

Comment réaliser un changement culturel ? Le cas de l'enseignement des mathématiques Salomon Garfunkel (COMAP, Boston)

Voici une histoire personnelle approchée, la mienne.

Il y a environ cinquante ans je me suis dit qu'aux Etats-Unis l'enseignement des mathématiques devait subir une profonde mutation. Plutôt que d'être conçu pour les futurs mathématiciens il devait s'adresser à tous. Admettons ce principe un instant, que fallait-il faire ?

Si on oublie mes hésitations, les difficultés et les enthousiasmes de la jeunesse, je suis arrivé à une autre idée : les élèves, en général, apprendraient plus de mathématiques s'ils trouvaient une raison de les apprendre, une motivation dans le monde autour de nous.

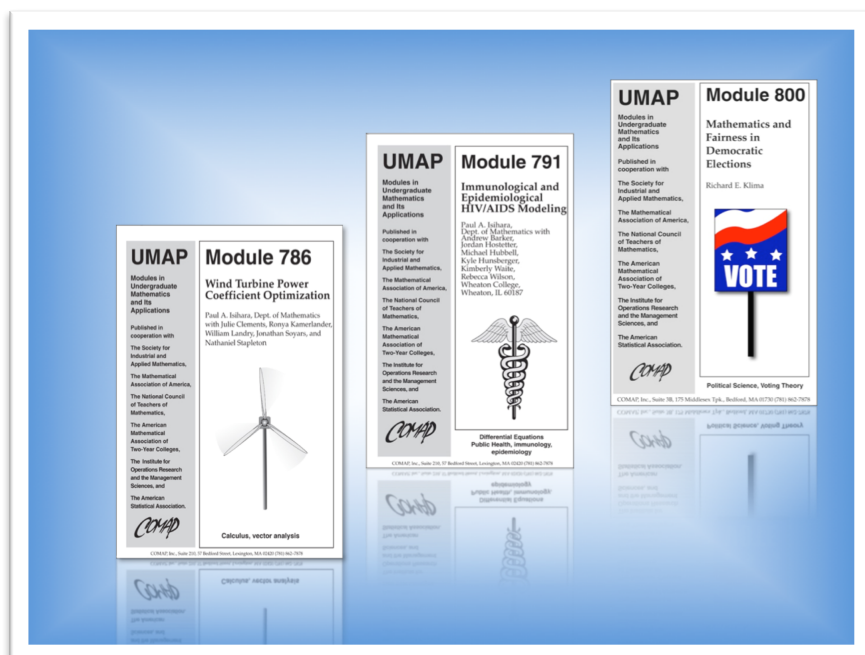
Et c'est ce qui me conduisit aux modèles mathématiques (à l'origine j'étais logicien). Je n'avais aucune expérience des modèles et des applications des mathématiques mais j'avais la chance d'avoir les conseils du chef des Bell Labs, Henri Pollak, ancien président de l'Association Américaine de Mathématiques.

Mais il restait à trouver comment faire passer ce véritable changement de paradigme dans un système éducatif si résistant à toute forme de mutation. Pour convaincre il faut des arguments concrets, il ne suffit pas de lancer un principe général selon lequel les choses doivent changer, il faut montrer concrètement ce qu'on entend par là. Et donc nous avons commencé à produire des matériels d'enseignement selon nos idées.

Nous avons commencé avec un petit groupe, une petite structure éditoriale et rédigé des modules destinés chacun à une heure d'enseignement.

Ces modules couvraient de manière autonome les différents sujets des mathématiques du lycée, chacun un sujet à travers une application ou un modèle dans le monde réel.

Les modules étaient conçus et rédigés par un mathématicien en collaboration avec des enseignants et des praticiens des applications correspondantes.



Voici quelques exemples de situations concrètes :

- Dans une ville où on a représenté les rues et les maisons, où doit-on placer la caserne de pompiers ?
- Dans un marathon comment regrouper les coureurs au départ pour qu'ils ne se gênent pas, sachant que la course doit se terminer avant la nuit ?
- Si la chute de pluies a été de tant de centimètres en France, que cela signifie-t-il exactement ? Comment ce nombre est-il calculé ?
- A quelle profondeur faut-il creuser une cave à légumes pour qu'ils restent à température constante ?

Bien sûr il n'y a pas d'ensemble complet qui puisse représenter tous les usages de toutes les mathématiques du lycée, et de nouvelles applications apparaissent tous les jours. Nous avons donc besoin d'un processus auto-suffisant qui puisse évoluer. De plus nous voulions agir dans le cadre de la vie académique, et enrichir le cursus. Pour toutes ces raisons nous avons créé le journal UMAP. C'est un journal à comité de lecture qui contient des articles sur la modélisation, sur les nouvelles applications, et des documents pour la classe. Le journal en est à sa 37^e année et la collaboration des auteurs est incluse dans leurs activités académiques..



Encore un point historique. UMAP a commencé son travail dans les années 70 avec un soutien initial de la NSF. A l'époque il n'y avait pratiquement aucun investissement pour l'éducation au lycée. Il y eut un changement brutal en 1983/84 après la publication du rapport " A Nation at Risk ". Le rapport louait le système éducatif au niveau universitaire mais pointait de graves défauts au niveau scolaire. D'où l'octroi de nouveaux financements au niveau élémentaire et secondaire pour l'enseignement des sciences, des techniques, ingénierie et mathématiques (STEM).

COMAP comptait sur ses efforts au niveau du premier cycle universitaire (UMAP) et reçut des financements pour produire du matériel pédagogique sur les modèles et les applications au niveau des lycées.

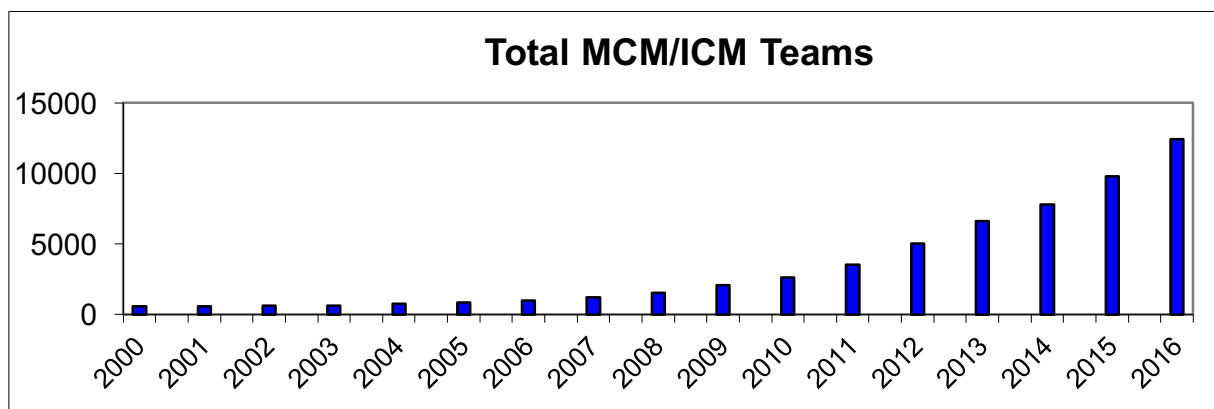
Ce travail a servi de base aux directions développées par le conseil national sur l'Enseignement des mathématiques (NCTM) en 1989. Ce nouveau document conduisit à de nombreuses expériences dans les programmes au niveau lycée qui eurent des conséquences importantes pour l'introduction de problèmes réels à tous les niveaux de l'enseignement.

Le contenu et les modes d'enseignement aujourd'hui sont très classiques. Mais il est certain qu'avec les bouleversements technologiques et la pression grandissante pour une vue interdisciplinaire des mathématiques et des sciences en général l'évolution est en marche, même pour les futurs mathématiciens et les élèves les plus doués.

Dernier regard sur le passé : en 1984 COMAP a reçu une petite bourse du Ministère de l'Education pour créer un concours de modélisation au niveau universitaire, MCM. La première année MCM a réuni 90 équipes de 70 Universités.

En 1999 nous avons créé en parallèle un concours avec des problèmes plus interdisciplinaires, utilisant des connaissances dans des domaines autres que les mathématiques. Au début les participants venaient surtout d'Universités américaines.

En 2016 il y avait 12 700 équipes. Nous avons écrit que le but du concours n'était pas de récompenser les étudiants les plus brillants, mais qu'il s'agissait plutôt de promouvoir l'enseignement de la modélisation mathématique. Et cette stratégie a eu un très large succès. Ces compétitions et d'autres concours du même genre sont à l'origine de cours de modélisation dans de nombreux curricula d'universités du monde entier, en particulier en Chine et aux USA.



Les programmes scolaires pré-universitaires sont par contre plus résistants au changement. C'est sans doute partiellement dû à un phénomène général, à savoir que les institutions universitaires sont plus souples quant au contenu des enseignements. Par exemple les sociétés professionnelles peuvent avoir un rôle important. Même si ces sociétés ont souvent une tendance conservatrice et résistent aux changements elles sont moins directement soumises aux directives politiques que la direction des écoles. Mais les programmes scolaires sont - dans la très grande majorité des cas - mis au point par le Ministère de l'Education. De plus dans de très nombreux pays les examens à la fin du scolaire débouchent sur la sélection à l'entrée de l'Université. Et le cursus est très précisément lié au contenu de cet examen.

Aussi comment agir sur le système ? Une méthode consiste à renforcer ce que nous avons déjà fait. Comme les concours ont eu beaucoup de succès au niveau universitaire, les écoles du secondaire (en particulier les meilleures) ont manifesté de plus en plus d'intérêt.

L'étape suivante a été de constituer des concours locaux.

Mais ça ne suffit pas. Pour influencer les autorités quant au niveau scolaire il faut plus. En 2015 nous avons organisé le concours international IMMC International Mathematical Modeling Challenge.

Ce concours ressemble un peu à une Olympiade. En particulier chaque pays participant peut participer avec deux équipes. Chaque équipe comporte plusieurs membres, 4 au plus. Le Comité d'organisation, que je préside, n'impose aucune règle pour le choix de participation des équipes de chaque pays.

La sélection et le classement des épreuves est fait par un Comité d'experts autonome.

En raison des difficultés d'organisation au niveau scolaire, on autorise les équipes à travailler pendant 5 jours sur le problème, à n'importe quelle période entre mi-Mars et mi-Mai. De plus les équipes peuvent utiliser toutes les ressources matérielles et virtuelles (mais pas d'aide de professeurs ou autres).

Le classement a lieu au début de Juin et les équipes d'excellence sont invitées à la cérémonie des Prix.

L'année dernière la Cérémonie eut lieu à Hambourg à l'occasion du Congrès International sur l'Enseignement mathématique, les équipes d'excellence ont présenté leurs dossiers à un public international.

Je me dois d'ajouter que nous ne faisons pas un classement complet, mais que nous distinguons plusieurs catégories dont la première est la catégorie des excellences. L'an dernier il y avait trois équipes d'excellence.

Au début il y avait 17 équipes de 10 pays. L'an dernier le concours a réuni 40 équipes de 23 pays.

Tout indique que nous aurons une augmentation sensible en 2017.



Pour vous donner une idée de la nature des problèmes posés en 2015 le problème consistait en l'organisation de la production d'un film et celui de 2016 en la gestion des récompenses d'un palmarès de course à pied.

J'ai mentionné déjà que le procédé de sélection peut varier d'un pays à l'autre.

Dans de nombreux cas la première année qu'il participe un pays choisit deux équipes parmi les écoles qui ont été le plus investies.

Les années suivantes chaque pays organise souvent une compétition interne pour désigner les équipes qui représenteront le pays.

Par exemple aux Usa en Australie et en Chine les équipes sont invitées à travailler sur le problème posé et un comité local choisit les deux meilleurs dossiers qui sont transmis aux experts du Jury international. En Chine il y a une étape supplémentaire avec un oral. IMMC Représente principalement une tentative de faire évoluer les programmes scolaires par l'intermédiaire de la création d'un concours international prestigieux.

Mais comment précisément ? Si certains professeurs ou des membres de l'administration du système reçoivent le message de l'importance de la modélisation, comment vont-ils se faire une idée plus précise du concept ?

Pour répondre à cette question nous avons créé GAIMME – Guidelines for Assessment and Instruction in Mathematical Modeling Education.

Pour conclure citons l'Introduction de ce Manuel :

“La raison principale de la création de GAIMME : nombreux sont ceux qui ont une expérience limitée de la modélisation mathématique, malgré son utilité et sa valeur à démontrer que les mathématiques peuvent aider à analyser les problèmes compliqués du monde autour de nous, et qu'elles peuvent aider à la prise de décision.

Nous voulions dresser un portrait plus clair de la modélisation mathématique, de ce que c'est et de ce que ce n'est pas, en que tant processus continu, et nous voulions montrer qu'enseigner ce processus aide les étudiants à mûrir, indépendamment des contenus mathématiques qui entrent eux-mêmes en jeu.”

Comme je l'ai dit en débutant, le changement culturel est difficile à réaliser et ne peut se produire dans l'urgence.

Nous avons commencé par faire mieux comprendre l'importance de la modélisation mathématique, nous avons montré par des exemples comment elle peut être introduite à **tous** les niveaux du cursus scolaire.

Nous devons encore convaincre les professeurs que ce changement de paradigme est non seulement souhaitable mais possible et nous devons apporter aux professeurs notre soutien total.