

## L'APPRENTISSAGE PAR LES PAIRS

### L'APPORT D'ERIC MAZUR À LA PÉDAGOGIE\*

D<sup>r</sup> Eric Mazur est un physicien né à Amsterdam en 1954 qui a fait ses études à l'Université de Leyde en Hollande où il a obtenu un Ph. D. en physique en 1981. Il enseigne cette discipline à l'Université Harvard, où il a fait ses études postdoctorales. Il y dirige aujourd'hui l'un des plus importants groupes de recherche de cette discipline qui se consacre à l'étude de la spectroscopie et de la nanophotonique. C'est un physicien reconnu mondialement qui a publié à ce jour 266 articles scientifiques et enregistré 23 brevets. Parallèlement à ses activités de recherche fondamentale, Mazur a développé une approche pédagogique qu'il désigne sous le nom de *Peer Instruction* et qu'il a décrite dans une publication de 1997 portant le titre de *Peer Instruction: A User's Manual*<sup>1</sup>, que l'on pourrait traduire par *Apprentissage par les pairs: mode d'emploi*<sup>2</sup>.

Cet article a pour but de faire connaître la contribution pédagogique de Mazur, en particulier l'apprentissage par les pairs, une méthode pédagogique qui peut être adaptée à l'enseignement de toutes les disciplines. Il vise également à montrer les liens originaux élaborés par Mazur entre la méthode de l'apprentissage par les pairs et la méthode de la classe inversée et, enfin, à ouvrir des perspectives d'application de cette approche dans les classes du collégial.

#### ► L'ORIGINE DE SON QUESTIONNEMENT PÉDAGOGIQUE

Jusqu'en 1990, Eric Mazur a enseigné la physique de façon conventionnelle en donnant un cours magistral («lecture») parsemé de quelques démonstrations en classe. Son enseignement s'adressait à de grandes classes d'étudiants du premier cycle rassemblées dans des amphithéâtres comme on en retrouve dans toutes les universités. Ses étudiants réussissaient à résoudre des problèmes relativement difficiles avec aisance et les évaluations qu'ils faisaient du cours étaient très positives. Tous ses étudiants pouvaient lui réciter la troisième loi de Newton<sup>3</sup> et faire les calculs requis avec succès. Cette loi stipule que les forces s'exercent toujours en paires égales et opposées, et résultent de l'interaction même entre deux



GERMAIN BOUFFARD  
Cégep de Lévis-Lauzon

objets. Pourtant, si on leur demandait de comparer les forces dans une collision entre un camion lourd et une petite automobile, la plupart croyaient fermement que le camion exerçait une plus grande force. De fait, les masses différentes des véhicules font en sorte que ceux-ci subiront des accélérations différentes, mais la force appliquée sur chacun résulte de leur interaction (l'impact) et est de même magnitude pour l'un et l'autre. Mazur a constaté que s'il demandait aux étudiants d'expliquer les concepts de physique sous-jacents à cette loi et à ces problèmes, ils échouaient assez lamentablement. Ils n'avaient pas encore opéré le passage de l'univers aristotélien à l'univers newtonien.

Se posait alors la question suivante: comment expliquer que des étudiants brillants, capables d'énoncer une loi et surtout capables de faire correctement les calculs en découlant se révélaient incapables de raisonner comme des physiciens? Ces étudiants ne comprenaient que superficiellement la physique tout en réussissant remarquablement aux examens traditionnels qui leur demandaient d'appliquer des formules et de les utiliser pour produire des calculs justes tels qu'on les retrouve dans leurs manuels<sup>4</sup>.

#### ► L'INVERSION DE LA CLASSE

Mazur a décidé un jour de produire des notes de cours plutôt que d'utiliser directement le manuel. Ses notes présentaient l'avantage d'être plus concises et de fournir une vision globale et synthétique de la matière. Il les distribuait à la fin de la période afin que ses étudiants les utilisent pour leur révision en vue de l'examen. Ensuite, ces derniers lui ont demandé de distribuer ses notes avant le cours, ce qu'il a fait. À la fin du

\* L'auteur remercie Jacques Belleau, Karl Giroux et Dave Bélanger du Cégep de Lévis-Lauzon ainsi que Nathaniel Lasry du Collège John Abbott pour leurs suggestions qui ont contribué à améliorer ce texte.

<sup>1</sup> Eric Mazur, *Peer Instruction: A User's Manual*, Upper Saddle River, Prentice-Hall, 1997.

<sup>2</sup> Mazur décrit sa méthode pédagogique au début de son livre. La suite du volume s'adresse aux professeurs de physique qui y trouveront de nombreuses mises en situation pédagogiques basées sur de brefs exposés, des problèmes, des illustrations schématisées, et surtout des *concept tests*.

<sup>3</sup> «Pour chaque action, il existe une réaction égale et opposée: l'action est toujours égale à la réaction; c'est-à-dire que les actions de deux corps l'un sur l'autre sont toujours égales, et dans des directions contraires.» Ou encore: «Tout corps A exerçant une force sur un corps B subit une force d'intensité égale, de même direction mais de sens opposé, exercée par le corps B» (3<sup>e</sup> loi).

<sup>4</sup> «Most textbook problems test mathematical instead of analytical thinking skills» (Mazur, 1997, p. 30).



semestre, ses étudiants lui reprochèrent de lire ses notes de cours! Il leur concéda qu'ils avaient raison: en effet, pourquoi redire en classe ce qu'ils avaient déjà appris, du moins partiellement, en lisant les notes avant le cours? Ses notes de cours serviraient désormais de prise de contact avec la matière, la période de cours deviendrait le lieu de l'approfondissement des notions vues préalablement, de l'explication des difficultés rencontrées lors de la lecture préalable, du développement de l'assurance, de l'application de la théorie à d'autres exemples. Le manuel et les notes de cours serviraient désormais de référence et de guide d'étude. Le professeur ne revenait plus en classe sur ce que les étudiants avaient lu avant la classe. C'était inutile et redondant. Il cessa aussi de résoudre des problèmes en classe, sans toutefois les faire disparaître totalement des évaluations, misant sur le fait qu'un étudiant qui comprend les principes et les concepts peut encore mieux résoudre les problèmes et faire les calculs requis par la situation à analyser.

*Ces étudiants ne comprenaient que superficiellement la physique tout en réussissant remarquablement aux examens traditionnels [...].*

### ► L'APPRENTISSAGE PAR LES PAIRS / PEER INSTRUCTION

Mazur poussa plus loin l'expérience en imaginant un scénario pédagogique qui allait mettre en action tous ses étudiants pendant la classe dans le but de les orienter essentiellement en direction de la compréhension des concepts (voir l'encadré «Apprentissage d'un concept selon la méthode Mazur»). Ses présentations consistent maintenant en de brèves explications d'éléments clés, chacun suivi d'un test sur le concept expliqué (*concept test*). Il s'agit de tests formatifs qui fournissent une rétroaction rapide aux étudiants et au professeur. Ce test est construit autour d'une question fondamentale à laquelle le professeur fournit un nombre limité de réponses plausibles.

De fait, dans la très grande majorité des cas, la discussion entre les étudiants génère invariablement la production d'une réponse correcte ou augmente systématiquement et significativement le nombre de votes pour la réponse adéquate, jamais l'inverse<sup>5</sup>. La raison en est qu'il est plus facile pour l'étudiant qui est parvenu à la bonne réponse de convaincre quelqu'un de l'adopter parce qu'il a compris le concept et qu'il a élaboré une argumentation plus convaincante qu'une personne qui a opté pour une mauvaise réponse. Au cours du processus, la confiance des étudiants dans leur sens critique augmente, ce qui constitue une habileté fondamentale à acquérir en enseignement supérieur. En réalité, il apparaît que les étudiants

expliquent mieux les concepts que le professeur parce que leur maîtrise du concept est toute récente et qu'ils ont conséquemment frais en mémoire les difficultés qu'ils eurent à surmonter pour y parvenir. Ils savent donc précisément sur quoi insister dans le déroulement de leur explication. Un professeur d'expérience a généralement oublié les erreurs et les hésitations de son processus de maîtrise du concept<sup>6</sup>.

### ► RÉSOUDRE UN VIEUX DILEMME DE PROFESSEUR : DOIS-JE, PUIS-JE VOIR TOUTE LA MATIÈRE ?

L'utilisation de cette stratégie d'enseignement prend du temps de classe qui était traditionnellement dévolu à la passation de contenu et à l'explication des techniques de résolution de problèmes<sup>7</sup>. Mazur a éliminé de ses cours les exercices, les problèmes à résoudre, les reprises des lectures de texte ou de notes de cours. Il exige de ses étudiants qu'ils lisent la documentation avant de venir en classe et qu'ils fassent les problèmes hors de la période de cours ou lors de périodes dévolues spécifiquement à cet effet (*discussion section*). Bref, il a dépouillé son cours des «détails mécaniques» pour s'en tenir à l'explication et la maîtrise des concepts et des principes. Ses étudiants réussissent-ils moins bien lorsque soumis à une évaluation traditionnelle qui comprend des problèmes à résoudre? Au contraire, ils réussissent encore mieux, à la fois à résoudre les questions d'ordre conceptuel et les questions traditionnelles présentant des problèmes à résoudre comme on en retrouve dans les manuels classiques de physique. Il observe cette amélioration autant chez les plus forts des étudiants que chez les plus faibles et les étudiants moyens<sup>8</sup>. En distribuant le calendrier des lectures préalables au début du

<sup>5</sup> «In fact, 29% correctly revised their initially incorrect answer, while only 3% changed from correct to incorrect. [...] There is always an increase and never a decrease in the percentage of correct answers» (Mazur, 1997, p. 13).

<sup>6</sup> Ce passage peut surprendre; voici les mots de Mazur: «At times, it seems that students are able to explain concepts to one another more effectively than their teachers. A likely explanation is that students who understand the concept when the question is posed have only recently mastered the idea and are still aware of the difficulties involved in grasping that concept. Consequently, they know precisely what to emphasize in their explanation. Similarly, many seasoned lecturers know that their first presentation of a new course is often their best, marked by a clarity and freshness often lacking in later, more polished versions. The underlying reason is the same: As time passes and a lecturer is continuously exposed to the material, the conceptual difficulties seem to disappear and therefore become harder to address» (Mazur 1997, p. 13-14).

<sup>7</sup> Mazur ne fait pas disparaître totalement les exposés magistraux de ses cours, ce qu'il appelle le *straight lecturing*.

<sup>8</sup> «Apparently, and perhaps not surprisingly, a better understanding of the underlying concepts leads to improve performance on conventional problems» (Mazur, 1997, p. 16).



semestre, ainsi que le calendrier des sujets traités en classe et les devoirs à faire hors de la classe, le groupe peut alors couvrir la même quantité de matière que dans un environnement traditionnel de cours magistraux. Afin de rassurer les étudiants sur leur progression, le professeur programme au milieu du semestre une période consacrée à la révision. Afin d'habituer ses étudiants à faire les lectures requises, Mazur passe un petit questionnaire au début des premiers cours du semestre auquel il attribue quelques points bonus. Après, l'habitude est bien ancrée et le recours aux points peut être totalement abandonné.

### LA PRÉPARATION AVANT LE COURS (JUST-IN-TIME TEACHING)

On aura compris que le travail requis des étudiants avant le cours occupe une partie centrale dans cette méthode d'enseignement. Afin de s'assurer que ses étudiants allaient faire les travaux requis avant le cours, Mazur a utilisé une technique efficace, le *Just-in-Time Teaching*<sup>9</sup> (JiTT). Cette méthode est dite *Just-in-Time* parce que le travail préparatoire de l'étudiant et de préparation de cours par le professeur se fait généralement la veille du cours. Les buts premiers du JiTT sont de structurer la lecture préparatoire des étudiants et de fournir au professeur l'information qui lui est nécessaire pour concevoir son exposé de telle sorte qu'il vise spécifiquement les difficultés rencontrées par ses étudiants lors de l'appropriation du matériel<sup>10</sup>. Cette appropriation est structurée par un questionnaire construit par le professeur qui force l'étudiant à tenter de comprendre les concepts lesquels seront ensuite repris en classe. L'étudiant est invité à transmettre au professeur avant le début du cours les difficultés qu'il a rencontrées et les questions qui demeurent irrésolues dans son esprit. Ainsi, l'étudiant arrive en classe intellectuellement prêt à recevoir l'enseignement, à réfléchir de façon critique sur les questions qu'il aura à résoudre individuellement et à débattre avec ses collègues. Les communications entre professeur et étudiants se font par courriel ou un autre moyen informatisé qui est disponible dans l'établissement.

### L'ÉVALUATION

Le Dr Mazur est un expérimentateur cohérent et prudent en matière de pédagogie. Sa pratique d'évaluation a dû changer pour demeurer congruente avec la méthode d'enseignement. Les examens comprennent nécessairement une partie sur la compréhension des concepts en plus d'une partie traditionnelle composée de problèmes à résoudre et l'évaluation des deux parties présente une pondération égale. Il continue à

demander à ses étudiants de faire des devoirs auxquels il accorde des points<sup>11</sup>. De cette manière, l'évaluation sanctionne tout en encadrant et en dirigeant le travail des étudiants en vue d'une réussite optimale.

*[...] cette méthode assure une meilleure maîtrise des concepts fondamentaux [...] sans que le temps consacré à développer cette maîtrise affecte [...] l'habileté à résoudre des problèmes traditionnels.*

### CONCLUSION

Le livre du Mazur contient des centaines de «*concept tests*» pour tous les cours collégiaux de physique, ce qui constitue une aubaine pour les professeurs de cette discipline. En effet, le principal défi pour le professeur qui voudra adopter cette méthode pédagogique consiste à créer des problèmes et des solutions plausibles à soumettre à ses étudiants à la fin de chaque exposé. On trouvera sur le Web des *concept tests* pour différentes sciences telles la chimie et l'astronomie par exemple. Tout le domaine des sciences exactes, des mathématiques et des techniques physiques peut aussi s'inspirer de cette approche.

La méthode est maintenant utilisée par des professeurs de disciplines appartenant au domaine des sciences humaines (*humanities*). Le Web nous offre des témoignages de professeurs de philosophie et d'arts qui la pratiquent avec succès. On peut également imaginer que l'enseignement des langues étrangères pourrait aussi tirer profit de la méthode<sup>12</sup>.

<sup>9</sup> G. Novak, A. Gavrin, W. Christian, E. Patterson, *Just-in-Time Teaching: Blending Active Learning with Web Technology*. Upper Saddle River, Prentice-Hall, 1999. Mazur a écrit en collaboration avec Jessica Watkins un article intitulé «*Just-in-Time Teaching and Peer Instruction*» que l'on retrouvera ici: [[http://sites.harvard.edu/fs/docs/icb.topic666323.files/02-2Peer\\_Just\\_in\\_time\\_03\\_Simkins09\\_C03.pdf](http://sites.harvard.edu/fs/docs/icb.topic666323.files/02-2Peer_Just_in_time_03_Simkins09_C03.pdf)].

<sup>10</sup> Le matériel que l'étudiant doit consulter avant le cours peut être de nature diverse, par exemple : chapitre d'un manuel, vidéo, notes du professeur, articles scientifiques, etc.

<sup>11</sup> «*Opportunities for students to sharpen their problem-solving skills include homework assignments and problem solving sessions. In my course, the homework assignments are worth 20% of the final grade; this assures that the students take the assignments seriously*» (Mazur, 1997, p. 42).

<sup>12</sup> À titre d'illustration, voyez les sites suivants : [<http://artsonline.monash.edu.au/peer-instruction-in-the-humanities/>] [[www.consequently.org/papers/peer-instruction.pdf](http://www.consequently.org/papers/peer-instruction.pdf)] [[www.usherbrooke.ca/ssf/veille/bulletins/2012-2013/novembre-2012/le-ssf-veille/donnees-probantes-en-education-lexpose-magistral-version-20/](http://www.usherbrooke.ca/ssf/veille/bulletins/2012-2013/novembre-2012/le-ssf-veille/donnees-probantes-en-education-lexpose-magistral-version-20/)] [[www.people.brandeis.edu/~herzfeld/concepttests.html](http://www.people.brandeis.edu/~herzfeld/concepttests.html)]



Un lecteur sceptique pourra concéder que la méthode peut bien fonctionner avec des étudiants universitaires du calibre de ceux que recrute l'Université Harvard, mais émettre des doutes quant à son applicabilité au collégial québécois. Précisons que Mazur a aussi enseigné à des étudiants de niveau *college*<sup>15</sup> qui se destinaient aux sciences de la santé et non seulement à des étudiants inscrits au programme de physique. Son approche est utilisée aux États-Unis à l'ordre secondaire (*high school*) et dans des *junior colleges* et des écoles techniques (*community colleges*). Elle l'est aussi au Canada et au Québec. Lors du colloque de juin 2013 de l'AQPC, nous avons pu assister à une démonstration convaincante et enthousiaste de professeurs de physique du Collège John Abbott de l'intérêt de la méthode<sup>14</sup>.

On lira aussi avec intérêt un article de Nathaniel Lasry, Eric Mazur et Jessica Watkins intitulé «*Peer Instruction: From Harvard to the two-year college*<sup>15</sup>» qui compare la réussite d'étudiants de physique de John Abbott et de Harvard placés dans des classes recourant à l'apprentissage par les pairs. Les auteurs constatent que cette méthode assure une meilleure maîtrise des concepts fondamentaux de la physique sans que le temps consacré à développer cette maîtrise affecte négativement l'habileté à résoudre des problèmes traditionnels (*algorithmic nonconceptual questions*). De fait, ils réussissent aussi bien ou mieux les examens traditionnels basés sur la résolution de problèmes que leurs collègues des classes traditionnelles. La méthode a aussi pour effet de réduire l'attrition puisque les étudiants de ces classes sont plus nombreux à se présenter à l'examen final que ceux placés dans des classes de physique qui utilisent la méthode traditionnelle de l'exposé magistral (*lecture-based instruction*). Enfin, les étudiants qui fréquentent une classe utilisant l'apprentissage par les pairs avec un bagage d'acquis en physique inférieur à la moyenne terminent leur semestre avec des gains comparables à ceux possédant des acquis supérieurs inscrits dans des classes utilisant une méthode traditionnelle d'enseignement de la physique. ●

<sup>15</sup> Aux États-Unis, on accède au *college* après le *high school* (12 ans) et on le fréquente pendant quatre ans en vue d'obtenir un premier diplôme universitaire (*Bachelor's degree*). Un étudiant de première année de *college* a donc le même âge et a atteint sensiblement le même niveau de préparation scientifique qu'un de nos étudiants de deuxième année de Sciences de la nature.

<sup>14</sup> «*Oops! I Just Flipped the Classroom!*» de Nathaniel Lasry, Michael Dugdale et Elizabeth Charles. N. Lasry a publié en 2008 un article dans *Pédagogie collégiale* un article intitulé: «Une mise en œuvre au cégep de la méthode d'apprentissage par les pairs de Harvard», vol. 21, n° 4, p. 20-27. Il s'agit de la première étude traitant de l'efficacité de la méthode de l'apprentissage par les pairs au collégial québécois.

<sup>15</sup> Nathaniel Lasry, Eric Mazur et Jessica Watkins, «Peer Instruction: From Harvard to the two-year college», *American Journal of Physics*, vol. 76, n° 11, novembre 2008, p. 1066-1069.

## APPRENTISSAGE D'UN CONCEPT SELON LA MÉTHODE DE MAZUR

Le professeur peut expliquer trois ou quatre concepts différents dans un cours d'une durée de 75 minutes et faire autant de tests de concepts (*concept tests*). Voyez la vidéo intitulée «From questions to concepts: Interactive teaching in Physics» [[http://youtu.be/wont2v\\_LZ1E](http://youtu.be/wont2v_LZ1E)] pour vous faire une idée plus précise de sa méthode de présentation. Voici les principales étapes de cette méthode.

1. Le professeur a construit son exposé en se basant sur les questions que ses étudiants lui ont transmises avant le cours après avoir consulté les documents de référence. Il fait une brève présentation magistrale en insistant sur les concepts et les principes impliqués, puis il pose une question à l'ensemble de la classe pour laquelle il propose trois ou quatre solutions plausibles.
2. Chaque étudiant y réfléchit individuellement pendant à peu près une minute.
3. Chaque étudiant vote pour la réponse qu'il juge la plus plausible. Il se prépare aussi à justifier son choix auprès de ses collègues.
4. Le professeur prend connaissance de la dispersion des réponses dans le groupe. Il s'agit d'un renseignement crucial pour juger du niveau de compréhension du groupe.
5. Les étudiants ont deux ou trois minutes pour ensuite convaincre leurs voisins de la justesse de leur choix. À cette étape, le professeur se déplace dans la classe pour entendre les arguments utilisés.
6. Les étudiants votent à nouveau après avoir délibéré. De manière générale, les étudiants qui détenaient la bonne réponse sont parvenus à convaincre leurs collègues de la justesse de leur raisonnement.
7. Les résultats de ce nouveau vote permettent au professeur de prendre connaissance une deuxième fois du niveau de compréhension du groupe et d'en noter l'évolution.
8. Le professeur présente le résultat du vote au groupe, explique la bonne réponse et déconstruit les raisonnements erronés qu'il a pu entendre. Deux minutes suffisent généralement.
9. Si la majorité des étudiants ont choisi la bonne réponse, le professeur passe au prochain concept et recommence le cycle. Si l'inverse se produit, il reprend son explication et refait un test de concept différent sur le même concept.



## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

LASRY, N. « Une mise en œuvre au cégep de la méthode d'apprentissage par les pairs de Harvard », *Pédagogie collégiale*, vol. 21, n° 4, 2008, p. 20-27.

LASRY, N., E. MAZUR et J. WATKINS. « Peer Instruction: From Harvard to the two-year college », *American Journal of Physics*, vol. 76, n° 11, 2008, p. 1066-1069.

MAZUR, E. *Peer Instruction: A User's Manual*, Upper Saddle River, Prentice-Hall, 1997.

NOVAK, G., A. GAVRIN, W. CHRISTIAN et E. PATTERSON. *Just-in-Time Teaching: Blending Active Learning with Web Technology*, Upper Saddle River, Prentice-Hall, 1999.

WATKINS, J. et E. MAZUR, « Just-in-Time Teaching and Peer Instruction », dans S. Simkins et M. Maier (dir.), *Just in Time Teaching Across the Disciplines*, Sterling, Stylus Publishing, 2009, p. 39-62.

Pendant 35 ans, Germain BOUFFARD a tour à tour été professeur, conseiller pédagogique de même que directeur des études au Cégep de Lévis-Lauzon. Par la suite, il s'est joint à l'équipe des responsables de stages du programme Diplôme d'études supérieures spécialisées en enseignement collégial de l'Université Laval pendant les six dernières années. Il occupe présentement, pour quelques mois, un poste de conseiller pédagogique remplaçant au Cégep de Lévis-Lauzon.  
germain.bouffard@cfl.qc.ca

## LE COMITÉ DE RÉDACTION ATTEND...

- ➔ vos propositions d'articles
- ➔ vos réactions aux textes publiés
- ➔ vos idées de sujets à aborder

PAR COURRIEL : [revue@aqpc.qc.ca](mailto:revue@aqpc.qc.ca)

Les textes soumis sont tous évalués par le comité de rédaction et ce dernier peut demander aux auteurs de modifier leur texte en vue de sa publication. Consultez les normes de publication sur le site Web de l'AQPC.

[www.aqpc.qc.ca](http://www.aqpc.qc.ca)

centre de documentation collégiale

# VOTRE BIBLIOTHÈQUE NUMÉRIQUE EN ENSEIGNEMENT COLLÉGIAL

[www.cdc.qc.ca](http://www.cdc.qc.ca)