille. Le L2EP faisant partie des élargissements possibles et souhaités du LIA, cette visite avait une grande importance stratégique. Il en résulte en 2012 le dépôt commun d'un projet CAPES-COFECUB sur cette thématique.

CV officiel (Lattes) : <http://lattes.cnpq.br/6477397959081311>

Prof. Oriane Magela Neto, UFMG

30/01 au 9/02. Séjour partagé entre Lyon et Grenoble, financement LIA (Brésil).

Séminaire au G2ELab le 31/01 et à Ampère le 9/02, « Applications of Evolutionary Computation in Electric Power Systems »

La composante « réseaux », en principe présente dans le programme scientifique du LIA, n'avait pas été mise en œuvre jusque là. Cette visite va sans doute permettre de mettre en place un début de coopération sur ce thème, surtout présent à Grenoble.

CV officiel (Lattes) : <http://lattes.cnpq.br/6987563670816279>

Prof. Luiz Lebensztajn, USP

26/01 au 15/02/2012 (autre séjour de même durée en juillet 2009). Séjour partagé entre Lyon et Grenoble, financement CAPES en 2009 et LIA (Brésil) en 2012.

Séminaire à Ampère le 02/02 et au G2ELab le 7/02, « Quelques expériences sur les méthodes d'optimisation stochastiques au LMAG-Brésil ».

L. Lebensztajn est le responsable opérationnel du LIA pour les parties brésiliennes (le responsable officiel, J. R. Cardoso ayant été nommé Recteur de l'EP-USP a délégué cette responsabilité à son

collaborateur). Même s'il connaît de longue date les 2 équipes françaises, il était important qu'il fasse cette longue visite cette année, à Lyon et Grenoble.

Ce séjour a aussi été l'occasion de commencer à discuter du travail de Daniela Wolter, qui est maintenant en séjour long à Ampère dans le cadre de son doctorat.

CV officiel (Lattes) : <http://lattes.cnpq.br/2140268286728372>

Prof. Davies William de Lima Monteiro, UFMG

22/02 au 24/02, séjour partagé entre Grenoble et Lyon

Réunion de travail sur les opportunités de collaboration et visite du G2ELab.

A Lyon, réunion de travail organisée avec l'INL. Les travaux du Prof. Davies sont en effet beaucoup plus proches de ceux de l'INL que de ceux d'Ampère.

Le G2ELab a de son côté une partie de ses activités tournée vers les micro et nano technologies, en lien avec le Laboratoire Néel.

Ces contacts ont été extrêmement positifs, et ont conduit à l'organisation de 2 séjours d'étudiants brésiliens en France (Lyon et Grenoble) pour 2012-2013, voir ci-dessous M.V. Goulart et C.A.M. Cruz : en tant que LIA d'animation scientifique, notre Laboratoire International doit pouvoir servir à faciliter également des coopérations, et en particulier des flux bilatéraux de jeunes chercheurs, en-dehors de son cadre d'origine.

CV officiel (Lattes) : <http://lattes.cnpq.br/9815650569099044>

Prof. Renato Carlson (UFSC et UTFPR), 1 semaine à Lyon et Grenoble, 21-30 avril 2012, dans le cadre CMIRA et ARC Énergie (projets Région). Visite de la PME Vertéole (petites éoliennes) à Romans.

Ce Professeur émérite, formé à Toulouse, est l'un des créateurs (avec J.P.A. Bastos) du laboratoire Grucad de l'UFSC, partenaire du LIA. Il est actuellement et pour 5 ans en détachement dans l'État voisin du Paraná.

Par son intermédiaire, nous avons pu établir une collaboration avec l'UTFPR (Université technique fédérale de cet État), ce qui est essentiel pour les co-financements « Région » : la Région Rhône-Alpes reconnaît en effet l'État du Paraná comme partenaire préférentiel au Brésil.

Ce premier projet scientifique financé par la Région porte sur la conception optimale des machines électriques et convertisseurs d'électronique de puissance pour les éoliennes de petite puissance, comme on en trouve dans les exploitations isolées au Brésil et en région Rhône-Alpes (Drôme et Ardèche). Les problématiques scientifiques associées sont génériques, et pleinement dans les préoccupations définies par le programme scientifique du LIA. Le contexte LIA a naturellement aidé à ce que le projet soit retenu par la région.

CV officiel (Lattes) : <http://lattes.cnpq.br/7440114883099242>

Fabio Ruiz Daró, chercheur senior, ingénieur, psychanalyste et historien, 2 semaines en juin 2012.

F.R. Daró n'est pas à l'origine membre du LIA. Mais il a cherché un appui pour les aspects « ingénierie » de sa thèse qu'il prépare à la Faculté de médecine de l'USP, auprès de notre partenaire à l'EP-USP, qui l'a à son tour mis en contact avec le groupe bio-électromagnétisme d'Ampère (R. Scorretti, qui se rend au Brésil pour ce même projet en automne 2012).

Cette collaboration porte sur le calcul de champs électromagnétiques induits dans le cerveau, et plus particulièrement sur les méthodes adéquates de maillages par éléments finis pour la stimulation magnétique transcrânienne profonde à but thérapeutique (sujet de sa thèse en cours). Ce sujet entre pleinement dans le programme scientifique initial du LIA.

CV officiel (Lattes) : <http://lattes.cnpq.br/1420290848082239>

Prof. Patrick Kuo Peng (UFSC), 3 jours en juin 2012 (Grenoble).

Travail avec F. Wurtz sur le projet Région Arc Énergie.

CV officiel (Lattes) : <http://lattes.cnpq.br/9920822116918042>

Prévus en plus dans les prochains mois :

Prof. Eduardo Carrano (UFMG), 3 semaines en 2012, financement LIA (Brésil)

CV officiel (Lattes) : <http://lattes.cnpq.br/4022838844024162>

Prof. Ricardo Luiz da Silva Adriano (UFMG), 2 semaines prévues en 2012. Visite annulée début 2012 (problème de passeport), financement LIA (Brésil)
CV officiel (Lattes) : <http://lattes.cnpq.br/4249905570348130>

Prof. Marcio Matias Afonso (CEFET – Belo Horizonte), 6 mois prévu en 2012 en Professeur invité par l'IUT de Grenoble (UJF).
CV officiel (Lattes) : <http://lattes.cnpq.br/2927636393829724>

Prof. Ricardo Hiroshi Caldeira Takahashi, UFMG, 1 mois à Lyon en déc. 2012, financement LIA (Brésil). Collaboration avec R. Scorretti, sur des problèmes de problèmes inverses en électromagnétisme, liés à des applications médicales.
R. Takahashi est mathématicien appliqué, et a déjà travaillé et publié avec Ampère avant que le LIA n'existe. Le lien thématique avec le travail initié avec Fabio R. Daró est évident, et nous avons donc là l'exemple d'une collaboration entre équipes brésiliennes (UFMG/USP) qui se met en place et n'existerait pas sans le LIA.
CV officiel (Lattes) : <http://lattes.cnpq.br/4947186824317781>

B.3.2. Brésil vers France, autres personnels.

- 1 thèse terminée, 2 en cours (1 co-encadrement Lyon/USP, 1 co-tutelle Lyon/UFMG)
- 2 co-tutelles prévues pour commencer sous peu (1 avec Grenoble/UFSC et 1 avec Lyon/UFMG).
- 3 séjours « recherche » d'autres étudiants, durées entre 2 et 6 mois (terminés).
- 8 étudiants concernés pour une durée cumulée de plus de 4 années (période de référence 2009-2012)

Mario Alves dos Santos Junior, EP-USP et Marine Brésilienne (août 2008-février 2009, financement Marine).

Séjour doctoral pour une thèse EP-USP en co-encadrement Sartori/Krähenbühl (soutenue en novembre 2009 au Brésil). L. Krähenbühl avait commencé à suivre ce travail lors d'un séjour de chercheur invité à l'USP en 2008. Il a encore eu l'occasion de faire le point avec ce thésard avant sa thèse en mai et octobre 2009, lors de ses séjours successifs à l'USP. D'autres chercheurs d'Ampère ont participé activement (D. Voyer, C. Vollaire et R. Perrussel, notamment).

Thématique : chambre réverbérante pour les études CEM. L'expertise d'Ampère a en particulier porté sur les modèles numériques.

CV officiel (Lattes) : <http://lattes.cnpq.br/1362389672370722>

Moisés Ferber de Vieira Lessa, thésard co-tutelle UFMG/ECL, avec co-encadrement INP / ECL / UFMG. Directeurs de thèse : J. Vasconcelos et L. Krähenbühl (Ampère), co-encadrant J.-L. Coulomb (G2ELab).

Arrivé en 10/2010 pour 3 années ; financement ANR (E-CEM) ; soutenance prévue fin 2014 à l'UFMG.

CV officiel (Lattes) : <http://lattes.cnpq.br/4265760010761843>

Daniela Wolter Ferreira, thèse de l'EP-USP, 6 mois à l'ECL (mai-octobre), financement FAPESP (et LIA - branche française - pour la participation à Momag 2012).

Suite à un séjour de quelques journées en février 2012, l'intérêt d'une collaboration beaucoup plus étroite sur ce sujet entre l'EP-USP et Ampère a été mise en évidence. Le label « LIA » a permis un montage financier extrêmement rapide avec la Fondation de recherche de l'État de São Paulo (FAPESP), le séjour de 6 mois a ainsi pu commencer dès mi mai.

Transmission d'énergie sans contact pour pompe d'assistance ventriculaire (cœur artificiel). Encadrement L. Krähenbühl. Ce travail intègre des aspects numériques, traités en collaboration avec R. Sabariego (Liège), et des aspects d'électronique de puissance (C. Vollaire, F. Morel, ...).

CV officiel (Lattes) : <http://lattes.cnpq.br/8116275188530854>

Claret Laurente Sabioni, étudiant en graduation UFMG

2 mois (janvier et février 2011) ; financement propre et LIA (logement). Séjour pré-graduate (entre 4ème et 5ème année de formation ingénieur), en vue d'une éventuelle inscription en thèse en co-tutelle UFMG/ECL.

Cette thèse devrait commencer fin 2012, le montage administratif et financier est en cours.
Sur sa demande, le travail fait pendant 2 mois en 2011 a été en spécialité « automatique », sous la direction du Prof. G. Scorletti (ECL et Ampère). Les résultats (excellents) ont conduit son encadrant brésilien et G. Scorletti à proposer un travail de thèse en co-tutelle dans cette spécialité. C'est là une ouverture thématique pour le LIA, qui aura d'autres suites (voir projet de B. Bayon, pour un post-doc au Brésil à partir de fin 2012).

CV officiel (Lattes) : <http://lattes.cnpq.br/1653911242313939>

Silvia Bruschi Schneider (élève ingénieur UFSC), du 01/09/2011 au 29/02/2012, Grenoble :
« Modélisation d'un moteur à commutation électronique (moteur à aimant) en vue du pilotage et de la supervision optimale dans les bâtiments »

Gustavo Caravaggi Tenaglia (élève ingénieur USP), 01/12/2011 au 29/02/2012, Grenoble.
« Implémentation d'un algorithme évolutionnaire différentiel dans une plateforme d'optimisation »
CV officiel (Lattes) : <http://lattes.cnpq.br/7054924797643557>

Plusieurs exemples passés (en particulier M. Ferber et C. Sabioni) montrent tout l'intérêt qu'il y a à faire des échanges aussi avec des étudiants au niveau Master (français). Ce type d'échange va être facilité à l'avenir par le programme brésilien Sciences sans Frontières.

*** Prévus dans les prochains mois :**

Tiago Staubt, étudiant, thèse en co-tutelle en préparation entre INP et UFSC :
« Conception et optimisation d'alternateurs pour Eolienne de type Reluctance Variable »
Encadrement prévu : J.N. Batistela, P. Kuo-Peng (UFSC ; F. Wurtz (INP/CNRS).

*** En marge du LIA, collaborations nées entre l'UFMG et l'INL suite à la visite de Davies Williams Monteiro :**

Mariana Vaz Goulart (UFMG) : août 2012-Fevr. 2013, à l'INL/UCBL, encadrement G.N. Lu et P. Pittet (CMOS buried quad-junction photodetector and integrated lock-in amplifier)
CV officiel (Lattes) : <http://lattes.cnpq.br/4040732565332741>

Carlos Augusto Moraes Cruz (UFMG) : dec. 2012-mars 2013, au CIS/TIMA, UJF ; encadrement G. Sicard (Extended dynamic-range CMOS image sensors and FPN-reduction integrated architectures).

B.3.3. France vers Brésil, personnels permanents.

12 enseignants-chercheurs concernés des 2 UMR, durée totale cumulée 3 années.

R. Perrussel (Ampère/CNRS) août-sept 2010 : 3 semaines (CAPES-COFECUB)
Ce chercheur CNRS de la jeune génération a été un pilier de nos coopérations franco-brésiliennes jusqu'à son départ pour le laboratoire Laplace (Toulouse) début 2011. Il garde un intérêt fort pour le LIA dont il reste membre au travers d'Ampère, et est l'un de nos atouts pour un élargissement vers le Laplace.

L. Krähenbühl (Ampère/CNRS) (séjour moyen 1 mois / an)
- mai 2009 : 3 semaines (CAPES-COFECUB) USP, UFMG et Cofecub (anniversaire 30 ans, Salvador)
- sept-oct 2009 : 2 semaines (ECL pour Campus France), USP et UFMG
- nov. 2009 : 3 semaines USP et UFSC (Région pour ARCUS et LIA)
- août-sept 2010 : 3 semaines (CAPES-COFECUB) – USP et Vitoria (Momag)
- nov 2011 : 2 semaines (LIA)
- nov 2012 : 3 semaines (prévu, Région/CMIRA et LIA)
Ce chercheur est le responsable scientifique du LIA (France), et responsable du LIA pour Ampère.

O. Chadebec (G2ELab/CNRS) :

- missions prospectives (2 semaines mars 2011, puis novembre 2011) ; participation à

l'inauguration du LIA, en tant que responsable LIA/G2ELab.

- mission longue durée (1 an) à l'UFSC/Grucad de 08/2012 à 07/2013. *Voir Annexe 4.*
Ce chercheur est responsable du LIA pour le G2ELab.

J.-L. Coulomb (INP) : mission prospective 2 semaines mars 2011, avec O. Chadebec.

G. Meunier (G2ELab/CNRS) : mission prospective novembre 2011 (inauguration à l'EP-USP, puis UFSC)

F. Wurtz (G2ELab/CNRS) :

- nov 2009 : 2 semaines USP et UFSC

- une année UFSC 2010-2011 (financement CNRS). *Voir Annexe 3.*

- inauguration du LIA le 23/11, plus séjour à l'UFSC les jours suivants.

- 3 semaines en juillet/août 2012. Conférence Momag, visite à Curitiba (financement Région / projet CMIRA)

- nov 2012 : 3 semaines (prévu, Région/CMIRA et LIA)

F. Buret

- nov. 2009 : 3 semaines São Paulo (invité par l'USP) et Florianópolis

- nov 2011 : 2 semaines (LIA)

- séjour de 2 semaines, automne 2012, invité par l'Unicamp (bio-électromagnétisme)

F. Buret dirigeait jusqu'en 2012 le Département « Bioingénierie » du Laboratoire Ampère. Il est à ce titre régulièrement invité à promouvoir les recherches autour des effets biologiques des champs électromagnétiques, et les aspects de microingénierie et microsystèmes couplant champs électromagnétiques et microsystèmes biologiques (manipulations de cellules, ...). Les premières collaborations effectives sur ces thèmes sont en cours de mise en place, à l'USP et à l'Unicamp.

B. Delinchant, (G2ELab/UJF)

- nov. 2009 : 3 semaines USP et UFSC (Région pour ARCUS et LIA)

- séjour 2-13 juin 2012, Belo Horizonte (lieu principal)

Ce chercheur est porteur du projet Capes-Cofecub déposé en 2012 avec l'UFMG.

R. Scorretti (Ampère/CNRS)

- nov. 2009 : 3 semaines São Paulo et Florianópolis (Région pour ARCUS et LIA)

- sept 2012 : 2 semaines

R. Scorretti a repris cette année la direction du Département « bioingénierie » du Laboratoire Ampère, dont il dirige par ailleurs l'équipe « bioélectromagnétisme et microsystèmes ». Les compétences de cette équipe vont du développement expérimental de microactionneurs aux simulations numériques fines qui est l'objet principal de cette collaboration avec l'Université de Sao Paulo, Institut de psychiatrie (dir. A. Marcolin) dans le cadre de la thèse de M. Fábio Daro (voir plus haut). Participation invitée au IIIème symposium de l'association brésilienne de stimulation magnétique transcranienne (TMS), 28-29 septembre.

Autres séjours programmés à brève échéance :

G. Scorletti (Ampère/ECL), séjour de 2 à 3 semaines programmé pour l'automne 2012 (UFMG et probablement USP et Unicamp).

Mission de bilan des relations possibles en automatique. G. Scorletti étant également responsable de l'École Doctorale, ce sera pour lui l'occasion de faire le point sur le système de 3ème cycle brésilien, dont les spécificités doivent être bien comprises pour permettre des collaborations à long termes.

N. Haddour (Ampère/ECL), séjour de 3 semaines, automne 2012.

Mission de bilan des relations possibles en biochimie (N. Haddour est biochimiste) et bioélectromagnétisme. Il s'agit de répondre à la visite de Sérgio Muehlen, et de mesurer ce qui peut être mis en place avec l'Unicamp d'une part, l'USP (aussi en dehors de l'École

Polytechnique, les labos de chimie et biologie de l'USP ne faisant pas partie de l'EP) d'autre part.

J. Roudet (G2ELab, Directeur), 2 semaines en nov. 2012

La dernière mission au Brésil d'un Directeur de l'une des 2 UMR membre du LIA date de juin 2008 (L. Nicolas). C'est donc la première de ce « niveau » depuis la création officielle du LIA. *Il est prévu de rencontrer les équipes brésiliennes à l'UFSC et l'USP, ainsi que l'Université partenaire au Paraná (Curitiba) dans le cadre du projet CMIRA (Région Rhône-Alpes).*

B.3.4. France vers Brésil, autres personnels

7 étudiants concernés, pour une durée cumulée supérieure à 3 années.

B. Vincent, V. Ardon, L. Rondon, thésards G2ELab

nov. 2009 : 3 semaines USP et UFSC (Région pour ARCUS et LIA)

A. Guibert, thésard G2ELab puis post-doc

- nov. 2009 : 3 semaines USP et UFSC (Région pour ARCUS et LIA)

- 11 mois en post-doc, EP-USP 2010-2011. *Voir Annexe A.*

H. Dogan (Thésard, G2ELab). Inauguration du LIA le 23/11, plus séjour à l'UFSC les jours suivants.

Autres séjours programmés à brève échéance :

B. Bayon (Ampère), séjour post-doc 12 mois prévu à partir d'octobre 2012 à l'UFMG, spécialité automatique.

Ce candidat à un post-doc en spécialité automatique serait co-encadré par G. Scorletti et un automaticien de l'UFMG. Il permettrait de lancer cette thématique au sein du LIA.

Lisa Scanu (ENSE3, Grenoble), stage recherche à l'UFSC (6 mois)

ANNEXE C.2 – Liste détaillée des co-encadrement et participation à des jurys

C.2.1. Thèses co-encadrées ou en co-tutelle transnationale

Mario Alves (thèse soutenue le 27/11/2009)

Avaliação de desempenho de câmaras excitadas via linhas de transmissão aplicáveis à compatibilidade eletromagnética

Thèse en co-encadrement C. Sartori (Directeur, USP), L. Krähenbühl (Ampère)

Moises Ferber de Vieira Lessa :

Méthodologie de prise en compte a priori de la Compatibilité Électromagnétique dans l'optimisation robuste de systèmes d'électronique de puissance.

Inscription en co-tutelle à ECL (Ampère) et UFMG.

Directeurs : L. Krähenbühl (Ampère), J. Vasconcelos (UFMG)

Co-encadrant : J.-L. Coulomb (G2ELab)

Financement en France (3 ans) : ANR E-CEM ; au Brésil (1 an) : LIA (Brésil).

Thèse prévue en 4 ans de 10/2010 à 09/2014, dont les 3 premières années en France.

Claret Sabioni

Spécialité automatique, titre en cours de définition.

Dossier en cours de constitution, ce sera une co-tutelle ECL(Ampère) et UFMG.

Directeurs : G. Scorletti (Ampère), J. Vasconcelos (UFMG)

Thèse prévue en 4 années 2012-2015.

D. Martins

Plateforme de conception d'actionneurs électromagnétiques –

Début 2012, collaboration USP, G2ELab - O. Chadebec (G2ELab), J.-L. Coulomb (G2ELab),

L. Lebensztajn (USP), en collaboration avec Schneider Electric qui finance.

C.2.2. Post-doc juniors

B. Vincent Post-doc 1 année à Ampère (2010)

Capteurs multipolaires pour la CEM rayonnée

Collaboration G2ELab, Ampère, USP. Co-encadrement L. Krähenbühl (Ampère) / C. Sartori (USP) / O. Chadebec (G2ELab)

A. Guibert Post-doc 11 mois à USP (Luiz Lebensztajn, O. Chadebec)

Calcul des sensibilités par modélisation intégrale compressée par les FMM

B. Bayon (Ampère), séjour post-doc 12 mois (en cours de montage) à partir d'octobre 2012 à l'UFMG, spécialité automatique.

Marcio Matias Afonso (CEFET – Belo Horizonte), 6 mois prévus à partir de 09/2012 en Professeur détaché à l'IUT de Grenoble (UJF).

CV officiel (Lattes) : <http://lattes.cnpq.br/2927636393829724>

Le projet de recherche est en cours de mise au point avec le G2ELab.

C.2.3. post-doc seniors

C. Sartori (USP) 03/2010-02/2011 à Ampère (*voir rapport spécifique*)

Thématique générale : CEM.

F. Wurtz (G2ELab/CNRS) 08/2010-07/2011 à UFSC (*voir rapport spécifique*)

Méthodes et outils pour la modélisation, la conception et l'optimisation des dispositifs énergétiques électriques

O. Chadebec [en cours] (G2ELab/CNRS) 08/2012-07/2013 à UFSC (*voir projet*)
Hybridation de méthodes numériques pour la modélisation des champs électromagnétiques basses fréquences.

C.2.4. Participations croisées à des jurys de soutenance

Mario Alves Dos Santos Junior (thèse)

Avaliação de desempenho de câmaras excitadas via linhas de transmissão aplicáveis à compatibilidade eletromagnética

EP-USP, 27/11/2009, São Paulo, Brésil. Thèse dirigée par C. Sartori (EP-USP).

F. Buret (Ampère/ECL) et L. Krähenbühl (Co-encadrant, Ampère/CNRS) dans le jury.

Vincent Ardon (thèse)

Méthodes numériques et outils logiciels pour la prise en compte des effets capacitifs dans la modélisation cem de dispositifs d'électronique de puissance

Univ. de Grenoble, 21 juin 2010. Thèse dirigée par E. Clavel ; co-encadrant O. Chadebec.

Prof. C. Sartori (EP-USP) : Président.

Romain Marion (thèse)

Contribution à la modélisation du magnétisme statique et dynamique pour le génie électrique.

UCBL, 13/12/2010. Directeur L. Krahenbühl (Ampère/CNRS) ; Neslon Sadowski, UFSC, membre du Jury.

Tiago Natan Ardaia Vega (Maestrado)

Projeto de Geradores Sincronos a imãs permanentes para aplicações em sistemas eólicos

UFSC, 20/04/2011. F. Wurtz dans le Jury.

Olivier Chadebec (HDR)

Modélisation électromagnétique basse fréquence, identification de sources équivalentes et métrologie en champs magnétiques faibles

Grenoble INP, 17/10/2011. João Pedro Bastos, UFSC, rapporteur et examinateur.

Sanâa Zangui (thèse)

Détermination et modélisation du couplage en champ proche magnétique entre systèmes complexes

ECL, 14 octobre 2011. Directeur de thèse : C. Voltaire ; Prof. C. Sartori, membre du Jury.

Benoît Delinchant (HDR)

La CAO et l'optimisation de systèmes, une approche par couplages dynamiques de composants

Grenoble INP, 8/12/2011. J.A. Vasconcelos, UFMG, examinateur.

ANNEXE D – Liste détaillée des productions scientifiques 2009-2012

D.1. Publications en revues internationales co-signées avec les partenaires étrangers du LIA

1. Using equivalent emission sources to evaluate the coupling between components

Zangui S., Berger K., Ferber M., Vincent B., Perrussel R., Clavel E., Sartori C., Vollaire C.
IEEE Transactions on Magnetism 48, 2 (2012) 439-442 [hal-00674723]

2. A Finite Element Subproblem Method for Position Change Conductor Systems

Dular P., Krähenbühl L., Sabariego V. R., Ferreira Da Luz Valencia M., Kuo-Peng P., Geuzaine C.
IEEE Transactions on Magnetism 48, 2 (2012) 403-406 [hal-00670409]

3. Evaluation of the Inductive Coupling between Equivalent Emission Sources of Components

Ferber M., Zangui S., Sartori C., Vollaire C., Perrussel R., Krähenbühl L.
International Journal of Antennas and Propagation 2012 (2012) ID 102495, 7 pages [hal-00661599]

4. Caracterização e Otimização de Câmaras Reverberantes para Testes de Compatibilidade Electromagnética

Avila S., Weinzierl D., Alves Dos Santos M., Lebensztajn L., Sartori C., Cardoso J., Krähenbühl L.
Computação Evolucionária em Problemas de Engenharia (2011) 129-146 [hal-00618472]

5. A Load Effect Evaluation of a Transmission Line Exciting Chamber

Alves M., Voyer D., Perrussel R., Weinzierl D., Sartori C., Krähenbühl L., Vollaire C., Cardoso J.
Journal of microwaves, optoelectronics and electromagnetic applications 10, 1 (2011) 42-54 [hal-00577860]

6. Finite Element Magnetic Models via a Coupling of Subproblems of Lower Dimensions

Dular P., Sabariego R., Geuzaine C., Ferreira Da Luz M., Kuo-Peng P., Krähenbühl L.
IEEE Transactions on Magnetism 46, 8 (2010) 2827 - 2830 [hal-00455462]

7. Conductor Position Optimization of a Transmission Line Excitation Chamber

Alves M., Avila S., Sartori C., Weinzierl D., Krähenbühl L., Lebensztajn L., Cardoso J.
IEEE Transactions on Magnetism 46, 8 (2010) 3261 - 3264 [hal-00505732]

8. Analysis of Finite Element formulations for computing electromagnetic fields in the human body

Bernard L., Nicolas L., Krähenbühl L., Burais N., Vasconcelos J.
journal of microwaves, optoelectronics and electromagnetic applications 8, 1 (2009) 56S-63S [hal-00359000]

9. New robust coil sensors for near field characterization

Vincent B., Chadebec O., Schanen J.-L., Sartori C., Krähenbühl L., Perrussel R., Berger K.
journal of microwaves, optoelectronics and electromagnetic applications 8, 1 (2009) 64S-77S [hal-00358999]

10. Perturbation Finite Element Method for Magnetic Model Refinement of Air Gaps and Leakage Fluxes

Dular P., Sabariego R., Ferreira Da Luz M., Kuo-Peng P., Krähenbühl L.
IEEE Transactions on Magnetism 45, 3 (2009) 1400-1403 [hal-00364759]

11. Maximum Working Volume Evaluation in a Non-Canonical Reverberation Chamber

S. Avila, M. Alves Dos Santos, D. Weinzierl, L. Krähenbühl, R. Perrussel, C. Vollaire, C. Sartori, L. Lebensztajn, J. Cardoso
IEEE Transactions on Magnetism 45, 3 (2009) 1646-1649 [hal-00364755]

D.2. Chapitre de livre

Caracterização e Otimização de Câmaras Reverberantes para Testes de Compatibilidade Electromagnética

S. Avila, D. Weinzierl, M. Alves, L. Lebensztajn, C. Sartori, J. Cardoso, L. Krähenbühl
Computação Evolucionária em Problemas de Engenharia (2011) 129-146 [hal-00618472]

D.3. Présentations à des colloques co-signées avec les partenaires étrangers du LIA

1. Appraisal of Surrogate Modeling Techniques for Electromagnetic Device

M. H. Soares Mendes, J. Vasconcelos, G. Soares, J.-L. Coulomb
CEFC'2012, Oita, Japon, nov. 2012.

2. Surrogate Model Determination by Using Genetic Programming

M. H. Soares Mendes, J. Vasconcelos, G. Soares, J.-L. Coulomb
CEFC'2012, Oita, Japon, nov. 2012.

3. Framework for comparing online optimization models

B. Delinchant, F. Wurtz, J. A. Vasconcelos, J.-L. Coulomb
OIPE, Ghent, Belgique, sept. 2012 [hal-00726433]

4. Adaptive unscented transform for uncertainty quantification in EMC large-scale systems

M. Ferber, C. Vollaire, L. Krähenbühl, J.A. Vasconcelos
OIPE, Ghent, Belgique, sept. 2012 [hal-00726428]

5. Uncertainty Analysis of the Conducted Interferences in a DC-DC Converter

M. Ferber, C. Vollaire, L. Krähenbühl, J.A. Vasconcelos
Momag'12, João Pessoa, Brésil, Août 2012 [[hal-00725837].

6. *Optimal design of a set of permanent magnet generators with the same cross-section*
Renato Carlson, Wurtz Frederic
Momag'12, João Pessoa, Brésil, Août 2012.
7. *Otimização de um transformador aplicado ao mercado brasileiro*
Lisandra Kittel Ries, Wurtz Frederic, Patrick Kuo-Peng
Momag'12, João Pessoa, Brésil, Août 2012.
8. *Modelos por redes de relutâncias para otimização de máquinas de corrente contínua sem escovas a ímãs permanentes*
Silvia Schneider, Patrick Kuo-Peng, Hussein Dogan, Wurtz Frederic
Momag'12, João Pessoa, Brésil, Août 2012.
9. *Influência da Variação Paramétrica de um Regulador PI no Controle de Velocidade de uma Máquina de Relutância Chaveada*
Tiago Staudt, André Furlan, Maurício Rigoni, Nelson Jhoe Batistela, Patrick Kuo-Peng, Wurtz Frederic
Momag'12, João Pessoa, Brésil, Août 2012.
10. *Comparison of Surrogate Modeling Approaches on TEAM Workshop Problem 22*
Marcus Mendes, Gustavo Soares, Jean-Louis Coulomb, João Antônio de Vasconcelos
Momag'12, João Pessoa, Brésil, Août 2012.
11. *Conducted Interferences of Power Converters with Parametric Uncertainties in the Frequency Domain*
Ferber M., Vollaire C., Krähenbühl L., Coulomb J.-L., Vasconcelos J. Antonio
APEMC, Singapour (2012) [hal-00710568]
12. *Conducted EMC Prediction for a Power Converter with SiC Components*
Rondon E., Morel F., Vollaire C., Ferber M., Schanen J.-L.
APEMC, Singapour (2012)) [hal-00710563]
13. *Subproblem Finite Element Method for Magnetic Model Refinements*
Dular P., Ferreira Da Luz Valencia M., Kuo-Peng P., Sabariego V. R., Krähenbühl L., Geuzaine C.
Proc. of the XV International Symposium on Electromagnetic Fields in Machatronics, Electrical and Electronic Engineering - ISEF, Portugal (2011) [hal-00626871]
14. *Subproblem method with dual finite element formulations for accurate thin shell models*
Dang Quoc V., Dular P., Sabariego V. R., Ferreira Da Luz Valencia M., Kuo-Peng P., Krähenbühl L., Geuzaine C.
Proc. of the XV International Symposium on Electromagnetic Fields in Machatronics, Electrical and Electronic Engineering - ISEF, Portugal (2011) [hal-00626867]
15. *Design Optimization of a Round-Rotor Synchronous Generator for Enhancing Short-Circuit Ratio (SCR)*
Kuo-Peng P., De Carvalho E.S., Wurtz F.
COMPUMAG 2011, Australie (2011) [hal-00611099]
16. *The Imaginary Pareto Front: a helpful Tool for setting Optimisation Problem for Design of Electromagnetic Devices*
Wurtz F., Kuo-Peng P., De Carvalho E.S.
COMPUMAG 2011, Australie (2011) [hal-00611093]
17. *Stochastic optimization of electrostatic devices thanks to an hybrid BEM/FMM method*
Guibert A., Lebensztajn L., Chadebec O., Coulomb J.-L.
COMPUMAG 2011, Australie (2011) [hal-00610920]
18. *Using Equivalent Emission Sources to Evaluate the Coupling between Components*
Zangui S., Berger K., Perrussel R., Clavel E., Sartori Antonio França C., Vollaire C.
COMPUMAG 2011, Australie (2011) [hal-00605918]
19. *Calibration methods for a large loop antenna measurement system*
Sartori C., Zangui S., Ferber De Vieira Lessa M., Vincent B., Perrussel R., Vollaire C., Krähenbühl L.
COMPUMAG 2011, Australie (2011) [hal-00576833]
20. *Refinement of Non-Linear Magnetic Models via a Finite Element Subproblem Method*
Dular P., Krähenbühl L., Sabariego R., Ferreira Da Luz M., Kuo-Peng P., Geuzaine C.
COMPUMAG 2011, Australie (2011) [hal-00553044]
21. *A Finite Element Subproblem Method for Position Change Conductor Systems*
Dular P., Krähenbühl L., Sabariego R., Ferreira Da Luz M., Kuo-Peng P., Geuzaine C.
COMPUMAG 2011, Australie (2011) [hal-00553048]
22. *Modélisation et mesure des couplages en champ proche des composants de filtre CEM*
Zangui S., Vincent B., Perrussel R., Berger K., Clavel E., Vollaire C., Sartori C.
2EMC, France (2010) [hal-00538503]
23. *A Load Effect Evaluation of a Transmission Line Exciting Chamber*
Alves M., Sartori C., Cardoso J., Voyer D., Krähenbühl L., Perrussel R., Vollaire C., Weinzierl D.
Momag'10, Brésil (2010) [hal-00502228]
24. *Evaluation of coupling parameters of EMC filter components by using equivalent emission sources*
Zangui S., Berger K., Vincent B., Perrussel R., Clavel E., Vollaire C., Sartori C., Krähenbühl L.
Momag'10, Brésil (2010) [hal-00502220]

25. Finite Element Magnetic Models via a Coupling of Subproblems of Lower Dimensions

Dular P., Sabariego R., Geuzaine C., Ferreira Da Luz M., Kuo-Peng P., Krähenbühl L.
COMPUMAG 2009, Brésil (2009) [hal-00412243]

26. Investigation of Electronic Stirring Chamber Phase-shifting Excitation and Load Effect

Alves M., Voyer D., Sartori C., Weinzierl D., Perrussel R., Vollaire C., Krähenbühl L., Cardoso J.
COMPUMAG 2009, Brésil (2009) [hal-00412232]

27. Conductor Positions Optimization of a Transmission Line Excitation Chamber

Alves M., Avila S., Sartori C., Weinzierl D., Krähenbühl L., Lebensztajn L., Cardoso J.
COMPUMAG 2009, Brésil (2009) [hal-00412238]

ANNEXE 1 – Travail post-doctoral d’Arnaud GUIBERT (Mai 2010 - Mars 2011)

Contexte

Ce post-doctorat a été effectué par **Arnaud Guibert** à l’Université de São Paulo (USP - Brésil) au sein du laboratoire LMAG. Ce travail est le fruit d’une collaboration entre le LMAG et le G2ELab. A. Guibert a soutenu sa thèse en octobre 2009 au G2ELab à Grenoble. A l’issue de cette thèse, il a manifesté la volonté de faire une mobilité au Brésil pendant dix mois. Un projet scientifique porté par le LMAG et le G2ELab a été déposé dans le cadre d’une demande de bourse de post-doctorat ERASMUS MUNDUS. Ce projet a été favorablement évalué et A. Guibert a rejoint le LMAG en mai 2010. Il faut noter que le contexte du LIA a certainement favorisé l’obtention de cette bourse.

Chercheurs participants :

Arnaud Guibert (USP/LMAG – post-doctorant)

Luiz Lebensztajn (USP/LMAG – PR)

Olivier Chadebec (CNRS/G2ELab – CR)

Jean-Louis Coulomb (Grenoble INP/G2ELab – PR)

Objectifs :

Ce projet traite de l’optimisation de dispositifs électrostatiques modélisés via des méthodes intégrales. Ce type de méthodes est basé sur le calcul d’interactions à distances et est bien connu pour ne pas nécessiter le maillage de la région air ce qui peut se révéler être un avantage important pour le calcul de capacités par exemple. En effet, seuls les conducteurs où les diélectriques sont maillés surfaciquement ce qui limite fortement le nombre de degrés de liberté du problème par rapport aux éléments finis où tout le volume, y compris l’air, doit être discrétisé.

Le principale inconvénient de ce type de méthode est l’obtention de matrice pleine ce qui la rend explosive en terme de mémoire et de temps de calcul. Pour répondre à ce problème majeur, une technique de compression matricielle appelée *Fast Multipole Method* (FMM) est traditionnellement utilisée. Il est maintenant possible de traiter des problèmes de complexité industrielle avec les méthodes intégrales (Figure 1). Une version de cet algorithme a été développée au G2ELab.

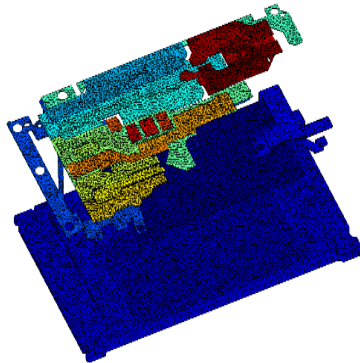


Fig.1. Modélisation des effets capacitifs d’un variateur de vitesse par méthode intégrale compressée FMM (50.000 degrés de liberté).

L’optimisation d’un système pour répondre à un cahier des charges est une problématique très courante dans l’industrie. C’est un des principaux thèmes de recherche du LMAG. Les méthodes d’optimisation déterministes sont basées sur des algorithmes de descente de gradients. Ils nécessitent de calculer les sensibilités (ou dérivées) d’un modèle par rapport à ses paramètres géométriques. La problématique de la dérivation formelle de formulations intégrales (en particulier dédiées à la modélisation électrostatique) est déjà largement connue. L’originalité de ces travaux a été ici que la méthode intégrale était compressée avec une méthode FMM ce qui complexifie nettement la démarche.

Démarche et résultats

La première partie du travail a consisté au développement d'une méthode de modélisation rapide de calcul de la capacité d'un système électrostatique. Le principe des FMM est de diviser le calcul du potentiel en un point par un calcul en interactions totales des éléments proches et un calcul condensé des interactions lointaines par des multipôles. La première étape de ce processus est donc de définir les interactions proches et lointaines. Cette étape est réalisée au moyen d'une octree qui répartit le maillage initial dans une hiérarchie de cubes de différentes tailles jusqu'à un niveau choisi. À partir de cette arborescence, des listes de répartitions de ces cubes sont réalisées par points de calcul en fonction de leurs éloignements (Fig.2.).

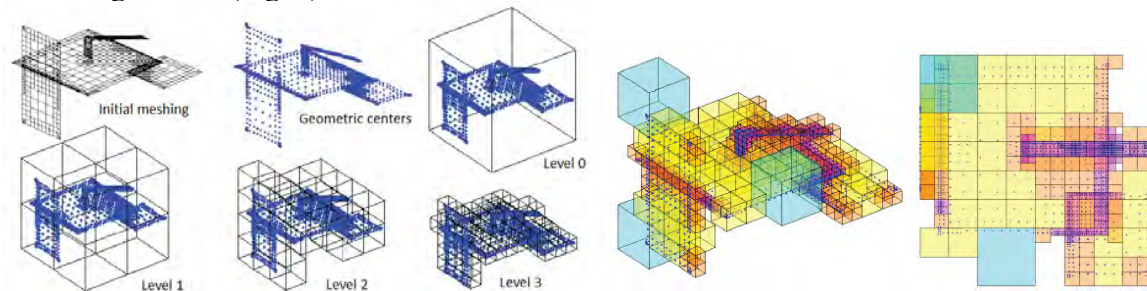


Fig.2. : Principe de construction de l'Octree Multi Niveaux Constant (gauche) et de l'Octree Multi Niveaux Adaptatif (droite)

Les décompositions des potentiels ou des champs sont alors calculées à partir d'expressions basées sur des polynômes de Legendre (elles sont appelées Multipôles et Locals). Ces expressions sont ensuite traduites et sommées suivant les différents niveaux de l'octree.

Pour le calcul d'une capacité, il est nécessaire de déterminer les charges \mathbf{Q} d'un système de conducteurs placés à différents potentiels \mathbf{V} . Il s'agit donc de résoudre un système du type :

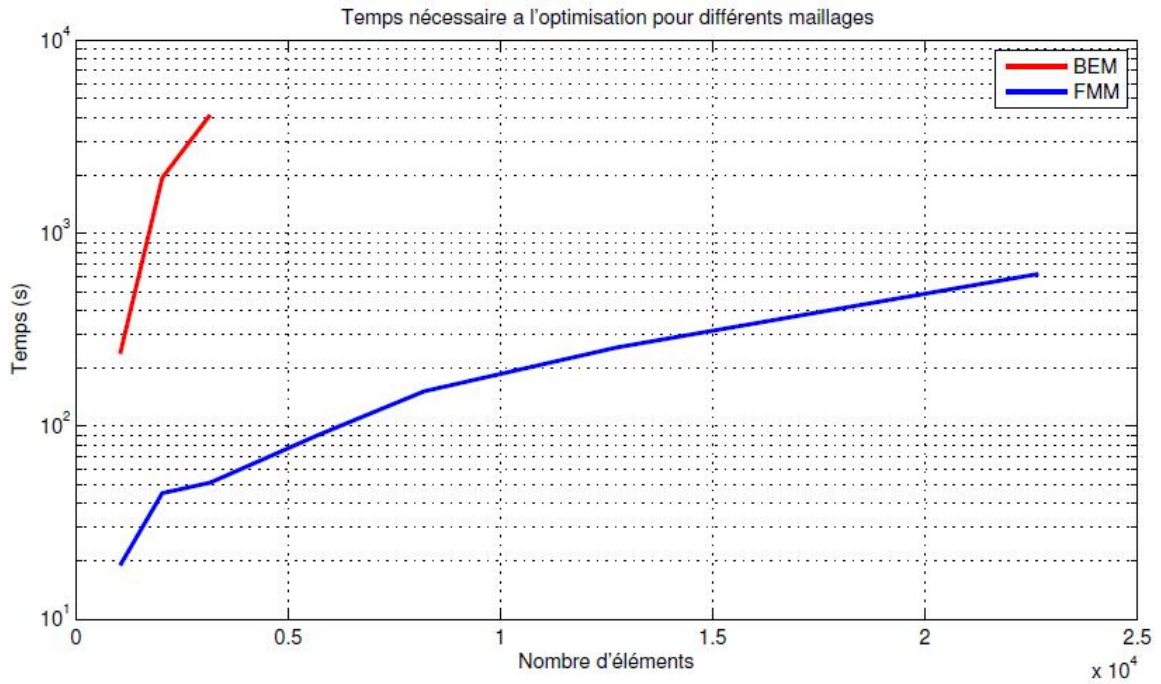
$$\mathbf{A} \cdot \mathbf{Q} = \mathbf{V}$$

Avec une méthode intégrale classique la matrice \mathbf{A} est connue et explicite. Dans une approche du type FMM, \mathbf{A} est une suite d'opérations complexes suivant la méthodologie définie ci-dessus. Un solveur itératif du type GMRES doit ainsi être utilisé, la solution est alors trouvée en quelques itérations. Le calcul d'un objectif \mathbf{F} (une capacité parasite par exemple) se fait par à partir de la distribution \mathbf{Q} obtenue après résolution.

Il convient alors de dériver cet objectif \mathbf{F} par rapport aux paramètres \mathbf{p} du système. Classiquement, cette opération passe par l'évaluation d'un état adjoint ce qui permet de limiter les calculs. C'est cette stratégie qui a été mise en œuvre dans ce travail. Il reste toutefois une difficulté résidant dans le calcul du terme $(\partial \mathbf{A} / \partial \mathbf{p})$.

La difficulté est ici que la matrice \mathbf{A} n'est pas connue explicitement. À ce jour et à notre connaissance, aucune publication ne propose de solution à cette difficulté. L'originalité de nos travaux a alors été d'obtenir une approximation de cette dérivée en utilisant une méthode différences finies. Deux problèmes avec des maillages et des octrees légèrement différents sont résolus et la dérivée est évaluée numériquement par différence.

Nous présentons ici une comparaison des temps de calcul pour une descente de gradients afin de minimiser la valeur d'une capacité. La méthode classique (non compressée) et la méthode compressée (FMM) sont comparées. La méthode utilisée permet donc de réaliser une optimisation non seulement beaucoup plus rapide mais tolérant un nombre important d'éléments de maillage. Ces résultats encore très amont permettent d'envisager l'utilisation d'algorithmes d'optimisation déterministes associés à des méthodes intégrales pour la conception de dispositifs de complexité industrielle.



Temps de calcul en fonction du nombre d'éléments de maillage pour une descente de gradient. L'optimisation converge pour tous les cas en 7 itérations et les résultats sont les mêmes. La méthode compressée FMM permet de gagner un ordre de grandeur en temps de calcul. De plus elle permet de traiter des problèmes avec un nombre important de mailles (ici 25.000) ce qui est impossible avec la méthode standard et un PC usuel (2Go de Ram – limitation à 5.000 mailles).

ANNEXE 2 – bilan du séjour post-doc « sénior » de C. Sartori (1 année)

Monsieur **Carlos Antonio França Sartori**, Professeur à l'EP-USP (Brésil)

a effectué un séjour postdoctoral « sénior » au laboratoire Ampère – site de l'École Centrale de Lyon (France), financé par le projet de Coopération Capes/Cofecub 568/09. Ce séjour de situe dans le cadre des relations scientifiques étroites qui existent entre le Laboratoire Ampère, le LMAG de l'EP-USP et le Laboratoire G2ELab, concrétisées notamment par le Laboratoire International Associé franco-brésilien James Clerk Maxwell (LIA817).

Pendant la période de 1^{er} mars 2010 au 25 février de 2011, M. Sartori a poursuivi et développé le projet de recherche sur la modélisation des phénomènes rayonnés (Compatibilité Électromagnétique). Il s'est pour cela intégré au groupe « modélisation multiéchelle pour la conception » du Laboratoire, et plus particulièrement à l'activité « Compatibilité Électromagnétique » à laquelle il a apporté sa longue expérience.

Il a activement collaboré avec le Prof. C. Voltaire, avec R. Perrussel et L. Krähenbühl (CNRS), avec B. Vincent (Post-doc « Junior » en 2010), et il s'est fortement investi dans le co-encadrement de la thèse de S. Zanghi et récemment dans celui de la thèse de M. Ferber de Vieira Lessa (co-tutelle École Centrale – UFMG) commencée en octobre 2010.

Conformément au sujet central du projet Capes/Cofecub, il a ainsi participé aux travaux sur la construction de modèles équivalents simplifiés de dispositifs complexes, réutilisables dans des simulations globales (dans lesquelles l'objet complexe concerné est l'un des nombreux éléments à prendre en compte).

La représentation simplifiée est fondée sur un développement multipolaire.

La réflexion commune sur la théorie de ces développements, commencée en 2008 (et présentée pour la première fois à Momag'08, Florianópolis, présentation dont C. Sartori est co-auteur), avait permis d'envisager une grande simplification du système d'antennes proposé à l'origine par B. Vincent au G2ELab.

Durant le séjour de M. Sartori, la théorie de la construction de ce développement multipolaire à partir de mesures données par des antennes-boucle a pu être approfondie, en lien avec la conception et la mise en œuvre expérimentale du système d'antennes-boucle amélioré, l'amélioration des techniques de mesure associées, et de leur traitement.

Ainsi, nous pouvons souligner les activités suivantes réalisées par M. Sartori dans cette période, en interaction quotidienne avec Benjamin Vincent (jusqu'en octobre 2010) et Sanãa Zangui :

- développement et adaptation des antennes (antennes-boucle et mesures ponctuelles), liées à la détermination des coefficients des multipoles équivalents, en particulier les antennes-boucle permettant le « filtrage spatial » direct des composantes du développement ;
- étude des techniques de mesure, calibration et synchronisation des mesures temporelles ;
- étude concernant la modélisation théorique du mode rayonné, la représentation multipolaire de composants électroniques complexes (en particulier un filtre de Compatibilité Électromagnétique), et ses couplages en champ proche avec d'autres composants.

M. Sartori a également participé et effectivement contribué à d'autres activités, comme des réunions de projets avec les partenaires du Laboratoire Ampère, un jury de thèse, le suivi de projets d'étudiants de l'École Centrale de Lyon, l'orientation de doctorats et post-doctorats sur la CEM, des journées, rencontres, et congrès :

- Projet LIA817 (Laboratoire International Associé) James Clerk Maxwell CNRS/CNPq avec la participation de l'ECL, l'UCBL, l'INSA, Grenoble INP, l'UJF, l'EP-USP, l'UFSC et l'UFMG
- Laboratoire de Génie Électrique de Paris (Prof. Leonel Pichon) : Techniques inverses pour la

- détermination de sources équivalentes et détection de défauts ;
- École Normal Supérieure de Cachan (Paris, Prof. Costa), ESIGELEC (Rouen, D. Baudry, B. Mazari), G2ELab (Grenoble, O. Chadebec, J.-L. Coulomb) : Modèles de dispositifs appliqués à l'électronique embarquée, techniques de mesures en champ proche, évaluation de la propagation des incertitudes dans les modèles de CEM ;
 - Présidence d'un Jury de Thèse à l'Université de Grenoble – Institut National Polytechnique ;
 - Rencontre entre l'Université de Lyon et les Recteurs d'Universités Brésiliennes, à Lyon en mai 2010 ;
 - Workshop de Compatibilité électromagnétique à ESIGELEC / INSA – Rouen
 - Présentation invitée aux doctoriales de Bretagne, Saint Briec.

M. Sartori a ainsi largement atteint les objectifs spécifiques de son séjour post doctoral, dans tous ses aspects (théoriques, expérimentaux, encadrements de jeunes chercheurs, publications) ; plus généralement, il a contribué de manière forte à l'ensemble des collaborations en cours depuis plus de 4 années entre nos deux équipes ; et, au delà de ces simples collaborations bilatérales, il a contribué aux collaborations multilatérales engagées dans le cadre du LIA Maxwell, spécialement avec le G2ELab en France et l'UFMG au Brésil, et au développement de nouveaux contacts prometteurs par exemple avec l'Unicamp (Prof. S. Mühlen).

Enfin, ces collaborations franco-brésiliennes se sont traduites pendant cette période et plus tard par plusieurs publications en revues (4 publiées) et 5 présentations en Conférences (voir la liste générale donnée par ailleurs ou sur <http://hal.archives-ouvertes.fr/aut/carlos+sartori>).

ANNEXE 3 – Rapport d'activité suite au séjour en délégation de F. Wurtz à l'UFSC

Mise à disposition (1 année 2010-2011) au GRUCAD - UFSC
LIA – Maxwell

Thème de la mise à disposition : « Méthodes et outils pour la modélisation, la conception et l'optimisation des dispositifs énergétiques électriques »

Période : 01/08/10 – 31/07/11

Contexte et intérêt de la mise a disposition

Le programme de recherche, initié en 1998 par F. Wurtz au CNRS porte sur la modélisation, la conception et l'optimisation en génie électrique. Il a permis le développement de méthodes, d'outils et de logiciels dans le cadre de cette activité (les outils d'optimisation CADES et Reluctool à présent valorisés dans la start-up Vesta-System(<http://vesta-system.cades-solutions.com/>), la plate-forme DIMOCODE, ...). Ce programme s'est essentiellement développé dans un contexte national, en collaborant largement avec les équipes du G2ELAB, des laboratoires nationaux du génie électrique (Ampere, LEEI, LGEP, Laplace, FEMTO...) et même des laboratoires nationaux dans d'autres communautés (génie mécanique, ingénierie de la connaissance, système d'informations, ...).

Il était sans doute nécessaire de donner à présent à ce travail une dimension internationale.

Dans ce but un séjour de longue durée à l'Université Fédérale de Santa Catarina (UFSC), dans l'équipe de « Conception et d'Analyse des Dispositifs Electromagnétiques » (GRUCAD), actuellement dirigée par le professeur Patrick Kuo – Peng paraissait particulièrement pertinent.

Cette équipe travaille d'une part sur des thématiques très proches à savoir la modélisation, la conception et l'optimisation des dispositifs électromagnétiques.

Ce séjour était aussi ainsi l'occasion de consolider la dynamique du LIA MAXWELL afin de renforcer les liens, avec ce laboratoire en particulier, et de créer des ramifications avec d'autres entités Brésiliennes. Rappelons que ce LIA regroupe 2 laboratoires français (G2ELAB et Ampères) et 3 universités Brésiliennes (Santa Catarina, Bel Horizonte et São Paulo) sur les thématiques de la modélisation et de la conception en électromagnétisme.

Les objectifs

Le programme de recherche vise à travailler autour des thèmes de la modélisation, de la conception et l'optimisation en génie électrique, concernant plus particulièrement les dispositifs électromagnétiques consommant, ou participant au transfert et à la conversion d'énergie électrique.

Le travail scientifique réalisé au cours du séjour

L'objectif du séjour aura été en particulier d'initier des recherches communes sur des thématiques inspirées des travaux de recherches de F. Wurtz, et ceci principalement sur deux thématiques scientifiques :

Thématique 1 - La modélisation pour l'optimisation et la conception :

- **1-a° Modèles analytiques et semi-analytiques :** dans ce sous thème on a abordé les méthodes d'aide à la création de modèles semi-analytiques pour le dimensionnement et l'optimisation (en utilisant typiquement le formalisme à base de réseaux de réductances)
- **1-b° Capitalisation des modèles & savoir-faire :** La création de bibliothèques de modèles de dimensionnement et d'optimisation de dispositifs électromagnétiques (moteurs synchrones à aimants, alternateurs d'éoliennes à aimants, à réductance variable, transformateurs, ...). Les résultats de ces travaux sont en particulier capitalisés dans la plate-forme DIMOCODE par l'intermédiaire par l'intermédiaire d'espaces de travail collaboratifs privés impliquant les chercheurs concernés ainsi que dans les logiciels CADES et Reluctool.

Thématique 2 - Les méthodologies de conception des machines et dispositifs électromagnétiques utilisant la théorie de l'optimisation.

On a ici travaillé sur la compréhension et la modélisation des processus de conception à mettre

en œuvre par un concepteur utilisant des modèles physiques (issus de la thématique 1) et des algorithmes d'optimisation. Ceci a abouti à travailler sur 3 sous thèmes scientifiques

2-a) La formulation des problèmes avec en particulier des développements théoriques et des méthodes pour :

- identifier si un problème est bien posé
- poser des problèmes d'optimisation de gamme (dimensionnement simultanément de plusieurs machines ayant des éléments structurels communs : même forme de stator, même aimants, ...)

2-b) Résolution des problèmes : définition de méthodes d'optimisation et de processus pour résoudre un problème de conception en enchaînant différents types d'algorithmes.

2-c) Analyse des solutions : définition de méthodes permettant d'analyser les résultats d'optimisation obtenus.

Les applications traitées au cours du séjour :

Les thèmes de recherche précédents ont été développés en travaillant sur des applications dans le domaine de la conception des dispositifs électriques et électromagnétiques.

Ces applications sont :

1/ Le dimensionnement et optimisation d'alternateurs à aimants pour Eolienne – Collaboration Prof. R. Carlson (GRUCAD, SC – UTFP, Parana)

- Maestrado Tiago Natan Ardaia Veiga encadré par R. Carlson (GRUCAD - UTFP) et N. Sadowski (GRUCAD), avec participation de F. Wurtz
- Modélisation et optimisation de gammes de générateur Eolienne avec 1 industriel Brésilien du Parana (ZM Bombas)

2/ Le dimensionnement d'alternateur pour centrale co-génératrice alimentée par Bagasse

- Maestrado de Elissa Soares de Carvalho - Encadrement P. Kuo Peng (GRUCAD) participation F. Wurtz en lien avec WEG (fabricant de moteurs Brésilien)

3/ Le dimensionnement optimal de transformateur pour le marche Brésilien

- Maestrado Lissandra Ries encadre par P. Kuo Peng (GRUCAD) & F. Wurtz
- Stage Etudiant Silvia Leticia Bruschi – Schneider au GRUCAD pour 3 mois

4/ Le dimensionnement de transformateurs tournants pour moteurs asynchrones de moyenne et forte puissance:

- Maestrado de Maurício Ruviano encadre par N. Sadowski (GRUCAD) participation F. Wurtz (Création application de dimensionnement) en lien avec WEG (fabricant de moteurs Brésilien)

On notera que d'autres actions de recherches ont été initiées et qui déboucheront peut-être sur des actions concrètes dans le mois à venir : optimisation d'alimentations de Machines Asynchrones avec le professeur Jhoey Nelson Batistela, l'optimisation de machines tournantes pour compresseurs avec le professeur Jean Leite, ...



Figure A1 – Aperçu de certaines des applications traitées

Les actions de recherche poursuivis et initiées depuis le retour en France

Ce séjour à permis de créer une dynamique de recherche active et dont le dynamisme se manifeste par le fait que :

- des encadrement à distance initiés au Brésil se sont poursuivis :
 - L'encadrement du Maestrado de Lissandra Ries travaillant co-encadrement F. Wurtz & Pr P. Kuo-Peng sur sur « **le dimensionnement optimal de transformateur pour le marche Brésilien** » – Soutenance prévue pour novembre 2012
 - L'encadrement du Stage de Fin d'Etude de Silvia Leticia Schneider, co-encadrement F. Wurtz & Pr P. Kuo-Peng sur « **Le dimensionnement et l'optimisation de machine a aimants pour motorisation de ventilation et de climatiseurs** » - Soutenance a eu lieu en juin 2012
- de nouvelles actions de co-encadrement ont été lancées :
 - Stage de Fabricio Saggin sur 3 mois au G2ELAB, co-encadrement F. Wurtz & Pr P. Kuo-Peng, sur « **la modélisation des machines électromagnétiques par éléments de Rotors** » – de juin à septembre 2012
 - Thèse en co-tutelle T. Staudt, co-encadrement F. Wurtz avec Pr P. Kuo-Peng et Pr J.N. Battistela sur « **Modélisation et optimisation de machines reluctances pour la génération d'énergie éolienne** », soutenance prévue en février 2015 avec un séjour de 1 an prévu au G2ELAB
 - Stage de 6 mois de Lisa Scanu au GRUCAD, co-encadrement F. Wurtz & Pr P. Kuo-Peng, « **Modèles, méthodes et bibliothèques de modèles pour le dimensionnement et l'optimisation d'Eoliennes** » qui se déroulera de octobre 2012 à février 2012.

On indiquera aussi que cette expérience de mise à disposition réussie aura permis d'aider à préparer la mise à disposition d'O. Chadebec, collègue de l'équipe MAGE, parti pour une mise à disposition du même type au GRUCAD à partir du 1^{er} août 2012.

Nouvel accord de collaboration mis en place grâce au séjour au Brésil

Lors de ce séjour au Brésil une collaboration constituant une extension possible du LIA MAXWELL à été mise en place grâce à F. Wurtz, R. Carlson (GRUCAD et Université Technologique Fédérale du Paraná et Laurent Krähenbühl (Directeur du LIA côté français). Cet accord a été mis en place grâce au programme CMIRA de la Région Rhône-Alpes.

- **L'objet**
Titre: Méthodes, modèles et outils pour la conception, l'optimisation, la modélisation et le contrôle commande d'Éoliennes de petites et moyennes puissances (<100 kW)
- **Les partenaires**
Institut Polytechnique de Grenoble & Universidade Tecnológica Federal Do Parana & Ecole Centrale de Lyon
- **Les moyens**
 - Un premier programme d'échanges finances par le CMIRA – Rhône-Alpes Parana – 20 k€
 - Échanges d'enseignant chercheurs Rhône-Alpins et du Parana
- **Objectif:**
 - Pérenniser programme d'échange de master, doctorants, post-doctorants et de chercheurs
 - Pérenniser les échanges dans la plate-forme dimocode (www.dimocode.fr)
 - Dans la continuité du LIA
 - Faire le lien avec des acteurs socio-économiques
 - Industriels de l'éolien; ZM-BOMBAS (Parana), Verteole en Rhône-Alpes
 - Editeurs logiciels: Vesta-System, Knowings en Rhône-Alpes
- **Le calendrier**
2011-2012 :
 - visite croisée d'enseignants-chercheurs: affinage du programme scientifique
 - Montage de dossiers pour recrutements - échanges

Contraintes assurés au cours du séjour

Au cours du séjour au GRUCAD les activités de F. Wurtz ont nécessairement comporté une part de suivi des actions à distance dans lesquelles F. Wurtz était impliqué à Grenoble en tant que chercheur et responsable d'équipe.

Un déplacement de cette durée ne peut pas s'imaginer sans assurer cette continuité.

Ceci a notamment impliqué un suivi à distance du travail des doctorants suivants :

H. Dogan, A. Dargahi, G. Warkozeck, H. Chenailier, S. Gaaloul, N. Ding

et aussi un suivi à distance de la gestion de l'équipe, assurée en local par le Prof. Jean-Louis Coulomb.

Conclusion

Le séjour réalise à permis :

- de déployer des thèmes de recherches et des applications en cohérence avec le programme de recherche de F. Wurtz et les centres d'intérêts de nos partenaires Brésiliens
- tout en appuyant la dynamique du LIA Maxwell

On notera que :

- des contacts ont été initiés avec les industriels Brésiliens (Weg, ZH Bombas, ...)
- une collaboration a été initiée avec une nouvelle Université au Paraná, un État du Brésil avec lequel nous n'avions pas encore de contact, alors même qu'il s'agit du partenaire privilégié par la Région Rhône-Alpes (Région à laquelle appartiennent les 2 laboratoires français du LIA).

ANNEXE 4 : Projet de séjour en délégation de O. Chadebec à l'UFSC

Mise à disposition (1 année 2012-2013) au GRUCAD - UFSC

LIA – Maxwell

Thème de la mise à disposition : « Hybridation de méthodes numériques pour la modélisation des champs électromagnétiques basses fréquences. »

Période : 01/08/12 – 31/07/13

Tous les systèmes industriels modernes reposent sur l'utilisation de l'énergie électrique et plus particulièrement sur sa conversion. Cette conversion est le plus souvent réalisée par l'intermédiaire de champs électromagnétiques, grandeurs permettant le couplage entre les phénomènes électriques/électriques ou électriques/mécaniques. La conception de ces systèmes de conversion est aujourd'hui de plus en plus contrainte. En effet, il est nécessaire de développer des structures possédant une efficacité énergétique accrue (minimisation des pertes, maximisation des performances,...), une fiabilité toujours meilleure (réduction des sollicitations internes, problème de compatibilité électromagnétique,...) ou même parfois un impact environnemental réduit (champs électromagnétiques rayonnés).

Pour répondre à ces exigences, il est de plus en plus nécessaire de tester un grand nombre de prototypes virtuels (modèles de simulation). Il faut ainsi mettre en oeuvre des méthodes et des outils de modélisation fiables et rapides pour la simulation mais aussi pour l'optimisation.

Le prototypage virtuel n'est évidemment pas nouveau. Ces trente dernières années, de nombreux travaux se sont intéressés à la modélisation des composants du génie électrique. Ils ont donné naissance à des logiciels performants et maintenant largement utilisés par le monde industriel (citons par exemple la suite logicielle Flux co-développée par le G2ELab et la société Cedrat et commercialisée par cette dernière [1]). On constate toutefois qu'une majorité de travaux s'est focalisée sur la modélisation des composants eux-mêmes, leur lien avec les systèmes les intégrant étant encore souvent modélisé imparfaitement.

Il est maintenant de plus en plus nécessaire de traiter les systèmes électriques industriels dans leur globalité, à savoir en modélisant les convertisseurs électromécaniques, les convertisseurs statiques d'électronique de puissance, les câblages électriques et toutes structures susceptibles d'influencer les distributions de champ (blindages, carrosseries, carlingues, masses magnétiques perturbatrices,...). Nous devons donc maintenant nous orienter vers une modélisation « système » fine.

A titre d'exemple, un enjeu actuel très important est la Compatibilité ElectroMagnétique (CEM.) qui demeure plus que jamais une contrainte très forte dans la conception des dispositifs électriques. En effet, la multiplication des composants électriques dans les systèmes industriels est aujourd'hui une réalité. Ce phénomène est particulièrement important dans le domaine des transports (voiture électrique, navire tout électrique, avion plus électrique, etc...) et les perturbations engendrées deviennent un réel enjeu en terme de fiabilité et de sécurité. Il convient donc de prendre en compte ces perturbations dès la conception.

Les méthodes numériques pour la modélisation des champs électromagnétiques basses fréquences

Les **méthodes du type « circuits équivalents »** ont déjà montré leur pertinence pour les modélisations du type « système ». Il s'agit à partir de la connaissance des matériaux et des géométries de synthétiser des schémas à constantes localisées du type R,L et C représentatifs du dispositif. A l'aide d'un couplage avec un solveur circuit (ou 0D), il est possible d'accéder à une modélisation système souvent performante. Un exemple de ce type d'approche est la méthode des schémas reluctants largement utilisée dans le monde industriel [2]. Néanmoins, ces méthodes sont souvent limitées en terme de précision, les géométries les décrivant ou la physique les gouvernant n'étant qu'imparfaitement prises en compte.

La **méthode des éléments finis** est historiquement la méthode phare pour la modélisation des composants électromagnétiques basses fréquences. De part sa généralité, elle permet une modélisation fine et précise des dispositifs du génie électrique (géométrie 3D, matériaux magnétiques non linéaires, courants de Foucault, etc.). Elle est connue pour être très performante pour la modélisation des machines électriques et des actionneurs électromagnétiques. Pourtant, cette méthode nécessite un maillage de la globalité du domaine d'étude (matériaux actifs et air) ce qui peut conduire rapidement à des modèles numériques très lourds lorsqu'il s'agit de prendre en compte des interactions électromagnétiques à distance. En pratique, la méthode des éléments finis est inadaptée lorsqu'il s'agit de traiter des systèmes de distribution d'énergie électrique dans leur globalité.

Les **méthodes intégrales** contrairement à la méthode éléments finis sont des méthodes dites d'interactions à distance. Leur principal intérêt est l'absence du maillage de la région air, ce qui les rend particulièrement légères pour la modélisation des systèmes électromagnétiques dans lesquels l'air occupe une place importante. Elles

peuvent ainsi être très compétitives vis-à-vis de la méthode éléments finis pour le calcul des interactions à distance (forces entre aimants, forces entre conducteurs ou forces entre aimants et conducteurs) mais aussi pour la détermination des champs de fuite.

Leur principal inconvénient réside dans l'obtention de matrices pleines, ce qui les rend explosives en terme de temps d'intégration et de taille mémoire. En effet, si n est le nombre de degrés de liberté, l'espace nécessaire au stockage de la matrice augmente en n^2 et le nombre d'opération pour résoudre le système linéaire avec un solveur direct en n^3 . Si les méthodes intégrales ont longtemps été des concurrentes directs des éléments finis, leur popularité a connu un certain essoufflement dans le milieu des années 90, tout du moins dans le domaine de la modélisation électromagnétique « bassefréquence ». En effet, les éléments finis qui conduisent à des matrices creuses (dont la taille mémoire augmente en $n \log(n)$) se sont montrés beaucoup plus performants pour la modélisation de problème de complexité industrielle.

La méthode multipolaire rapide (FMM ou Fast Multipole Method en anglais) est une technique qui a été développée dans le but d'accélérer le calcul des interactions à distance tout en sauvant significativement de la mémoire. Cette méthode est basée sur des décompositions multipolaires des champs et une partition de l'espace en octree permettant de maîtriser les erreurs issues de ces décompositions [3]. Elle doit être couplée à un solveur itératif (GMRES, ICCG, etc.). D'autres méthodes encore plus récentes (compression par ondelettes [4], Adaptive Cross Approximation [5]) contribuent aujourd'hui au renouveau certain de ces méthodes dans notre communauté.

Trois grandes familles de méthodes se dégagent donc et sont maintenant largement utilisées suivant les besoins en terme de modélisation. A titre d'exemple, la méthode des éléments finis est particulièrement bien adaptée à la modélisation des machines électriques. La méthode du type intégrale PEEC (Partial Equivalent Element Circuit) est très performante pour la modélisation fine des câblages [6]. Des approches circuits équivalents sont tout à fait pertinentes lorsque des modélisations plus « système » sont visées.

L'hybridation des méthodes numériques

Il est maintenant admis dans notre communauté qu'aucune méthode n'est universelle et que chacune d'entre elles possède ses intérêts propres. Les outils de modélisation du futur devront donc permettre les couplages qui devront être faciles et rapides à mettre en oeuvre. Certains couplages développés dans notre équipe ont déjà montré leur pertinence. Il est possible de mettre en oeuvre des couplages multi-méthodes, l'idée étant de résoudre les mêmes équations avec des méthodes différentes pour s'adapter aux difficultés de modélisation. A titre d'exemple, un problème peut être décomposé en domaines physiques (et géométriques) distincts sur lesquels sont projetés des méthodes numériques différentes. Il peut être aussi multi-niveaux. L'idée est ici de traiter des équations de natures différentes associées à des niveaux de modélisations également différents, dans l'objectif d'atteindre souvent une modélisation « système ». Il est alors nécessaire de mettre en oeuvre des techniques de réduction de modèle.

Les couplages de méthodes et de niveaux sont donc une réalité dans notre communauté [7], [8]. Il faut pourtant noter que ces couplages sont pour l'instant développés au cas par cas ce qui pose souvent des difficultés de pérennité des outils créés. Une avancée doit donc être effectuée en terme de méthodologie et de technologie logicielle pour développer les futurs outils de simulation qui devront les intégrer. C'est une des futures avancées que devront connaître les méthodes utilisées par notre communauté et l'enjeu principal de ce projet de recherche.

Les objectifs de mon projet de recherche

Ce projet de recherche vise à poser les bases à la fois méthodologiques mais aussi logicielles pour la mise en oeuvre d'une plateforme de simulation numérique multi-niveaux et multi-méthodes dédiée à l'électromagnétisme basse fréquence.

Évidemment, l'objectif de ce projet de recherche est très ambitieux et une année de travail dans le domaine ne pourra permettre de remplir complètement cet objectif. Il s'agit toutefois pour moi d'avancer significativement sur cette problématique en y consacrant une réflexion approfondie pendant cette année. Les concepts imaginés pourront ainsi poser un certain nombre de bases qui alimenteront les développements méthodologiques et logiciels futurs.

Il conviendra ainsi de :

- Porter une réflexion sur les méthodes de modélisation (éléments finis, méthodes intégrales, méthodes à constantes localisées) en identifiant clairement leurs points communs et en distinguant leurs spécificités.
- D'identifier leur pertinence et leur efficacité suivant les types de problèmes qui visent à être modéliser.
- Travailler sur les méthodologies de couplage (couplage forts, couplages faibles, stratégies d'enchaînement de résolution, ...) en proposant une approche unifiée et générale.
- D'imaginer des solutions logicielles innovantes pour mettre en oeuvre ces couplages.

De plus, les méthodes et outils développés devront • Permettre le test rapide et performant de formulations et de couplages,

- Conduire à des développements robustes et pérennes dans le temps,
- Reposer sur le développement de briques logicielles indépendantes et interfacables,
- Posséder une implémentation logicielle compatible avec le nouveau contexte informatique maintenant composé d'architectures massivement parallèles (Multicores, GPU, cluster,...).

Un premier prototype pourra permettre d'implémenter différents couplages qui ont soit déjà été testés soit qui visent à l'être dans le cadre de travaux de recherche. Citons par exemple :

- Couplage méthode intégrale / solveur circuit : La méthode PEEC est par essence même une méthode couplée multi-niveaux puisqu'elle permet le calcul d'éléments de circuit équivalent par méthode intégrale.
- Couplage éléments finis / méthode intégrale de frontières : Ce couplage permet de prendre en compte la région air par méthode intégrale tandis que les matériaux actifs sont traités en élément finis.
- Couplage éléments finis / méthode des moments. Elle permet de calculer très précisément le champ de fuite en post-traitement après un calcul éléments finis. Nous l'avons utilisée pour calculer les champs de fuites de machines électriques, la difficulté de ce calcul étant le fort ratio entre le champ interne (1T) et le champ externe (1 μ T).
- Couplage éléments finis / PEEC : ce couplage permet de relâcher les maillages autour des conducteurs dans les problèmes éléments finis.

Le contexte dans lequel se fait la demande de mise à disposition

Cette demande se fait dans le cadre du **Laboratoire International Associé** Franco-Brésilien Maxwell (LIA 817) créé en 2009 sous l'égide du CNRS et du CNPq (« l'équivalent » Brésilien du CNRS). Ce LIA regroupe les laboratoires Ampère (UMR CNRS 5005, ECL/UCB/INSA, Lyon) et G2ELab (UMR CNRS 5269, Grenoble INP/UJF, Grenoble) côté français. Du côté Brésilien sont concernées : l'Universités de Sao Paulo (USP - Laboratoire LMAG, São Paulo), l'Université Fédérale de Minas Gerais (UFMG – laboratoires GCE et GOCAC, Belo Horizonte) et l'Université Fédérale de Santa-Catarina (UFSC – laboratoire GRUCAD, Florianopolis) où je souhaite me rendre.

Ce LIA a pour thématique de recherche la modélisation numérique des champs électromagnétiques ainsi que l'optimisation et la conception des dispositifs associés. Ce projet de recherche s'intègre parfaitement dans les axes 1 (modélisation numérique pour l'électromagnétisme), 4 (compatibilité électromagnétique) et 6 (actionneurs et machines) de ce laboratoire.

L'équipe d'accueil et les collaborations Brésiliennes possibles

Ce séjour au Brésil sera ainsi l'occasion de faire progresser significativement ce projet de recherche. En effet, le « Groupe de Conception et d'Analyse des Dispositifs Electromagnétiques » (GRUCAD) du département d'ingénierie électrique de l'Université de Fédérale de Santa-Catarina (UFSC, Florianopolis) possède une très forte compétence dans les méthodes de modélisation des champs électromagnétiques. Il est notamment « nucleo de excelencia », label d'excellence très sélectif attribué aux meilleures équipes de recherche Brésiliennes. Il a également organisé récemment la conférence internationale COMPUMAG en 2009, conférence phare de notre communauté qui a lieu tous les deux ans. Dirigée par le professeur P. Kuo-Peng, cette équipe est aujourd'hui reconnue comme étant une référence internationale, publiant avec certaines des meilleures équipes mondiales [9-19]. La compétence de ses membres dans le domaine de la modélisation électromagnétique contribuera à la réussite de ce projet et m'apportera une vision renouvelée. Etant moi-même plutôt spécialiste de méthodes intégrales, j'attends personnellement beaucoup des compétences du GRUCAD dans le domaine d'autres méthodes numériques. Le travail sur ces autres méthodes et la confrontation avec d'autres visions seront sans aucun doute très enrichissants pour le projet. Enfin, signalons que l'UFSC possède une tradition d'accueil de chercheurs invités et est visitée très régulièrement par de nombreux chercheurs de toutes nationalités. Les discussions que ces rencontres susciteront contribueront certainement à l'émergence de nouvelles idées.

Plus largement, il s'agira également de consolider et de créer de nouvelles collaborations avec l'équipe qui va m'accueillir sur des thématiques connexes. De nombreux contacts ont déjà été initiés par Frédéric Wurtz, responsable de mon équipe, lors d'un précédent séjour. Ma présence à l'UFSC contribuera à leur renforcement.

Encore plus largement et au niveau du LIA, un renforcement des collaborations avec les équipes de Sao Paulo et de Belo-Horizonte pourra s'établir. Il faut noter que je vais bientôt co-encadrer une thèse en cotutelle avec l'USP (début 2012). Un autre doctorant en co-tutelle entre l'ECL et UFMG travaille actuellement sur le projet ANR E-CEM dont je suis le responsable scientifique pour le G2ELab. Enfin, mon équipe a été très récemment sollicitée par la marine Brésilienne (Centro Tecnológico da Marinha em Sao Paulo) pour collaborer avec elle sur la thématique du magnétisme du navire, un de mes axes de recherche important. Ma localisation au Brésil permettra ainsi de m'impliquer encore plus activement dans ces travaux et collaborations à venir.

ANNEXE 5 : résumé des comptes (2009-2011).

1 Gérés par Ampère

Ampère/UM5005 a reçu du CNRS 30k€ pour 2009-2011 au titre du LIA (*plus 15k€ pour 2012*).

Nature	Fournisseur	date	souche	Montant	
Fonctionnement	MAPPTROTTER	23/02/2011	matériel info	154,76	
	MAPPTROTTER	25/02/2011	matériel info	151,66	
	NATIONAL INSTRUMENTS FRANCE	31/12/2011	matériel info	556,92	
	LDLC-PRO	31/12/2011	matériel info	577,68	
	BOL D AIR RESTAURANT	29/02/2012	Réception visiteurs UFMG	112,21	
			Total Fonctionnement	1553,23	
Mission	FRAM VOYAGES -PLATEAU AFFAIRES	01/10/2009	Krahenbuhl	722,29	
	FRAM VOYAGES -PLATEAU AFFAIRES	01/01/2011	Coulomb	810,56	
	FRAM VOYAGES -PLATEAU AFFAIRES		Chadebec	810,56	
	FRAM VOYAGES -PLATEAU AFFAIRES		Coulomb	1621,12	
	FRAM VOYAGES -PLATEAU AFFAIRES	01/06/2011	Krahenbuhl	340,28	
	FRAM VOYAGES -PLATEAU AFFAIRES		Sartori	1191,57	
	FRAM VOYAGES -PLATEAU AFFAIRES	01/11/2011	Buret	881,40	
	FRAM VOYAGES -PLATEAU AFFAIRES		Krahenbuhl	862,43	
	FRAM VOYAGES -PLATEAU AFFAIRES		Krahenbuhl	118,50	
	RESIDE ETUDES APPART HOTEL	09/02/2011	Sabioni	522,88	
	RESIDE ETUDES APPART HOTEL	22/02/2011	Sabioni	522,87	
	RESIDE ETUDES APPART HOTEL	14/03/2011	Sabioni	19,95	
	WURTZ FREDERIC	01/09/2010	Wurtz	717,00	
	WURTZ FREDERIC		RB Etat de frais	717,00	
	BURET FRANCOIS	28/10/2011	RB Etat de frais	827,08	
	CHADEBEC Olivier	13/03/2011	RB Etat de frais	1074,00	
	COULOMB JEAN-LOUIS	12/03/2011	RB Etat de frais	1236,00	
	KRAHENBUHL LAURENT	17/10/2011	RB Etat de frais	69,60	
	KRAHENBUHL LAURENT	05/11/2011	Inauguration	747,70	
	KRAHENBUHL LAURENT	28/11/2011	RB Etat de frais	745,29	
	KRAHENBUHL LAURENT	28/05/2009	préparation convention	210,12	
	KRAHENBUHL LAURENT	09/10/2009	mission couplée LIA/Campus France	935,60	
	KRAHENBUHL LAURENT	01/12/2009	EHE/ARCUS/LIA/Compumag	1587,33	
	SABIONI CLARET LAURENTE	29/02/2012	Sabioni	900,00	
				Total Mission	18191,13
	Equipement	LEASAMETRIC 2010	08/04/2011	matériel de mesure CEM (Sartori/Ferber)	2949,00
				Total Equipement	2949,00
Transfert G2ELAB	TRANSF C5005/C5269 LIA	05/07/2011	<i>pour missions Brésil G2ELab 12/2009</i>	5000,00	
			Total Transfert G2ELAB	5000,00	
			Total facturé au 30/03/12	27693,36	
Facturation en cours	Mission A. Kost (Inauguration, sur convocation)		Mission 11/2011	1537,00	
			Total général dépenses	29230,36	

2 Gérés par G2ELab

Le G2ELab a reçu un total de 10k€ affectés LIA(versement du 5/7/2011) :

- 5k€ par transfert d'Ampère, demandé en 11/2009 et effectif en 07/2011 (qui apparaissent ci-dessus) ;
- 5k€ versés directement par le CNRS fin 2011.

Cet argent a été essentiellement affecté à des missions :

- fin 2009, lors de la première grande mission coordonnée des 2 partenaires, avec co-financements LIA, ARCUS, Laboratoires et Industriel (Cedrat) : double conférence à SP (EHE) et Florianópolis (Compumag), et journée ARCUS-Brazil (projet Région)
- puis au moment de l'inauguration du LIA en novembre 2011 (Wurtz, Coulomb, Chadebec, Meunier, Dogan, ...).

3 Autres moyens

Le LIA (côté France) a disposé en plus de moyens financiers (fonctionnement) mis à disposition d'Ampère par l'École Centrale de Lyon (7k€/an), de 10 mois de postes de Professeurs invités (ECL, UJF, Grenoble INP), de 2 postes en délégation à l'UFSC pour des chercheurs CNRS.

Côté Brésil, le CNPq a mis \$R240000 à disposition (soit plus de 90k€, deux fois la dotation CNRS), plus 3 financements de « thèses-sandwich » (4 ans chacune).

Un bilan consolidé pour l'ensemble des financements et les 2 pays sera présenté après la fin d'exercice 2012.