

# RAPPORT DE MISSION AU CAMBODGE DÉCEMBRE 2006

PIERRE ARNOUX

Ce rapport rend compte de ma mission d'enseignement au Cambodge du 26 novembre au 16 décembre 2006, dans le cadre du projet de coopération scientifique inter-universitaire entre l'Université Royale de Phnom-Penh, l'Académie Royale du Cambodge, l'Institut de Technologie du Cambodge, le CIMPA et les universités de Paris VI et de la Méditerranée, projet soutenu par l'AUF et l'UNESCO.

## 1. COURS DE MATHÉMATIQUES EFFECTUÉS

J'ai donné deux cours lors de cette mission.

**1.1. Dynamique Symbolique.** D'abord, un cours de systèmes dynamiques symboliques, dans le cadre du master. Ce cours a duré 45 heures, soit 3 heures par jour pendant 3 semaines. Le public comptait 12 personnes, dont 8 ont suivi le cours de façon complète.

Le cours comprenait :

- Une introduction élémentaire aux systèmes dynamiques, avec les exemples de base des systèmes finis, et des systèmes linéaires en dimension finie, avec interprétation dynamique des valeurs propres et des vecteurs propres.
- Un chapitre de théorie des mots finis et des langages.
- Une étude approfondie de l'ensemble  $\{0, 1\}^{\mathbb{N}}$  et de sa topologie.
- Une étude élémentaire de la dynamique symbolique : notions de base (récurrence, minimalité, entropie topologique) et nombreux exemples, en particulier sous-décalages de type fini, systèmes substitutifs et systèmes sturmiens.

Le cours s'est avéré difficile pour eux, car il contenait de nombreuses notions nouvelles, un point de vue qu'ils n'avaient jamais rencontré, et une insistance sur de nombreux exemples. Au vu des réactions lors de cours, des réponses aux nombreux exercices que j'ai donnés à rédiger, et des résultats de l'examen, je considère cependant qu'au moins trois des participants ont réellement compris ce que je faisais et sont aptes à poursuivre des études dans ce domaine.

Je me suis borné au point de vue topologique, et j'ai systématiquement détaillé les démonstrations topologique, pour donner une application au cours précédent ; je pense que sur ce sujet, le niveau a nettement progressé, et qu'à la suite de ces deux cours, les meilleurs sont vraiment capables d'aborder des démonstrations topologique. Contrairement à ce que j'avais envisagé au début, je n'ai pas abordé le point de vue de la mesure et la théorie ergodique ; l'intégration reste une lacune important dans leur formation.

Un point intéressant : une partie de ce cours a utilisé un cours par vidéoprojection que j'ai conçu avec Anne Siegel il y a deux ans, sur les systèmes dynamiques associés au nombre d'or. Ce cours, que nous avons fait au départ dans le cadre de l'IREM de Bordeaux pour les enseignants du secondaire, était explicitement vu comme une introduction "intuitive" aux

systèmes dynamiques symboliques. Je considère que l'utilisation que j'en ai faite à Phnom-Penh a été presque un échec ; les étudiants m'ont tous dit qu'ils avaient eu beaucoup de mal à suivre ce système un peu informel, et qu'ils avaient été fort soulagé quand j'ai repris un cours traditionnel au tableau, avec théorème, définition, etc... La raison de cet échec n'est pas claire pour moi ; ai-je été trop vite ? Et il ne faut peut-être pas renoncer tout de suite : il est probablement bénéfique pour eux de rencontrer d'autres formes de cours, même si c'est au début très déstabilisant pour eux.

**1.2. Cryptographie.** J'ai également fait pour les étudiants de cinquième année (I5) du département d'informatique de l'ITC un cours de cryptographie ; j'avais déjà eu cette promotion en cours en mars 2005, et je leur avais enseigné la théorie des graphes.

J'ai fait un cours élémentaire, avec 15 heures de cours et 12 heures de TP, centré sur le système RSA, avec théorie complète, et pratique en utilisant un logiciel de calcul formel. L'enseignement s'est déroulé en tandem avec le professeur Uddam Chukmol, responsable du département (GIC : Génie Informatique et Communications) ; j'ai préparé des supports de cours en format pdf pour une dizaine de cours, ce qui devrait faciliter la reprise prévue à terme par un enseignant de l'ITC.

Ce cours, que je fais pour la troisième fois à l'ITC, est bien passé, et les étudiants se sont tous révélés capable au minimum d'utiliser le système RSA en calculant la clé privée à partir des données fournies et en décodant les messages donnés.

Le département souhaite que je revienne encore une fois pour superviser l'enseignement de ce cours, et aimerait continuer à collaborer pour d'autres cours de mathématiques discrètes, en particulier en théorie des graphes, cours que j'ai déjà donné une fois à l'ITC (dans le cadre du master).

## 2. PERSONNES RENCONTRÉES ET PERSPECTIVES DE COOPÉRATION

Lors de cette mission, j'ai rencontré plusieurs personnes.

**2.1. A l'URPP.** Avec le professeur Chan Roath, nous avons rencontré le professeur Evans Ashley, de l'Université Royale de Phnom-Penh ; l'entrevue a été très cordiale, et nous avons parlé des possibilités de collaboration plus approfondies avec L'URPP.

**2.2. A l'ambassade.** J'ai rencontré, également avec le professeur Chan Roath, le conseiller scientifique, Monsieur Jacques Morcos. Nous avons un peu parlé des possibilités de bourse, j'ai rappelé l'accord sur la prise en charge du billet de Robert Eymard, mais l'essentiel de la discussion a porté sur l'aide que l'ambassade peut apporter à l'exposition mathématique prévue au début de 2007, et à divers problèmes techniques (dédouanement).

**2.3. A l'AUF.** J'ai eu une rencontre très cordiale avec Monsieur Ilf Bencheikh, de l'AUF. Il soutient fortement le projet. Il m'a rappelé un point important : la politique de l'AUF n'est pas de soutenir directement une thèse après un master, car leur expérience montre que, dans ce cas, il y a une grande probabilité de coupure des liens avec le pays d'origine ; ce type de soutien est donc uniquement intéressant du point de vue individuel. Ils préfèrent donc largement qu'il y ait un retour d'un ou deux ans entre le master et le doctorat.

Il est important de le savoir : le soutien de l'AUF ne sera probablement pas accordé immédiatement après le master, il ne faut pas se décourager, il est très probable qu'il soit accordé après une période d'un ou deux ans.

### 3. PROJET DE DÉVELOPPEMENT POUR LES MATHÉMATIQUES

Le début de l'année 2007 comprendra 4 cours de "pré-master" ; la nouvelle édition du master proprement dit commencera à l'automne 2007, il faut préparer un programme cohérent qui aborde toutes les notions nécessaires à un master, et améliorer la coordination avec l'URPP.

Il faut également commencer tout de suite à préparer la suite, avec d'autres collaborations internationales, et peut-être un programme Asia-link.

PIERRE ARNOUX, INSTITUT DE MATHÉMATIQUES DE LUMINY, UNIVERSITÉ D'AIX-MARSEILLE II