

Une mise en œuvre au Cégep de la méthode d'apprentissage par les pairs de Harvard.

L'apprentissage par les pairs (*AplP*) est une méthode pédagogique centrée sur l'élève développée par le physicien Eric Mazur à Harvard (Mazur, 1997). En *AplP*, les étudiants se servent de télécommandes fournissant à l'enseignant une rétroaction en temps réel qui permet de façonner la suite du cours. La méthode a été favorablement accueillie par la communauté scientifique et adoptée dans diverses disciplines par un grand nombre d'institutions universitaires américaines, notamment en raison de son bon sens et son efficacité documentée (Crouch & Mazur, 2001; Fagen, Crouch, & Mazur, 2002; Mazur, 1997).

Cet article vise quatre objectifs. Le premier est de présenter la méthode de l'*AplP* aux enseignants du collégial. Le second objectif est de d'évaluer si la méthode d'*AplP* est applicable au niveau collégial. En effet, bien que cette méthode soit utilisée de manière efficace depuis plus de 15 ans au sein d'institutions universitaires américaines, cette étude est la première à documenter son efficacité et applicabilité au Québec dans un Cégep. Le troisième objectif est de déterminer si l'*AplP* est plus efficace que l'enseignement traditionnel au Cégep. Le quatrième et dernier objectif est de déterminer la contribution des télécommandes à l'apprentissage.

Qu'est ce que l'AplP?

Bref historique

Tel que relaté dans son livre *Peer Instruction*, Eric Mazur (1997) développa la méthode quand, au début des années 1990, il prit conscience d'un test diagnostique non numérique de concepts physiques newtoniens, appelé Force Concept Inventory (I. A. Halloun, Hake, Mosca, & Hestenes, 1995; Hestenes, Wells, & Swackhammer, 1992). Les auteurs du FCI conçurent ce test afin d'évaluer de manière quantitative l'étendue des idées préconçues – souvent aristotéliennes (DiSessa, 1982) – que les étudiants ont sur le monde, et ce malgré

une formation préalable en physique. Le FCI, un instrument à choix multiple, est unique en ceci qu'il pose des questions conceptuelles en des termes simples et offre des 'distracteurs' c'est-à-dire d'autres choix qui présentent des préconceptions erronées données le plus fréquemment par les étudiants lors d'entrevues (I. Halloun & Hestenes, 1985a, 1985b). Par conséquent, afin de répondre aux questions du FCI, les étudiants n'ont pas recours à des calculs ou des algorithmes mémorisés. Ils doivent seulement identifier le concept précis parmi un nombre de distracteurs. En mettant de l'avant ces préconceptions erronées, le FCI souligne que les étudiants entrent en classe non pas sans aucun savoir mais plutôt avec beaucoup de préconceptions.

Mazur décida de donner le FCI à ses élèves en fin de session. Il minimisa son importance, inquiet que les étudiants ne se moquent d'un test si rudimentaire. Et pourtant le test rendit ses élèves perplexes comme il ressort de l'exemple qui suit d'un étudiant demandant :

*“Professeur Mazur, comment dois-je répondre à ces questions?
Selon **votre enseignement** ou bien selon **ma façon** de comprendre
ces choses?”* (Mazur, 1997)

En fait, à la grande surprise de Mazur, non seulement les étudiants n'avaient pas compris plusieurs concepts fondamentaux après un ou deux ans de formation en physique au niveau secondaire (qui, après tout, leur a permis d'entrer à Harvard), mais un grand nombre de préconceptions subsistèrent même après une session de son propre enseignement! Même certains des étudiants avec les meilleures notes n'avaient pas saisi plusieurs concepts de base (Mazur, 1997). D'ailleurs, ceci s'est avéré être une des conclusions les plus révélatrices des études de données FCI. En fait, une méta-analyse de plus de 6500 participants (Hake, 1998) démontre qu'une session d'enseignement didactique traditionnelle ne modifie que marginalement la compréhension conceptuelle des étudiants. De plus, l'écart entre ce que les enseignants pensent que leurs élèves comprennent et ce que le FCI en révèle à rendu le FCI l'instrument le plus utilisé et le plus éprouvé en enseignement de la physique (McDermott & Redish, 1999).

Description de la méthode

Mazur développa l'*AplP* afin de répondre explicitement aux préconceptions de ses étudiants. Ceci exigea quelques modifications à sa méthode d'enseignement traditionnelle. En *AplP* un exposé magistral bref est donné aux étudiants (7-10 minutes, en dedans des limites d'attention moyenne d'un adulte). Le contenu de cette présentation est semblable au curriculum traditionnel à la seule différence que les concepts de bases sont davantage accentués. Après la courte présentation, les élèves répondent à un *ConcepTest* : c'est-à-dire, une question conceptuelle à choix multiple ayant comme réponses possibles certaines préconceptions erronées. Afin d'évaluer en temps réel ce que les étudiants pensent, les élèves reçoivent initialement cinq cartons comprenant une lettre chacune (A, B, C, D, E correspondant aux cinq choix de réponses possibles). Lorsque soumis au *ConcepTest*, les étudiants devaient lever la carte qui correspondait à leur choix de réponse de sorte à ce que l'enseignant puisse la voir.



Figure 1 Étudiants impliqués dans l' *AplP* en utilisant la méthode des cartons.
Reproduit de : *Peer Instruction: A user's manual*, avec l'autorisation de l'auteur

L'enseignant pouvait alors évaluer en temps réel la proportion approximative des réponses justes ainsi que la distribution de préconceptions. Pour avoir une idée plus précise de la distribution des réponses, Mazur par la suite remplaça les cartons par de petits appareils à infrarouge unidirectionnels ressemblant à des télécommandes de télévision.



Figure 2 Une télécommande infrarouge utilisée à John Abbott

Pour donner leur choix de réponse à une question conceptuelle, les étudiants appuient simplement sur la touche correspondant au numéro de leur réponse et les données sont transmises à l'ordinateur de l'enseignant. L'usage des télécommandes permet aussi aux étudiants d'affirmer leur niveau de confiance (3 niveaux : Haut = H, moyen = 0, Bas = L) pour chacune de leur réponses. L'enseignant peut ainsi déterminer instantanément le pourcentage exact de la classe ayant la bonne réponse ainsi que la distribution (en pourcentage) de chacune des préconceptions.

La capacité d'évaluer l'étendue de la compréhension du groupe en temps réel permet aux enseignants de décider sur place si plus de temps est nécessaire pour consolider le concept abordé ou s'il est possible de passer à un autre concept . En effet, si le concept abordé est mal compris (< 30% de réponses justes au *ConcepTest*), l'enseignant reverra le concept et l'expliquera plus en détail avant de soumettre à nouveau le *ConcepTest* au groupe. Par contre, si le taux de réponses justes est très élevé (>80%), cela signifie qu'une grande majorité d'étudiants ont bien assimilé le concept. L'enseignant pourra alors expliquer pourquoi les choix restants sont erronés avant d'aborder le prochain concept. Le plus souvent, les taux de réponses justes ne sont ni très élevés ni très bas. Lorsque les taux de réponses obtenus sont modérés (30%-80%), l'enseignant demande aux élèves de tenter de convaincre leurs voisins de leurs choix. Cet exercice mène à une discussion durant 2 à 3 minutes entre les étudiants : l'apprentissage par les pairs en tant que tel.

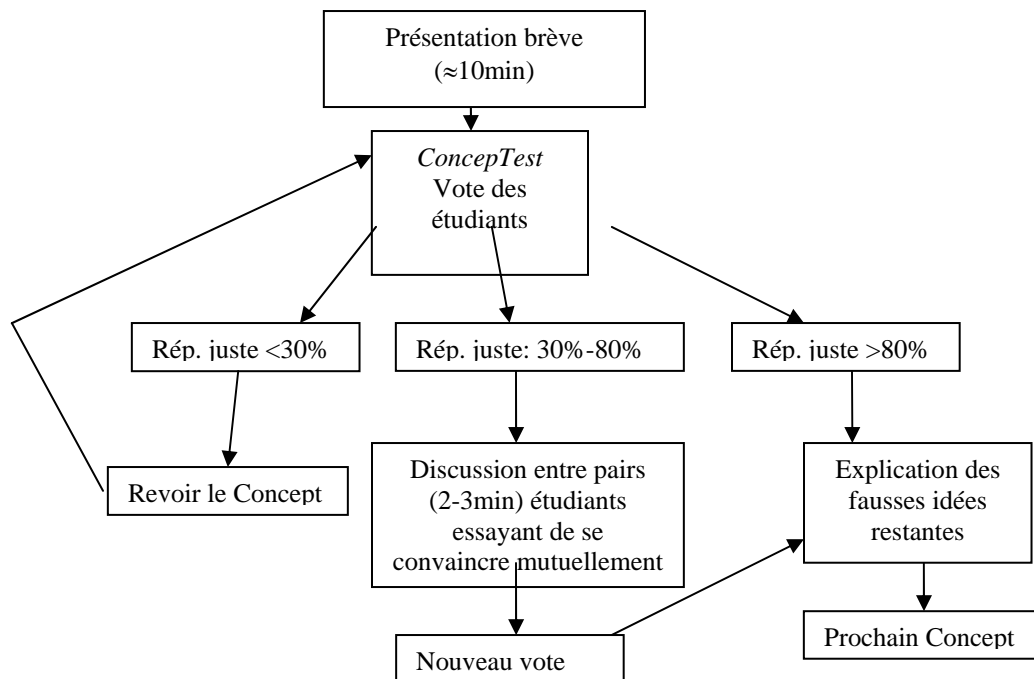


Figure 3 Étudiants impliqués dans une discussion d'ApIP en utilisant la méthode des cartons.

Reproduit de : *Peer Instruction: A user's manual*, avec l'autorisation de l'auteur

Cette discussion amène les étudiants à exprimer leurs pensées clairement ce qui les incite à mieux représenter le concept. De plus, une discussion entre étudiants au sujet des concepts permet de détourner l'élément d'autorité qu'une discussion avec un enseignant expert peut comporter. En fait, les étudiants pourraient considérer l'explication de l'enseignant comme un "fait", sans poursuivre un raisonnement aussi élaboré qu'ils le feraient dans un contexte de discussion entre pairs. Outre le fait de développer un débat, plus équilibré, les étudiants discutent aussi à partir de positions conceptuelles qui sont souvent étrangères aux enseignants experts. En effet, de par leur position, les étudiants sont souvent mieux armés que les enseignants pour comprendre les fausses idées de leurs pairs et dès lors des modifications conceptuelles peuvent ainsi être facilitées. Après discussion, les étudiants sont soumis au même *ConceptTest* et il leur est demandé de voter à nouveau. L'enseignant, alors, identifie la réponse juste et explique pourquoi les préconceptions qui restent sont fausses. Cette méthode peut être schématisée comme suit :

Figure 4 Algorithme *ApLP*



Les résultats reproduits dans les universités américaines montrent qu'à la suite de discussions entre pairs non seulement les taux de réponses justes augmentent de façon significative, mais on note aussi une augmentation de la confiance exprimé par les élèves pour la réponse juste (Crouch & Mazur, 2001; Fagen et al., 2002; Mazur, 1997).

Questions concrètes de recherche

Cette étude met l'accent sur les trois questions concrètes de recherche suivantes :

- 1) La méthode de l'*ApLP* de Harvard est-elle applicable au cégep?
 - a. La méthode est-elle adaptée aux contraintes institutionnelles ?
 - b. Les modifications aux structures de cours sont-elles simples et réalisables?
 - c. Comment la méthode est-elle accueillie par les administrateurs, les collègues enseignants et les étudiants?

- 2) L'*ApLP* est-il plus efficace que les méthodes traditionnelles d'enseignement didactique au Cégep?

- a. L'*AplP* **augmente-t-il** l'apprentissage conceptuel?
 - b. L'*AplP* **diminue-t-il** les capacités traditionnelles de résolution de problèmes?
- 3) L'*AplP* est-il plus efficace avec des télécommandes qu'avec des cartons?
- a. L'utilisation des télécommandes **hausse-t-elle** le changement conceptuel?
 - b. L'utilisation des télécommandes **affecte-t-elle** les capacités traditionnelles de résolution de problèmes des étudiants?

Description de l'étude et schéma expérimental

Le schéma d'étude quasi-expérimental suivant a été utilisé pour répondre à la deuxième et à la troisième question empirique. Chacun des élèves participant à l'étude fut affecté aléatoirement à un des trois groupes expérimentaux suivants : un groupe d'*AplP* avec télécommande (n=41), un groupe d'*AplP* avec cartons (n=42) et un groupe témoin (n=44). Les deux groupes d'*AplP* furent enseignés par l'auteur. L'enseignant du groupe témoin fut choisi parmi les enseignants de physique qui correspondaient le plus au à l'auteur en terme d'âge, (+\ -3ans), d'années d'expérience d'enseignement (+\ - un an) et de sexe (M). De plus, ce choix fut aussi motivé par le fait que des élèves aient souvent décrit ces deux enseignants comme ayant des styles d'enseignement similaires.

Pour isoler la contribution spécifique de la technologie en *AplP*, le groupe 'télécommandes' fut comparé au groupe 'cartons'. Par contre, pour comparer l'efficacité de l'*AplP* en terme d'apprentissage conceptuel, les deux groupes d'*AplP* furent fusionnés et comparés au groupe témoin. Les diverses mesures comparatives sont présentées dans la section Instruments ci-dessous.

Instruments

Trois différentes variables quantitatives ont été mesurées dans cette étude : la résolution de problèmes traditionnels (Exam), l'apprentissage conceptuel (FCI) et la confiance-concept (Conf).

Examen

Traditionnellement les aptitudes en physique sont mesurées par la résolution de problèmes algorithmiques. Dans cette étude, ces habiletés furent mesurées par l'examen sommatif final du département de physique. Cet examen, construit par un comité de trois enseignants en physique (desquels aucun ne faisait parti de cette étude) devait être approuvé unanimement par tous ceux qui enseignaient le cours ce trimestre là (10-12 enseignants). De plus, au lieu de corriger les 10 à 12 questions pour chacun de leurs élèves, chaque enseignant ne corrigea qu'une seule question, mais pour la cohorte entière (10 à 12 groupes ou à peu près 500 élèves). Un même examen pour tous les élèves, ayant chaque question corrigée par un seul enseignant assure alors l'homogénéité de la note à l'examen puisque aucun groupe ne peut avoir un examen de difficulté différente ni un correcteur de générosité différente.

Apprentissage Conceptuel: le FCI

En physique, les élèves peuvent être en mesure de résoudre certains problèmes sans pour autant avoir une compréhension minimale de concepts de physique sous-jacents (Kim & Pak, 2002). La compréhension conceptuelle des élèves fut donc mesurée la première et dernière semaine de la session à l'aide du Force Concept Inventory (I. A. Halloun et al., 1995; Hestenes et al., 1992). Pour éviter les effets 'plafond' ou 'plancher', les gains conceptuels furent normalisés et comparés. Les gains normalisés sont définis comme suit:

$$\mathbf{g = (Post T - Pre T) / (max T - Pre T)} \quad \mathbf{Eq.1}$$

Cette mesure donne le rapport du gain conceptuel brut (Post-test - Pre-test) obtenu entre la première et dernière semaine de la session par rapport au gain maximale possible. Par exemple, un gain de 0.4 signifiera que 40% des concepts restants à apprendre furent acquis à la fin du cours. Évitant les effets plafond et plancher, cette mesure de gain normalisé est la mesure la plus fréquemment utilisée pour rapporter des résultats du FCI.

Résultats

Applicabilité de l'ApIP au cégep

Appliquer au sein d'institutions publiques une méthode pédagogique nouvelle et quelque peu coûteuse est souvent problématique. Toutefois, l'administration du Cégep John Abbott a appuyé ce projet de manière fort enthousiaste. Du chef de département de physique jusqu'au directeur des études en passant par le directeur du programme de sciences, chaque intervenant manifesta un grand intérêt pour l'ApIP et fournit un soutien plus qu'adéquat dans l'implantation de la méthode.

Depuis le premier essai en physique, plus de la moitié des membres à temps plein du département de physique (8/14) utilisent actuellement une forme ou une autre de l'ApIP dans leur classe (avec ou sans télécommandes). Les enseignants des autres départements ont aussi pris connaissance de l'existence de la méthode à partir d'exposés donnés au collège ainsi que par le bouche à oreille. Au sein du département de chimie, un enseignant a utilisé avec succès les télécommandes dans son cours d'introduction et planifie de répéter l'expérience. Une enseignante en soins infirmiers utilise actuellement la méthode dans le cadre de ses cours. Plusieurs autres enseignants se sont renseignés à propos du matériel et pourraient décider de l'utiliser dans leurs classes. De la réception aux différents niveaux de l'administration jusqu'aux enseignants oeuvrant dans divers domaines, il n'est pas exagéré d'affirmer que l'ApIP a été chaleureusement accueilli par la communauté de notre cégep.

Réception par les étudiants

Les étudiants ont tout aussi chaleureusement accueilli l'utilisation des télécommandes en classe. Les étudiants dans la section utilisant des cartons étaient plutôt satisfaits de l'utilisation de celles-ci. Cependant, cette satisfaction s'est estompée quand ces étudiants ont su que l'autre section se servait de télécommandes. Afin de mesurer l'appréciation de la méthode d'ApIP dans les deux sections, soit celle des télécommandes et celle des cartons, il a été demandé aux étudiants de noter leurs niveaux d'accord (5 = complètement d'accord

jusqu'à 1 = complètement en désaccord) avec chacune des sept phrases ci-dessous. Notez que les deux groupes susmentionnés ont répondu à l'aide de télécommandes.

- 1) *L'AplP* m'a aidé à reconnaître ce que je comprenais mal
- 2) *L'AplP* m'a montré que d'autres étudiants avaient des préconceptions semblables aux miennes
- 3) Je discute activement des problèmes avec mes camarades de classe
- 4) Le fait de convaincre d'autres étudiants m'aide à comprendre les concepts
- 5) Les minis exposés clarifient ma compréhension du concept
- 6) *L'AplP* me permet de mieux apprendre qu'avec les cours traditionnels
- 7) Si je pouvais choisir entre un cours d'*AplP* et un cours traditionnel, je choisirais l'*AplP*

Les réponses furent ensuite classées en 3 catégories : en accord/complètement d'accord ; neutre ; en désaccord/complètement en désaccord. Afin de déterminer si les étudiants étaient **d'accord** avec l'affirmation au delà de la probabilité attendue, (2/5 ou 40%), une probabilité binomiale (d'accord $p=0.4$; pas d'accord $q=0.6$; $n=30$) a été calculée.

Les résultats montrent que les étudiants dans les sections qui utilisaient soit les cartons soit les télécommandes ont répondu favorablement à l'*AplP* en reconnaissant ses avantages de manière statistiquement significative ($p<0.05$) en tant qu'approche pédagogique (Q1-5) et en la préférant à l'enseignement traditionnel (Q6,7). De plus, 61% des étudiants de la section utilisant des cartons et qui utilisaient les télécommandes pour la première fois étaient d'accord pour dire qu'ils auraient participé plus activement s'ils avaient eu accès à des télécommandes plutôt qu'à des cartons.

D'autres réactions d'élèves, non sollicitées mais toutefois intéressantes ont été trouvées sous forme de petits dessins informatiques réalisés dans *Microsoft Paint* et utilisés comme écran de veille sur les ordinateurs du laboratoire de physique. En l'occurrence, les images ci-dessous furent trouvées sur les écrans des ordinateurs du laboratoire de physique après que les étudiants d'*AplP* en soient sortis. Ces images n'étaient pas présentes avant l'arrivée des ces étudiants au laboratoire.



Figure 5. Dessins non-sollicités faits par des élèves en classe de laboratoire

Modifications à la structure du cours

L'utilisation de l'AplP avec télécommandes en classe nécessite un minimum de changements, comme pour toute nouvelle technologie. Pour donner aux étudiants les *ConcepTests* qui leur permettent de voter à l'aide d'une télécommande, il suffit d'écrire ou d'importer des questions à choix multiples conceptuelles sur *PowerPoint*. Plusieurs *ConcepTests* peuvent être trouvés sur Internet par le biais du site web *Project Galileo* d'Harvard (<http://galileo.harvard.edu/>) ou par le biais d'éditeurs qui incluent des « questions télécommandes » dans leurs manuels. Donc, il existe aujourd'hui suffisamment de ressources disponibles pour rendre l'utilisation des *ConcepTests* tout à fait réalisable. Un autre changement relié à la technologie des télécommandes est celui de se familiariser avec le matériel et le logiciel propres à la télécommande. Il est fortement recommandé à tous les enseignants intéressés d'installer les télécommandes et les récepteurs et de les essayer à quelques reprises avant de tenter leur utilisation en classe.

En réponse à la première question de recherche sur l'applicabilité de la méthode au Cégep, les résultats présentés permettent d'affirmer que l'*AplP* paraît être tout à fait réalisable au niveau collégial. En effet, les modifications requises aux structures des cours sont mineures et faisables, l'approche a été très bien reçue par les administrateurs, les enseignants ainsi que les étudiants. Ceci dit, une méthode pédagogique pourrait bien être appréciée sans pour autant être efficace. La section qui suit examine donc l'efficacité de l'*AplP* au Cégep.

Efficacité de l'AplP vs. Apprentissage didactique traditionnel

Apprentissage Conceptuel

Dans cette partie de l'étude, les deux groupes d'*AplP* (télécommandes et cartons) ont été regroupés et les mesures d'apprentissages comparées avec le groupe témoin. Le tableau qui suit montre les résultats moyens obtenus au FCI par groupe avant le cours (pre-test), à la dernière semaine de la session (post-test) ainsi que les gains normalisés.

Tableau 1
Résultats FCI pour le groupe d'*AplP* ainsi que pour le groupe témoin

	<Pre-test> (%)	<Post-test> (%)	g (gain norm.)
<i>AplP</i> (n= 69)	42.6	68.6%	0.50
Gp témoin (n=22)	46.0	63.3%	0.33
<i>t-test (2-tailed)</i> <i>p</i>	0.427	0.283	0.008

Ces résultats montrent que même si aucune différence significative n'existait entre les groupes avant enseignement ($p=0.427$) le groupe *AplP* obtint significativement plus de gains conceptuels ($p=0.008$) tels que mesurés par le FCI. Ce résultat confirme que l'*AplP* est plus efficace quant à l'apprentissage conceptuel que l'apprentissage traditionnel et de ce fait réplique les résultats préalables de Mazur (1997) et Hake (1998) en dehors d'institutions universitaires américaines.

Résolution de problèmes traditionnels

Les enseignants en physique hésitent parfois à utiliser des approches non traditionnelles telles que l'*AplP*. Une des inquiétudes véhiculées est que le temps passé à expliquer de simples concepts enlève implicitement du temps à l'apprentissage de résolution de problèmes ; aptitude qui doit être démontrée lors d'examens sommatifs. Le tableau qui suit montre la moyenne obtenue par groupe lors de l'examen final.

Tableau 2
Examen final pour groupe *AplP* et groupe *témoin*

	Exam Avg (%)
<i>AplP</i> (n= 79)	68.0
Gp Témoin (n=35)	63.0
<i>t-test (2-tailed)</i> <i>p</i>	0.21

Ces résultats montrent que les élèves d'*AplP* obtiennent des résultats d'examen meilleurs, même si non-significativement ($p=0.21$), que leurs pairs dans le groupe témoin. Du moins, il est possible de dire que l'approche conceptuelle d'*AplP* ne cause aucun tort aux élèves en ce qui a trait à la résolution de problèmes. Ceci est vraisemblablement dû à la contribution positive des connaissances conceptuelles dans la capacité de résoudre des problèmes. En effet, pour résoudre des problèmes de physique il est possible de passer beaucoup plus de temps à apprendre plusieurs algorithmes par cœur, mais cela n'est généralement pas aussi efficace que de passer moins de temps à comprendre les concepts centraux qui permettent de résoudre des problèmes.

Différence d'apprentissage entre télécommandes et cartons

Pour déterminer la contribution des télécommandes à l'apprentissage, le groupe télécommandes et le groupe carton sont comparés ci-dessous:

Tableau 3

Différences en résolution de problèmes (exam) et en apprentissage conceptuel (FCI) entre les groupes

	PreFCI /30	PostFCI /30	<i>g</i>	<i>Exam</i> (%)
Télécommandes (n= 35)	11.9	19.9	0.486	69.8
cartons (n=34)	13.6	21.3	0.520	71.6
<i>t-test (2-tailed)</i> <i>p</i>	0.209	0.351	0.745	0.630

Ces résultats montrent qu'en terme de connaissances conceptuelles, les deux groupes ne diffèrent ni au début ($p=0.209$) ni à la fin du cours (0.351) et qu'aucun des deux groupes n'apprend plus conceptuellement que l'autre ($p=0.745$). En terme de résolution de problèmes, la note moyenne à l'examen final ne diffère pas non plus ($p=0.630$) entre les deux groupes. Il est donc possible de conclure que l'utilisation de télécommandes n'ajoute, ni ne retranche, en rien l'apprentissage que se soit conceptuellement ou en ce qui a trait à la résolution de problèmes. En effet, même si certains ont rapporté une hausse de motivation chez les élèves utilisant des télécommandes et une hausse du taux de présences, aucune différence en terme d'apprentissage n'a été retrouvée dans cette étude. L'implication semble simple : l'*AplP* est une méthode pédagogique distincte de la technologie utilisée. La technologie utilisée en *AplP* n'est pas la pédagogie de l'*AplP*.

Discussion des résultats

Efficacité par rapport à l'enseignement traditionnel au cégep

Tel qu'attendu des résultats d'études faites dans des collèges et universités américains, l'*AplP* au cégep a permis significativement plus ($p=0.008$) d'apprentissage conceptuel que l'enseignement traditionnel. Cependant, pareils résultats peuvent être insuffisants pour convaincre certains enseignants d'adopter la méthode. En effet, certains prétendent qu'étant donné les difficultés qu'ont les étudiants à résoudre les problèmes quantitatifs, octroyer du temps à travailler les concepts de base réduit d'autant le temps passé à travailler les activités de résolution de problèmes et affecte négativement l'aptitude de ces élèves à

résoudre des problèmes traditionnels. En fait, c'est sensiblement l'inverse qui fut trouvé. En ce qui a trait à la résolution de problèmes traditionnels, les étudiants d'*ApIP* passant plus de temps à travailler les concepts obtinrent de meilleurs résultats que les étudiants du groupe témoin. Donc, bien que moins de temps soit alloué à la résolution algorithmique de problèmes, fournir une base conceptuelle permet aux étudiants d'être plus efficaces en matière de résolution de problèmes.

Manque d'efficacité ajoutée avec les télécommandes

Une des conclusions intéressantes et inattendue de cette étude est que l'utilisation des télécommandes ne fournit aucun avantage supplémentaire d'apprentissage aux étudiants. Certains utilisateurs précédents des télécommandes dans les classes universitaires ont rapporté des avantages comme l'augmentation du taux de présence et la diminution des taux d'attrition (Lopez-Herrejon & Schulman, 2004; Owens et al., 2004). Néanmoins, aucune donnée dans cette étude ne supporte l'affirmation que les télécommandes augmenteraient l'apprentissage conceptuel. L'*ApIP* est une approche pédagogique élaborée qui met l'accent de manière manifeste sur les concepts de base. L'*ApIP* exige des étudiants un engagement envers une conception et procure un cadre propice à la discussion entre pairs de sorte à pouvoir outrepasser les conceptions erronées. Manifestement, la technologie ne constitue pas la pédagogie. Cependant, si les télécommandes n'apportent rien de plus à l'apprentissage, ne devrait-on pas les délaisser ?

Non ! En réalité, l'utilisation des télécommandes devrait être activement encouragée. Bien que cette conclusion semble contredire la précédente, il existe trois raisons principales pour lesquelles l'utilisation des télécommandes devrait être encouragée. Tout d'abord, même si aucune différence n'existe sur le plan de l'apprentissage, des différences notables existent en termes d'enseignement. Il va sans dire qu'une compilation automatique et exacte des distributions de réponses est bien plus pratique que d'avoir à compter des cartons levés à répétition.

Deuxièmement, les télécommandes sont en partie responsables de l'attention accordée à la méthode d'*ApIP*. En effet, une grande partie de l'attention obtenue par l'*ApIP* provient de

l'utilisation des télécommandes (Burnstein & Lederman, 2001, 2003). De nombreux enseignants, m'incluant personnellement, ont adopté la méthode grâce à l'attrait d'utiliser des télécommandes dans leur classe. Or, l'utilisation de l'*AplP* au moyen de télécommandes force les enseignants à revoir leur méthode d'enseignement, à se concentrer sur les concepts, et donc, à remodeler fondamentalement leur enseignement. Vu que plusieurs enseignants n'auraient pas porté une attention adéquate à l'*AplP* n'eut été de l'utilisation des télécommandes, le recours à leur utilisation se doit d'être soutenu.

Finalement, l'utilisation des télécommandes dans une salle de classe permet aux enseignants d'archiver les données de leur *ConcepTest*. Outre les analyses de données qui pourraient être abordées dans un cadre de recherche, ces données peuvent aussi être utilisées de manière pédagogique afin de différencier les *ConcepTests* utiles de ceux qui le sont moins. Grâce à ces données, les *ConcepTests* dont l'efficacité demeure discutable peuvent alors être reformulés. Les télécommandes permettraient alors à la série de questions d'évoluer d'une session à l'autre. L'utilisation de cartons ne permet guère à l'enseignant de recueillir des données relatives au *ConcepTest*. Par conséquent, les mêmes questions sont recyclées d'une session à l'autre. En terme d'apprentissage, des questions modifiées grâce aux données récoltées devrait révéler des différences d'apprentissage par rapport à une séquence de question fixe utilisée avec des cartons. Étant donné que l'application de la méthode comparée dans cette étude n'a porté que sur une session, aucune différence de genre n'a été trouvée.

Certains enseignants prenant conscience de la méthode d'*AplP* pourraient accepter de remodeler leur enseignement afin de mettre plus d'emphasis sur les concepts de base. Par contre, il se peut que les ressources nécessaires à l'acquisition de télécommandes et de matériel connexe fasse défaut et que de faire assumer ces frais aux étudiants ne soit ni possible ni envisageable. Dans ce cas-ci, l'*AplP* devrait être appliqué avec des cartons puisque c'est la pédagogie de l'*AplP* qui est efficace, non pas le moyen utilisé par les étudiants pour soumettre leur réponse.

Conclusion

Plusieurs profs de sciences, enseignent aujourd'hui comme on leur a enseigné, c'est-à-dire comme on enseignait le siècle dernier (Beichner et al., 1999). Grâce à son attrait, la méthode d'*AplP* pourrait modifier en douceur la façon dont les enseignants et les étudiants perçoivent l'enseignement. Sa méthodologie nécessite très peu de changement par rapport à l'enseignement traditionnel ; une attention supplémentaire aux concepts de base. La méthode n'entre pas en conflit avec les contraintes institutionnelles actuelles puisqu'elle est généralement bien reçue par les administrateurs, collègues enseignants et étudiants. De plus, l'attention aux concepts de base éloigne l'idée que la science (surtout la physique) soit uniquement une question de formules. La méthode intègre donc la notion voulant que la définition de savoir ait changé de la notion *d'être capable de se souvenir* à la notion *d'être capable de trouver et d'utiliser* (Simon, 1996) en incitant les étudiants à trouver et à utiliser les concepts de base plutôt que de se souvenir de la formule applicable.

L'étude présentée est la première à confirmer l'efficacité de l' *AplP* au cégep. Une augmentation des gains d'apprentissage conceptuel chez les élèves en *AplP* a été trouvée. De plus, aucune différence relative aux habilités de résolution de problème n'a été observée même si les étudiants soumis à l'*AplP* consacraient moins de temps en classe à des activités de résolution de problèmes. *L'AplP* est donc une méthode pédagogique qui, même si développée à Harvard, est efficace au Cégep et gagnerai à y être largement répandue et encouragée. En effet, la méthode est assez simple pour permettre un changement systémique en relativement peu de temps. Cette étude a aussi démontré que l'utilisation des télécommandes n'ajoute rien de significatif à l'apprentissage. En effet, bien que les télécommandes présentent beaucoup d'avantages pour l'enseignant, leur utilisation n'augmente pas pour autant l'efficacité de la méthode *AplP*. La conclusion est que la technologie doit être vue comme étant distincte de la pédagogie.

La présente recherche a été subventionnée par le ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport dans le cadre du Programme d'aide à la recherche sur l'enseignement et l'apprentissage (PAREA).

Références

- Beichner, R., Bernold, L., Burniston, E., Dail, P., Felder, R., Gastineau, J., et al. (1999). Case study of the physics component of an integrated curriculum. *American Journal of Physics*, 67, 16-24.
- Burnstein, R. A., & Lederman, L. M. (2001). Using wireless keypads in lecture classes. *The Physics Teacher*, 39(1), 8-11.
- Burnstein, R. A., & Lederman, L. M. (2003). Comparison of Different Commercial Wireless Keypad Systems. *The Physics Teacher*, 41(5), 272-275.
- Crouch, C. H., & Mazur, E. (2001). Peer Instruction: Ten years of experience and results. *American Journal of Physics*, 69(9), 970-977.
- DiSessa, A. (1982). Unlearning Aristotelian physics: A study of knowledge-base learning. *Cognitive Science*, 6, 37-75.
- Fagen, A., Crouch, C. H., & Mazur, E. (2002). Peer Instruction : results from a range of classrooms. *The Physics Teacher*, 40, 206-209.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64-74.
- Halloun, I., & Hestenes, D. (1985a). Common Sense Concepts about Motion. *American Journal of Physics*, 53, 1056.
- Halloun, I., & Hestenes, D. (1985b). The Initial Knowledge State of College Physics Students. *American Journal of Physics*, 53, 1043-1055.
- Halloun, I. A., Hake, R. R., Mosca, E. P., & Hestenes, D. (1995). Force Concept Inventory. In E. Mazur (Ed.), *Peer Instruction: A user's manual*: Prentice Hall.
- Hestenes, D., Wells, M., & Swackhammer, G. (1992). Force Concept Inventory. *The Physics Teacher*, 30, 141-158.
- Kim, E., & Pak, S. J. (2002). Students do not overcome conceptual difficulties after solving 1000 traditional problems. *American Journal of Physics*, 70(7), 759-765.
- Lopez-Herrejon, R. E., & Schulman, M. (2004). *Using Interactive Technology in a Short Java Course: An Experience Report*. Paper presented at the 9th annual SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education.
- Mazur, E. (1997). *Peer instruction : a user's manual*. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall.
- McDermott, L. C., & Redish, E. F. (1999). Resource letter: PER-1: Physics education research. *American Journal of Physics*, 67(9), 755-767.
- Owens, K., McConnell, D. A., Steer, D., Van Horn, S., Knott, J., Borowski, W., et al. (2004). *Changing pedagogy to include conceptests and Peer Instruction in introductory geoscience courses: the impact on instructors and students*. Paper presented at the The geological Society of America Annual meeting Denver.
- Simon, H. A. (1996). Observations on the Sciences of Science Learning. In *Paper prepared for the Committee on Developments in the Science of Learning for the Sciences of Science Learning: An Interdisciplinary Discussion*: Department of Psychology, Carnegie Mellon University.