

mathématiques ici et ailleurs

une expérience américaine d'école d'été pour élèves avancés

*par Roger Cucullière
Lycée Jacques Decour,
12 avenue Trudaine 75009 Paris*

Du 6 au 26 juillet 1986, j'ai eu l'occasion de participer à un stage scientifique d'été pour élèves avancés, aux Etats-Unis, et cette expérience ne me semble pas sans intérêt pour nous, professeurs de mathématiques français.

Ce stage était organisé par l'"Institute for Advanced Education" (I.A.E.), organisme qui regroupe des scientifiques éminents de diverses disciplines (mathématiques, physique, économie) dont des Prix Nobel. Cet institut s'intéresse aux élèves de l'enseignement secondaire qui témoignent de l'intérêt pour les sciences et y manifestent des talents précoces : il se donne pour but d'encourager ces élèves à poursuivre des études scientifiques, en les mettant en contact avec des enseignants et des chercheurs de haut niveau, et en les initiant très tôt à la recherche.

Ce stage a rassemblé 120 élèves de 14 à 18 ans parmi lesquels sept Français, un Allemand, quelques Canadiens, trois Israéliens (dont deux Arabes), le reste étant composé d'Américains de divers états. Mon rôle était d'accompagner le groupe de Français et d'observer le déroulement de l'expérience.

L'I.A.E. étant indépendant de l'administration américaine et ne recevant pas de fonds d'Etat, les frais du voyage et du séjour étaient à la charge des familles, qui pouvaient trouver par ailleurs des aides ou des subven-

tions. Pour les Français, le séjour a été financé par la Fondation franco-américaine et une société d'informatique. Les élèves ont été choisis sur dossier, l'avis des professeurs des disciplines scientifiques étant prépondérant, le niveau en anglais étant important aussi pour les élèves français.

Comme il s'agit du premier stage de ce genre organisé par l'I.A.E., les services compétents de notre pays en ont été avisés assez tard, ce qui n'a pas permis d'assurer à cette initiative le maximum de publicité.

Le cadre était adapté à un stage estival, puisqu'il s'agissait du campus de Southampton de l'Université de Long-Island, et que cette île est une zone de villégiature dotée de vastes plages.

Les cours avaient lieu de 9h à 12h, après une gymnastique matinale et un petit déjeuner. L'après-midi était généralement libre excepté certains jours où étaient organisées des visites du laboratoire national de Brookhaven, grand laboratoire de physique comparable au CERN. Durant ces après-midi libres, les élèves se livraient à divers jeux ou activités sportives, ou bien au travail personnel, à la bibliothèque ou à la salle des ordinateurs.

Certains jours, en début de soirée, tous les élèves se rassemblaient dans un amphithéâtre pour écouter une conférence donnée par un chercheur de premier plan sur un sujet scientifique d'intérêt général : les progrès de la physique, le neutrino, l'A.D.N., le laser, etc.

La fin des soirées était libre et les élèves pouvaient continuer à travailler, faire du sport, se rencontrer dans une "party", etc.

En dehors des cours, les élèves étaient encadrés par des animateurs, étudiants ou enseignants en vacances. Elèves, animateurs et professeurs logeaient tous sur le campus. Ainsi les professeurs étaient-ils perpétuellement disponibles pour répondre aux questions des élèves, entre deux parties de tennis, ou sur la plage, ou ailleurs.

Au début du stage, les élèves ont été invités à choisir trois matières d'enseignement parmi les suivantes : Recherche Mathématique, Compétitions Mathématiques, Informatique, S.A.T., Science, Echecs, Tennis, Voile. Le S.A.T. ("Scholastic Achievement Test") est un test d'entrée dans les Universités, qui porte essentiellement sur la compréhension de la langue anglaise et des notions élémentaires de mathématiques. L'intitulé "Science" désignait un cycle de cours de sciences physiques et naturelles.

Remarquons que ceci permettait une grande diversité de choix dans les activités pratiquées durant ces trois semaines. Les sept élèves avaient choisi Recherche Mathématique, Compétitions Mathématiques et Informatique.

L'enseignement de l'Informatique portait sur le langage "C", le Lisp, le Prolog, l'Intelligence Artificielle et les Systèmes Experts. Une salle d'in-

formatique comportant une cinquantaine de micro-ordinateurs était ouverte sur une large plage horaire. Je ne développerai pas cette question, sauf à remarquer que les jeunes américains présents au stage étaient généralement plus avancés en informatique que les jeunes français du même âge.

Comme je l'ai indiqué plus haut, les mathématiques étaient représentées par deux séries de cours : "Recherche Mathématique" et "Compétitions Mathématiques".

Le cours intitulé "*Recherche Mathématique*" traitait de grandes questions de Théorie des nombres et de Combinatoire en des exposés non dogmatiques qui allaient à l'essentiel et faisaient largement appel au travail de documentation des élèves, sans entrer dans le détail des démonstrations. Dans ce cas, l'accent était mis sur les problèmes importants posés dans le développement des questions traitées, les liens entre ces problèmes, les méthodes de recherche et d'exposition orale et écrite des résultats mathématiques.

Cet enseignement incitait chaque élève à s'intéresser à un sujet mathématique donné, à le creuser par des recherches bibliographiques pour en acquérir la meilleure connaissance possible et pour aboutir à un travail personnel qui fasse progresser la connaissance du sujet. C'était une véritable initiation à la recherche universitaire en mathématiques.

Ce cours avait été confié à un professeur d'une "high-school" (lycée) de New York qui dirige des projets de recherche conduits par des élèves. Il existe, aux Etats-Unis, un prix Westinghouse qui récompense les meilleurs de ces travaux. Ces dernières années, ce professeur a dirigé des projets tels que : "nombres quasi-parfaits", "cercles inscrits dans les trapèzes", "nombres de Carmichael", "une résolution du cube de Rubik à l'aide de la transformation des équations", etc.

Au niveau plus modeste du stage d'été de trois semaines, on demandait à chaque élève de choisir un sujet et de remettre un petit rapport de recherche. A la fin du stage, les rapports faisaient l'objet d'un classement et c'est un jeune Français qui a remporté le premier prix.

Le label "*Compétitions Mathématiques*" recouvrait une série de cours centrés sur la recherche de problèmes dans divers domaines des mathématiques élémentaires : Théorie des nombres, Géométrie élémentaire, Combinatoire, Théorie des graphes. Ces cours comportaient une partie de mise au point des connaissances, mais étaient surtout consacrés à l'étude des problèmes et des méthodes à mettre en œuvre pour leur résolution : ce que les anglo-saxons appellent le "*problem-solving*".

Il ne s'agissait pas de problèmes tels qu'on en pose dans nos lycées, et qui sont composés d'une suite de questions qui tracent à l'élève la voie à suivre vers la solution. Au contraire, c'étaient des problèmes *bruts*, à l'énoncé bref mais déconcertant. Par exemple :

— Quel est le dernier chiffre du nombre 7^{77} , écrit dans le système décimal ?

— Montrer que dans tout groupe de 9 personnes, il y en a au moins trois qui se connaissent ou bien quatre qui ne se connaissent pas.

— On donne n nombres entiers, distincts ou non : montrer que l'un d'entre eux est multiple de n , ou bien que la somme de certains d'entre eux est multiple de n .

Devant ce type d'énoncé, l'élève devait formuler lui-même les questions intermédiaires dont la résolution progressive devait conduire à la solution. Plus que d'enranger des connaissances mathématiques, le but était d'initier à des stratégies de recherche.

Dans la plupart des pays du monde, ont lieu des compétitions mathématiques où les jeunes s'affrontent pour le simple plaisir de chercher et de trouver, et les épreuves sont généralement constituées de problèmes de ce genre. Ce cours constituait une préparation à ces compétitions qui sont encore fort peu développés dans notre pays.

A la fin du stage a eu lieu la première Olympiade mathématique de Southampton, dont on trouvera plus loin le texte. Nos jeunes compatriotes ont obtenu de bons résultats.

Ces deux cours abordaient donc l'enseignement des mathématiques, sous deux aspects différents mais complémentaires : tous deux mettaient l'accent sur l'activité indépendante de l'élève, sur sa capacité à réfléchir par lui-même et à frayer ses propres voies. Ce qui a eu des effets spectaculaires : c'était un vrai bonheur de voir ces jeunes tirer parti de la moindre suggestion et se lancer avec enthousiasme et efficacité dans des voies inédites. Pour les élèves français, tout ceci était nouveau tant par les méthodes utilisées que par les disciplines mathématiques abordées — sans oublier, bien sûr, que les cours avaient lieu en anglais ! Ils en ont retiré un grand profit, et il est possible qu'à l'avenir ce type de stage attire un plus grand nombre d'élèves français.

Au terme de cette relation, il est permis de tirer quelques leçons de cette expérience. Cette école d'été est la première qu'organise l'"Institute for Advanced Education" pour répondre aux besoins spécifiques des élèves avancés (en anglais : "gifted" ou "talented"). Mais l'étude de cette population scolaire particulière ne commence pas en 1986, ainsi qu'en témoigne la brève bibliographie commentée que l'on trouvera ci-après. En France, on a trop souvent tendance à penser que ces élèves ne posent pas de problèmes. Mais de sérieuses études, comme celle de Jean-Charles Terrassier, montrent que ces élèves, quand ils sont jeunes et ne trouvent pas chez eux de soutien suffisant, peuvent être, eux aussi, pénalisés par un système scolaire qui ne prendrait pas en compte leur spécificité. Et même s'ils parviennent à échapper à cet échec scolaire, ce qui était le cas de sept élèves dont j'ai parlé ici, le problème demeure de leur offrir un enseignement qui

réponde à leur attente et les conduise à une utilisation optimale de leurs potentialités. Ceci me semble absolument indispensable pour deux raisons au moins :

- le rôle de l'école n'est pas de couler tout le monde dans un moule unique, mais de respecter la diversité de la demande éducative et de lui répondre, dans chaque cas, de façon adaptée ;
- au-delà de l'intérêt particulier des élèves concernés, il faut considérer l'intérêt général, qui est de développer au maximum les capacités intellectuelles des citoyens de demain, car c'est une composante essentielle de notre progrès économique et social.

Il en résulte que l'expérience relatée ici, à côté de ses évidents aspects positifs, présente un petit défaut : c'est justement de se dérouler aux USA, ce qui risque de favoriser une "fuite des cerveaux" préjudiciable aux intérêts de notre pays.

On peut légitimement penser que c'est ici-même et non au delà des mers, que l'on peut résoudre ce problème et que nous, professeurs de mathématiques, pouvons y contribuer.

Les divers Rallyes ou Olympiades mathématiques organisés en France, et en particulier l'Olympiade mathématique parisienne qui a eu lieu en février 1987, constituent d'intéressantes avancées dans ce sens, mais il s'agit de prendre ce problème en amont, d'étudier la population scolaire concernée, de rassembler les études qui lui ont déjà été consacrées, d'engager des expériences éducatives qui répondent à ces besoins.

J'invite donc tous les collègues intéressés à se mettre en contact avec moi pour des échanges d'expériences ou de documentation, ou même de projets d'actions telles que stages d'été en France, compétitions mathématiques ou autres idées qui pourront surgir.

NB. — Cet article a été rédigé pour l'essentiel en octobre 1986, mais n'a pu paraître plus tôt. En décembre 1987, nous pouvons préciser qu'un second stage de l'I.A.E. s'est déroulé en juillet 1987 dans des conditions à peu près analogues, avec la participation de neuf jeunes Français, pour la plupart lauréats de compétitions mathématiques (Concours Général, Rallye Mathématique d'Alsace, Olympiade Mathématique d'Ile-de-France). Cette année, les participants ont pu s'adonner à l'étude et à la pratique des Sciences Physiques. Les élèves français ont remporté plusieurs prix de fin de stage. L'article ci-dessus reste donc d'actualité.

ANNEXE

Texte de la première Olympiade mathématique de Southampton (Long Island)

1. Prouver que s'il n'existe que deux pièces de monnaie, une de 3 centimes et une de 5 centimes, alors on peut payer avec ces pièces toute somme plus grande que 7 centimes.

2. Prouver que pour toute solution (x_1, y_1, z_1) du système d'équations $x + y + z = a$, $\frac{1}{x} + \frac{1}{y} + \frac{1}{z} = \frac{1}{a}$, l'un au moins des trois nombres x_1, y_1, z_1 est égal à a .
3. Le Grand Maître Lev Alburk joue au moins une partie d'échecs chaque jour pour rester en forme, mais pas plus de 10 parties par semaine (suite quelconque de 7 jours consécutifs) pour ne pas être trop fatigué. Prouver que s'il joue assez longtemps, il y aura une suite de jours consécutifs durant lesquels il aura joué exactement 21 parties.
4. Une organisation comprenant n membres ($n > 5$) possède $n + 1$ comités de 3 membres, deux à deux distincts. Prouver que deux de ces comités ont exactement un membre en commun.

BIBLIOGRAPHIE COMMENTÉE

Jean-Charles TERRASSIER : *Les enfants surdoués ou la précocité embarrassante*, ESF, 1981.

En dépit du titre sujet à caution, le concept de "surdoué" ne faisant pas l'unanimité, il s'agit d'un livre sérieux, écrit par un psychologue de profession, qui constitue une bonne introduction à la question et comporte une bibliographie de plus de cent articles et ouvrages.

Peggy HOUSE, Markita GULLIVER, Susan KNOBLAUCH : *On meeting the needs of the mathematically talented : a call to action*, Mathematics Teacher, mars 1977.

Article de la revue du "National Council of Teachers of Mathematics" (NCTM), l'équivalent américain de l'A.P.M.E.P., article qui constitue une première approche de la spécificité de ces élèves et de leurs besoins particuliers en matière d'enseignement ; riche bibliographie sur le sujet.

Kathleen MEID : *Characteristics and special needs of the gifted student in mathematics*, Mathematical Teacher, avril 1983.

Approfondissement de l'article précédent, dans un numéro spécial "Gifted Students" de la même revue, qui comprend six autres articles consacrés au même sujet, sous plusieurs aspects.

Christopher ZEEMAN, Ian STEWART : *Mathematics for young people : the Royal Institution Masterclasses*, The Mathematical Intelligencer, vol. 7, n° 3, 1985.

Classes spéciales pour élèves brillants au Royaume Uni, avec un programme mathématique des plus alléchants : Géométrie et perspective, Fractions continues, Equations diophantiennes, Engrenages, Théorie des nœuds, Théorie des catastrophes.

M.-H. B., d'après Nikolaï MEISSAK : *Petites histoires fantastiques, ou les surdoués*, France-URSS Magazine, 1975.

Article de magazine, de niveau scientifique moindre, mais qui donne quelques informations sur l'expérience soviétique d'Akademgorodok.