

Michel Bineau

De l'enseignement mathématique dans le cycle primaire aux États-Unis

A New York, l'été.

Le D^r ROSSKOPF, directeur du département d'éducation mathématique à Teachers College, Columbia University, avait invité l'été dernier Z. DIENES et G. MATTHEWS à y exposer leurs conceptions de l'éducation mathématique dans l'enseignement primaire au cours de deux sessions successives d'une semaine. L'auteur de cet article, en visite dans les parages à la même époque, doit à l'amabilité du D^r ROSSKOPF et de Mrs HERMAN, organisatrice de la session, d'y avoir participé.

Il n'est pas nécessaire de présenter Z. DIENES dans ces pages; ses publications ont fait largement connaître ses travaux. Quant à G. MATTHEWS, il dirige en Angleterre un programme de rénovation de la pédagogie mathématique connu sous le nom de "Nuffield Project". Ce programme, initié en 1964, semble être un facteur d'animation efficace pour les écoles du Royaume-Uni. Il a produit une série de publications attrayantes et riches d'idées.

Dienes et Matthews.

Étrange introduction à l'éducation mathématique aux États-Unis que le nom de ces deux hommes venus d'ailleurs; mais le fil des événements, fruit du hasard, la provoque. En outre, les recherches de DIENES et du projet NUFFIELD s'imposent à l'attention et émergent d'une quantité d'autres par leur cohérence et leur originalité de sorte qu'elles ont une valeur de référence. L'amour du paradoxe suggère d'opposer l'ambition de DIENES d'amener l'enfant, par la reconnaissance de structures, à la pensée abstraite et à la méthode axiomatique des mathématiques, à l'absence d'ambition du projet NUFFIELD dans son effort d'utiliser au mieux l'environnement pour introduire l'enfant à la connaissance d'une mathématique en laquelle les oppositions entre ancienne et nouvelle, classique et axiomatique, sont estompées. L'opposition est certes abusive car l'influence mutuelle est évidente et les opinions communes nombreuses, d'ailleurs partagées par les programmes spécifiquement américains dont nous parlerons plus loin. Même si la démarche de DIENES suscite une certaine réserve, il est clair que nombre de ses idées s'infiltrèrent partout. Le procédé pédagogique des deux hommes est semblable dans leurs sessions. Ils alternent exposés, films et activités avec des enfants. Mais tandis que DIENES démontre devant les participants

comment lui-même et son équipe mènent l'activité d'un groupe d'enfants, MATTHEWS amène les participants eux-mêmes au rôle de pédagogues sur des thèmes qu'il a suggérés. Pour lui l'éducation se développe en spirale ou, vue autrement, se tisse en une toile d'araignée de concepts dont les fils importent autant que les nœuds. Des activités scolaires créatives et imitatives développent et élargissent le langage qui s'étoffe au cours d'expériences préconceptuelles. Volume, poids et balance, longueur et surface, forme et dimension, nombre, mesure du temps sont les composants de relations que l'on traduit par l'expression mathématique et au moyen de représentations diverses, que l'on analyse au moyen des structures arithmétiques, par la reconnaissance des formes et le calcul des dimensions. L'enchaînement des expériences vers le nombre et les opérations commence au niveau préscolaire dans les expériences avec les matériaux, dans les premières expériences sur l'espace, la forme et la dimension, la capacité de contenir, d'emboîter, de construire et dans l'expression vocale des nombres. Vient ensuite la notion de relation que l'enfant perçoit déjà lorsqu'il voit que certaines choses vont ensemble. Son intuition s'affirme dans les premières expériences de rangement suivies peu à peu de classifications plus complexes. La correspondance terme à terme construit le concept de nombre, concept reconnu comme cet invariant particulier du discontinu qu'il désigne. Le nombre, propriété d'une classe d'ensembles, jouit d'une propriété de ces classes. De même que certains jeux de boîtes, certaines classes d'ensembles peuvent être ordonnées par inclusion et il en résulte un ordre pour les nombres. Arrêtons ici l'examen de cette progression familière en reconnaissant l'universalité du projet. Et certes, tous les programmes de recherche en pédagogie mathématique se fondent sur la question que G. MATTHEWS place à la base du projet NUFFIELD « que faut-il enseigner — comment? »

Questions.

Comment nos collègues américains accueillent-ils les messages de DIENES et MATHEWS? La rénovation de la pédagogie mathématique est-elle très en avance aux États-Unis et dans quelle direction s'oriente-t-elle?

La rencontre des participants à cette session fournit une occasion de voir ces questions à travers des personnes directement concernées plutôt que d'en chercher la réponse dans les textes d'un des projets présentés succinctement plus loin. Qui sont les participants à la session? Environ vingt-cinq en nombre, ce sont, en fractions égales, des maîtres et des animateurs pédagogiques. La plupart habitent la région de New-York, cependant certains viennent de loin.

La réponse à la première question traduit les impressions des participants. DIENES fascine mais sa pédagogie semble parfois horter d'atteinte. N'a-t-il pas parlé à cette occasion de « corps de Galois ». Son style est en outre imprégné d'une attitude expérimentale. La fin et les moyens seront perpétuellement remis en question (mais peut-il en être autrement? Le refus de saisir la nature de cette incertitude est une cause d'incompréhension entre les maîtres et le réformateur, il peut entraîner le refus de tout changement). Le caractère extrême de certains exercices ne doit cependant pas masquer les thèmes essentiels qu'il a développés, les multibases, les relations, la logique, et qui sont universellement acceptés. Pour les participants l'enseignement de DIENES sera plus une information qu'un guide. A sa technique de pédagogie

structurée s'oppose l'apparence naturelle, attentive à l'enfant, de MATTHEWS. Le message de celui-ci est d'une efficacité directe.

Notre seconde question est ambitieuse. La réponse, subjective, sera de valeur limitée. Pour la préparer, quelques remarques relatives à l'organisation de l'enseignement sont nécessaires.

Le système scolaire aux Etats-Unis.

L'éducation scolaire aux États-Unis est traditionnellement plus libérale qu'en France. Moins exigeante à l'égard des enfants au point de vue des horaires et des programmes, l'éducation accorde une place importante aux sports. L'apprentissage de la liberté, thème pédagogique actuel, peut se trouver favorisé par des facteurs extrascolaires. Ainsi la recherche d'une pédagogie active se place dans un contexte différent du contexte français, elle se trouve moins urgente en quelque sorte.

La structure même du système a l'avantage d'une souplesse qui rendra l'évolution plus aisée. La séparation traditionnelle entre l'école primaire et l'école secondaire n'est pas systématique. La transition se fait dans une tranche intermédiaire qui réunit l'équivalent de nos Cours moyens et de la Sixième. Par suite de cette situation la réforme de l'enseignement des mathématiques introduite en premier lieu dans les classes secondaires trouve son prolongement naturel vers les Cours moyens. A ces niveaux le problème posé consiste moins à élaguer un enseignement surchargé qu'à structurer et fortifier des programmes faibles en mathématiques.

Un autre facteur favorable à l'évolution est d'ordre administratif. Les écoles sont sous l'autorité et la responsabilité des communautés locales qu'elles servent. Il y a ainsi environ 35 000 districts scolaires autonomes. Les autorités locales ont en principe plein pouvoir sur le recrutement du personnel, le niveau des salaires et la définition des programmes. Remarquons incidemment que le prestige de la profession d'enseignant n'est probablement pas plus brillant aux États-Unis qu'en France. Cependant le niveau des rémunérations est notablement plus élevé, approximativement double pour sa borne inférieure; la gamme des rémunérations possibles varie elle-même du simple au double dans l'enseignement primaire. Aujourd'hui de nombreux districts scolaires emploient un consultant ou conseiller en pédagogie mathématique. Un district peut également choisir de s'affilier à un des projets de pédagogie mathématique dont il recevra diverses formes d'aide.

Depuis plusieurs années de nombreuses sources de financement ont alimenté des groupes de recherche en pédagogie mathématique formés au sein d'universités. Il est intéressant de considérer le fonctionnement et l'évolution de tels groupes. Un groupe se forme sur la base de contrats à durée limitée avec un ou plusieurs bailleurs de fonds. Après une période de recherche et d'expérimentation le groupe arrive normalement à une phase d'exploitation dans laquelle il produit des documents, guides et matériels divers. Cette phase est alors suivie de commercialisation et du relais du financement initial par un financement commercial. Les projets mentionnés ci-après sont déjà plus ou moins engagés dans cette phase commerciale.

Projets américains et leurs productions.

Une large variété de projets s'offre au choix de chaque district scolaire, voire de chaque école, pour mettre au point son enseignement des mathématiques. La relation avec un projet va de la simple fourniture de documentation et de matériel

pédagogique jusqu'à l'affiliation. Parmi ces projets mentionnons le "Madison Project", le "School mathematics study group" (S.M.S.G.), "Minnemast" et "Math workshop for children". Du point de vue de l'utilisateur on peut d'ailleurs ajouter à cette liste le "Nuffield Project" anglais et les productions de DIENES bien que les services qu'ils offrent soient probablement moins directement disponibles.

Un tel projet fournit à ses utilisateurs une documentation complète et suivie, livres de classe, fiches, livres du maître et matériel pédagogique ainsi qu'une aide à la formation et l'information des enseignants. — Vu de l'extérieur il n'est pas aisé de les différencier. — En effet, leur objectif dans leur réalisation commerciale actuelle n'est pas de susciter une révolution complète des techniques et de l'objet de l'apprentissage scolaire mais, acceptant dans leur ensemble les thèmes des programmes scolaires actuels, ils visent à en améliorer la pédagogie. La mise au point des textes nouveaux procède de considérations semblables dans les différents cas. Il y a tout d'abord un glissement vers les classes inférieures de sujets traditionnellement introduits selon une répartition analogue à celle des programmes français. Dans l'élaboration d'un texte nouveau le contenu et la méthode de l'enseignement ne peuvent plus être séparés. On parle souvent d'apprentissage par la découverte bien que cette notion reste encore difficile à définir. Cependant l'apprentissage d'un concept mathématique passe en général par trois étapes : l'exploration non structurée, la découverte de propriétés ("pattern" est le mot magique qui désigne toute organisation que l'on peut reconnaître), enfin le stade formel où la preuve se construit au moyen d'axiomes et de règles.

1° Le "Madison Project" se nomme lui-même un des projets de mathématiques nouvelles (the Madison Project, Syracuse University, Syracuse N.Y. 13 210). Son centre est situé à l'université de Syracuse et au "Webster College" (Saint Louis, Mo) qui sert de centre expérimental. Selon ce projet, la situation actuelle rend inévitable la variété, l'incertitude, l'expérimentation et la remise en cause continuelle des idées acquises. Aussi convient-il d'assurer une évolution sans heurts. C'est pourquoi le "Madison Project" propose une méthode de transformation progressive. Les informations recueillies à son sujet laissent penser qu'il ne s'est pas attaché à des recherches pédagogiques originales mais plutôt à intégrer en un ensemble complet les productions d'autres projets. Pour le niveau secondaire, il s'appuie en particulier sur l'U.I.C.S.M. (University of Illinois Committee on School mathematics) et sur le S.M.S.G. présenté plus loin. Pour le niveau primaire, il s'est appuyé sur l'"University of Illinois Arithmetic Project" et plus récemment, semble-t-il, sur le projet Nuffield. Il couvre maintenant les mathématiques depuis le jardin d'enfants jusqu'aux classes secondaires comprises et a atteint une phase de développement commercial. Il offre des écoles d'été, des services permanents répartis géographiquement, des films, des livres et une revue.

2° S.M.S.G. : Il s'agit d'un groupe de recherche formé à l'université de Stanford, Californie, en 1958 et dont le contrat doit s'achever dans deux ans. Le processus de commercialisation est déjà très avancé. (Les documents sont édités par A.-C. VROMAN, Inc. 2085 E. Foothill Blvd, Pasadena, California 91109). L'éditeur propose une gamme complète d'ouvrages scolaires depuis le jardin d'enfants jusqu'à l'université, une sélection de monographies pour éveiller l'intérêt sur des domaines particuliers des mathématiques, divers documents sur la pédagogie des mathématiques, des textes destinés à la formation des enseignants et un journal.

3° *Minnemast* : Le "Minnesota mathematics and Science teaching project" est un programme à long terme qui se propose de coordonner la mathématique et la science et de déterminer ce que les enfants peuvent apprendre. Son directeur, D^r J. WERTZ, est professeur de physique. Le projet est financé par la National Science Foundation. Pour les classes élémentaires le travail est centré sur deux structures mathématiques : le système des nombres réels et la géométrie de l'espace. La mesure est un lien entre science et mathématique. Si l'ambition de ce programme ainsi présenté peut paraître banale, il est toutefois considéré avec faveur pour la qualité de sa production.

4° *Math Workshop for children* : Ce projet, dirigé par le P^r SAWYER, Department of Mathematics, Wesleyan University, Middletown, Connecticut, est commercialisé par Encyclopedia Britannica Films, Inc. Il proclame ouvertement son absence d'ambition en annonçant qu'il ne contient ni mathématique nouvelle, ni théorie nouvelle de l'éducation mais que son but est de fournir aux enseignants le meilleur outil de travail possible en rassemblant dans un ensemble unifié ce qui est généralement accepté du point de vue mathématique et pédagogique. Les sujets couverts sont donc ceux de l'arithmétique, des mesures et de la géométrie mais l'accent est toujours mis sur les structures rencontrées aussi bien dans les propriétés des nombres que dans les activités que nous appelons habituellement « problèmes ».

Il est certain que le niveau de l'éducation scolaire aux États-Unis va, d'un lieu à l'autre, de l'indigence à la richesse, qu'il y a conflit permanent entre les tendances de divergence et d'uniformisation, entre les causes de stagnation et de progrès. Une éducation, image fidèle de notre époque, c'est-à-dire traductrice des formes de pensée, d'action, de vie qui en imprègnent les consciences, sera sujette à la loi nouvelle du mouvement, contradiction de l'équilibre que pourtant elle désire légitimement. Les facteurs de fluidité, le libre exercice des forces latentes qui cherchent à traduire les acquisitions en langage pédagogique seront les conditions nécessaires de sa réussite.

Bonne année.

La Rédaction des Cahiers souhaite à tous les lecteurs une très bonne et heureuse année $3^7 - 3^5 + 3^3!$

Nos publications.

Deux nouvelles brochures de l'APMEP vont sortir des presses en janvier : n° 4 : *Les angles*, par J. FRENKEL; n° 5 : *Éléments de logique pour servir à l'enseignement mathématique*, par J. ADDA et A. FAIVRE.

Quant aux cahiers des *Chantiers*, après avoir reproduit la conférence de J.-B. GRIZE (Suisse), ils publient cette fois un article sur la réforme aux USA et nous pensons publier dans le Cahier 15 la conférence de M^{me} KRYGOWSKA sur la réforme en Pologne.

Écrivez-nous vos suggestions, vos critiques. Faites abonner vos amis.