

**Rapport sur ma mission au Cambodge  
du 8 au 27 octobre 2006  
Michel Waldschmidt**

**Introduction**

Cette mission fait partie du programme d'aide au développement des mathématiques au Cambodge initié par le CIMPA

<<http://www.cimpa-icpam.org/Francais/Cooperations/Cambodge.html>>

Plusieurs missions antérieures dans ce cadre ont donné lieu à la rédaction d'un rapport qui se trouve sur ce site.

Mon voyage est subventionné par Paris VI (qui comptabilise aussi les heures d'enseignement effectuées au Cambodge dans mon service statutaire - Jean Bertoin en a également bénéficié l'an dernier, c'est conforme à une recommandation du COPED, le Comité pour les Pays en Développement de l'Académie des Sciences). Mon séjour est financé par l'UNESCO (sur les crédits d'un Programme International de Sciences Fondamentales PISF).

J'ai profité de cette mission au Cambodge pour passer par Ho Chi Minh Ville à l'aller et au retour. Dans ce rapport je rends compte de ma mission au Cambodge du 8 au 27 octobre. Un autre rapport est consacré à mes deux passages au Vietnam du 30 septembre au 7 octobre puis les 28 et 29 octobre.

**Mission à PHNOM PENH du 8 au 27 octobre 2006**

Le but principal de ma visite était d'assurer un enseignement de 60 heures cours et TD (en fait j'en ai fait un tout petit peu plus) dans le cadre du programme d'aide au développement des mathématiques au Cambodge (voir l'appendice ci-dessous). J'ai donné ce cours de façon bilingue: je parlais d'abord en anglais puis je répétais chaque chose en français. Plusieurs étudiants maîtrisaient mieux une langue que l'autre (il est clair que certains comprenaient très mal aussi bien l'une que l'autre, tandis que d'autres étudiants connaissaient assez bien les deux langues). Un des avantages de cette formule est qu'elle m'a amené à ralentir le rythme, ce que les étudiants ont apprécié.

J'avais prévu initialement de traiter essentiellement ce que je ferai dans mon cours de M1 à Jussieu au second semestre, notamment les anneaux de Dedekind. J'ai rapidement réduit mes ambitions pour qu'ils aient une idée un peu plus précise de ce qu'est la divisibilité dans un anneau, la structure de module sur un anneau principal et ce que représente un groupe de Galois. Bien que cet objectif ait été relativement modeste pour un cours de Master, je ne l'ai pas atteint comme je l'aurais souhaité.

Il y a eu 12 candidats présents à l'examen le 26 octobre. Parmi eux 5 ont eu une note supérieure à 10 sur 20, 2 sont un peu en dessous de la moyenne, et les 5 autres n'ont pas compris grand chose.

L'an dernier l'effectif tournait autour de 50 selon les cours, la faiblesse numérique de l'assistance cette année est contrariante, mais les perspectives d'accord avec l'URPP vont modifier les données et nous allons repartir sur d'autres bases dès le début de 2007. C'est plutôt le faible niveau scientifique de l'auditoire qui est inquiétant, mais nous savons que l'entreprise est de longue haleine.

**Dimanche 8 octobre**

J'ai été accueilli à Phnom Penh par Chan Roath. Grâce aux contacts qu'il a pris cet été, plusieurs étudiants devaient bénéficier de bourses pour poursuivre leurs études à l'étranger. Deux sont déjà en France sur des bourses de l'AUF, un devrait aller à l'Université de Heidelberg en Allemagne, un au Japon, un à l'Université du Mississippi aux États Unis, un autre à Hong Kong. Il me présente aussi le programme prévu pour la troisième réunion de la société mathématique cambodgienne mi-novembre à laquelle participeront Michel Jambu, Kenji Ueno, Yasuo Morita, TV Net du Japon, George Bock de Heidelberg, un mathématicien de Singapore et un de Chine notamment. Un Comité international pour le soutien des mathématiques cambodgiennes va être créé, avec comme président Michel Jambu, vice-présidents Hans Georg Bock et Kenji Ueno, membres Yasuo Morita, Wing-Sum Cheung, Michael S. Parer, Pan Yu Hin Peter, Herbert Clemens (CDE-IMU), Supote S. Prasertsri (UNESCO), Ilf Eddine Bencheikh (AUF), Louis Arsac, Naoko Masaki (TV Net). Les sponsors prévus comprennent World Bank, UNESCO, UNICEF, ADB, JICA, AUF, IMU, CIMPA, IWR (Allemagne), CMS (China), JMS (Japon), SMS (Singapore).

**Mardi 10 octobre**

Avec Chan Roath nous avons rencontré Ilf Bencheikh à l'AUF. Un appel d'offre pour un PCSI (Projet de Coopération Scientifique Interuniversitaire) est prévu début 2007, il faudra y soumettre un projet différent de celui qui a été soutenu l'an dernier.

Nous parlons aussi de l'éventualité de déposer une demande ASIA LINK auprès de la communauté européenne dans quelque temps: l'évolution actuelle n'est pas encore suffisante pour le faire tout de suite mais il faut s'y préparer longtemps à l'avance.

Une formation LaTeX sera organisée à l'ITC par Uddam Chukmol.

Il est envisagé de mettre en place un site dédié aux activités du CIMPA dans l'espace géographique du campus numérique francophone - j'avais rencontré le directeur du campus numérique, Pascal Moutet qui a aussi donné son accord.

### **Mercredi 11 octobre**

Avec Chan Roath nous avons rencontré le recteur de l'URPP, Lav Chhiv Eav, et le Doyen de la Faculté des Sciences, Hang Chanthon, qui est aussi Director of Educational Advising Center. Il est convenu que nous allons signer une convention entre le CIMPA et l'URPP pour instaurer une formation en master qui sera destinée aux étudiants de l'URPP mais ouverte aux extérieurs. On prévoit de commencer les enseignements dans ce cadre début 2007.

### **Jeudi 12 octobre**

Avec Chan Roath nous rencontrons Tan Theany, secrétaire générale de la Commission Nationale du Cambodge pour l'UNESCO. Elle nous assure de tout son soutien pour nos activités. Les mathématiques sont actuellement le seul domaine, nous dit-elle, où une action comme la notre soit menée. Elle nous suggère de rencontrer Teruo Jinnai, représentant de l'UNESCO au Cambodge, et de prendre contact avec la Banque Mondiale et la BAD (Banque Asiatique de Développement = ADB en anglais).

### **Vendredi 13 octobre**

Avec Chan Roath nous rencontrons Pit Chamnan, Secretary of State, Ministry of Education, Youth and Sports. Il nous suggère de prendre rendez-vous avec le vice-recteur Neith Baron pour mettre au point l'accord avec l'URPP. À ma demande de compenser le manque à gagner des enseignants qui assistent aux cours (ce qui explique en grande partie la faiblesse numérique de l'auditoire cette année). Pit Chamnan répond qu'il faut viser comme public en premier lieu les étudiants plutôt que les enseignants.

Nous parlons aussi de l'exposition "Pourquoi les mathématiques"  
<<http://www.MathEx.org>>, réalisée à la demande de l'UNESCO par Centre Sciences, qui va circuler au Cambodge deux mois à partir de mi-février: une demande officielle sera adressée au Ministère par l'Ambassade.

Enfin nous mentionnons l'offre de Bernd Wegner, coordinateur de EMIS (programme de la Société Mathématique Européenne) qui offre de créer au Cambodge un site miroir d'une bibliothèque virtuelle ELibM comportant plus de 70 journaux de mathématiques. La seule condition est qu'un serveur soit en mesure d'accueillir ces données: il faudrait pour cela disposer d'un espace d'environ 6 Giga octets, et pouvoir transférer les données initiales par DVD. Pit Chamnan nous dit de demander à la bibliothèque Huen Sen de l'URPP qui reçoit des financements exceptionnels, en particulier du gouvernement d'Israël, ainsi que de la Banque Mondiale pour instaurer une bibliothèque numérique.

### **Mardi 17 octobre**

À midi avec Chan Roath nous avons rencontré M. Sen Seng, responsable de la bibliothèque Hun Sen de l'URPP. Nous lui avons demandé si nous pourrions disposer d'un espace libre d'environ 6 Giga, et s'il serait possible de transférer des données depuis un DVD. Il m'a répondu quelques jours plus tard par courrier électronique

Dear Mr. Michel Waldschmidt,  
Greetings from Hun Sen library of RUPP !  
Did you remember me about our talking of the Digital library for Master degree of Math in the Hun Sen library on October 17th, 2006 at noon ?  
On this matter, I am sorry very much when I talked with my colleague about your service, because the Hun Sen library has no VCD, no VIDEO Compact disk or DVD. Also, the speed of the internet is low = 64 kbps.  
In addition, we have only three Servers : One for ALEPH 500 Software, the second for Server of Back up, and the third for Web OPAC, also we have Video PLay and TV.  
If you use the Digital on Math, you should have additionally the new file Server separated from the three first.  
More over, we still have the problems: The student Terminals are slow and small Capacity. We can not use them with CD- Rom.  
Best regard,  
Sen Seng,  
Director ,  
Hun Sen library, Royal University of Phnom Penh

Il conviendra de relancer cette question quand les subventions de la Banque Mondiale permettront de créer la bibliothèque numérique.

Le soir j'ai rencontré Evans Ashley, Professeur de Mathématiques à l'URPP. L'entretien a été très cordial, comme l'an dernier. Il me dit qu'il a vu au cours de sa carrière à Phnom Penh un bon nombre d'étudiants vraiment très doués pour les mathématiques, mais aucun malheureusement n'a poursuivi. Les meilleurs ne vont pas à l'Académie Royale mais suivent des voies plus lucratives. Cependant, si un tel programme tel que le nôtre est mis en place, il va attirer de bons étudiants vers les maths, en première année les étudiants brillants pourront envisager de s'orienter vers les maths s'il y a une formation reconnue de bon niveau avec un diplôme représentant vraiment quelque chose. Trop d'institutions privées font payer pour délivrer des diplômes n'ayant aucune valeur.

## **Vendredi 20 octobre**

Le matin nous avons rendez-vous avec Chan Roath d'abord à JICA (Japan International Cooperation Agency) pour y rencontrer Momoko Hotta, Assistant Resident Representative, qui est accompagnée de Peong Vattana, program Assistant. Nous lui présentons ce que nous faisons, elle nous donne des précisions sur leur action au niveau du secondaire, nous lui avons demandé si JICA voulait bien faire partie du comité de soutien que Chan Roath a mis en place et éventuellement soutenir financièrement une des journées des rencontres de novembre. La réponse négative est arrivée le lendemain, JICA souhaite se concentrer sur leur action au niveau secondaire et ne pas se disperser. Les contacts vont cependant se poursuivre, notamment grâce à l'intervention de Yasuo Morita (qui vient à Phnom Penh mi-novembre) avec lequel j'ai échangé plusieurs messages.

Ensuite nous nous rendons à la Banque Mondiale où nous retrouvons Michael Parea, professeur émérite de l'Université Monash en Australie, qui est au Cambodge depuis 6 ans pour aider les universités à mieux se structurer; il est conseiller bénévole de Chan Roath au Ministère de l'Éducation Nationale, de la Jeunesse et des Sports.

Nous sommes reçus par Beng Simeth, Human Development Operations Officer de la World Bank. Il nous dit que la Banque Mondiale avait déjà donné 3 Millions de Dollars au Gouvernement Cambodgien pour améliorer l'infrastructure des universités et l'éducation supérieure, et qu'ils attendent d'avoir un bilan précis de l'utilisation de ces fonds avant de décider de la suite. Le premier des trois objectifs pour utiliser cette somme concerne la bibliothèque de l'URPP - j'en ai profité pour raconter la réponse négative à la demande que nous avons présentée de disposer de 6 giga pour l'offre de Bernd Wegner.

La banque mondiale répond à des demandes des gouvernements et ce sera le rôle de Chan Roath de faire passer les demandes par le Ministère.

Le soir nous avons deux rendez-vous. Le premier à l'UNESCO où nous avons été très bien accueillis par Teruo Jinnai, Head of Office and UNESCO representative in Cambodia, et Supote Prasertsri, Education Programme Specialist. Ils suggèrent de déposer une demande de soutien près de Tan Theany, Secrétaire générale de la Commission Nationale du Cambodge pour UNESCO. Nous avons demandé à nos interlocuteurs s'ils pouvaient participer aux rencontres de novembre et éventuellement soutenir financièrement cette réunion, la réponse viendra plus tard mais l'espoir est permis.

Enfin nous nous rendons à l'Ambassade de France pour y rencontrer Jacques Morcos, Attaché de Coopération (nous saluons rapidement Louis Arzac). Nous parlons d'abord de la Thaïlande, puis de la venue au Cambodge de l'exposition de Centre Sciences, puis de la troisième rencontre de la société mathématique du Cambodge en Novembre. Je rappelle enfin qu'il a été convenu que les missions de Bernard Rousselet et Robert Eymard au début 2007 soient financées par l'Ambassade.

## **Lundi 23 octobre**

Avec Chan Roath nous rencontrons Neth Barom, vice-recteur de l'URPP. J'avais préparé une première version du projet d'accord entre le CIMPA et l'URPP que je lui remets, nous la discutons, nous nous mettons d'accord sur des modifications que je mettrai au point les jours suivants avant de lui envoyer une nouvelle version à la fin de la semaine. La suite des négociations sera faite par Michel Jambu, en espérant que l'accord pourra être signé lors de la réunion de la SMC mi-novembre.

## **Mardi 24 octobre**

Une fois encore avec Chan Roath nous nous rendons à la Banque Asiatique de Développement. La personne que nous rencontrons nous dit que la BAD finance des actions au niveau de l'enseignement secondaire, ce qu'elle estime prioritaire, mais pas au niveau de l'enseignement supérieur pour lequel il faut trouver d'autres soutiens.

## **Mercredi 25 octobre**

Le soir Chan Roath m'invite à participer à un banquet à Long Beach Piazza Hotel organisé à l'occasion d'un colloque du Ministère de l'Éducation Nationale, de la Jeunesse et des Sports. C'est l'occasion de saluer un grand nombre de personnes que nous avons déjà eu l'occasion de rencontrer par ailleurs, notamment le Ministre de l'Éducation Nationale, M. Kol Pheng, que j'avais rencontré l'an dernier, et aussi de discuter avec d'autres personnes, en particulier David Quinn, Targeted EC Support to Pro-poor Basic Education Reforms in Cambodia, Policy and Strategy Advisor, que Chan Roath promet d'aller voir en compagnie de Michel Jambu en novembre.

## **Jeudi 26 octobre**

Je profite de ma présence à l'Académie Royale des Sciences où je surveille mon examen pour passer à la Bibliothèque y remettre les 16 livres que j'ai apportés, achetés sur la subvention complémentaire du PCSI de l'AUF pour la documentation. Un premier envoi de livres avait été fait l'an dernier, il s'agissait d'ouvrages proposés par l'éditeur Hermann pour les pays en développement, à des prix presque symboliques (sauf le transport). D'autres ouvrages vont bientôt être envoyés grâce à ces mêmes crédits, principalement une livraison importante d'ouvrages

publiés par l'éditeur Springer Verlag avec lequel nous avons obtenu des conditions spéciales pour le Cambodge.

## Conclusion

Ces trois semaines passées au Cambodge ont été spécialement denses, avec les cours à assurer et les nombreuses visites à rendre. Le programme commencé il y a bientôt deux ans est actuellement à un tournant: l'accord en cours de négociation avec l'URPP va permettre de poursuivre sur de nouvelles bases qui donneront une autre ampleur à ce programme. L'intervention prévue dans un avenir proche de collègues de différents pays (Japon, Allemagne, États-Unis dans un premier temps) devrait aussi avoir pour effet de dynamiser notre action.

Comme toujours Chan Roath assure l'organisation de manière parfaite, en prenant tous les rendez-vous, en assurant la logistique et en vérifiant dans les moindres détails que tout est bien prêt. La prévenance dont il a fait preuve à mon égard est remarquable. J'ai aussi bénéficié de l'aide précieuse des étudiants, notamment de Kim Chamroeunvuthy et Heng Sokly qui ont assuré mon transport bi quotidien (quelquefois plus) de l'hôtel à l'ITC, m'apportant aussi de quoi m'abreuver (notamment des noix de coco) matin et soir. Merci aussi à la famille de Chan Roath, à Han Kanal, Kvay Sophaep, Tung Nget qui ont pris soin de moi pendant les deux week-ends que j'ai passés au Cambodge. Grâce à eux tous mon séjour au Cambodge me laissera un excellent souvenir.

## SIGLES et sites internet

URPP= Université Royale de Phnom Penh

=RUPP = Royal University of Phnom Penh <<http://www.rupp.edu.kh>>.

ITC= Institut de Technologie du Cambodge <<http://www.itc.edu.kh>>.

AUF = Agence Universitaire pour la Francophonie

UNESCO= United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization <<http://www.unesco.org>> <<http://www.un.org.kh/unesco>>

BAD = Banque Asiatique du Développement

=ADB = Asian Development Bank <<http://www.adb.org/carm>>.

World Bank = Banque Mondiale <<http://www.worldbank.org/kh>>.

JICA = Japan International Cooperation Agency <<http://www.jica.go.jp/cambodia/english/>>

## APPENDICE: Cours donné au Cambodge en Octobre 2006

<<http://www.math.jussieu.fr/~miw/coursCambodge2006.html>>

On trouvera plus d'informations sur mon site, notamment le sujet d'examen et le corrigé (en français et en anglais).

Master Training Program Royal Academy of Cambodia / CIMPA October 2006  
Coopération Mathématique Interuniversitaire Cambodge France,  
PISF (Programme International de Sciences Fondamentales)  
de l'UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation)

*Introduction to algebraic number theory* Phnom Penh, October 2-27, 2006 (60 hours)

## Syllabus:

0. Introduction: Diophantine Equations

Linear equations, systems of linear equations.

Pythagoreas quadratic equation. Pell equation. Continued fraction expansion.

The field of Gaussian numbers. Arithmetic in the ring of Gaussian integers. Euclidean rings, principal rings, UFD (unique factorization domains).

1. Field extensions

1.1 Algebraic and transcendental extensions. Simple extension defined by an irreducible polynomial. Splitting field of a polynomial. Algebraic closure.

1.2 Field homomorphisms. Conjugates of an algebraic number. Separable extensions.

1.3 Galois extensions, Galois theory.

2. Integrality

2.1 Integrality over rings. Integral closure, integrally closed rings. Ring of integers of a number field.

2.2 Characteristic polynomial, norms and traces

2.3 Structure theorem of a finitely generated module over a principal ring. Integral basis. Discriminant.

2.4 Cyclotomic fields

2.5 Units of rings of algebraic integers

Michel Waldschmidt,  
10 novembre 2006