

N° 67 Août 2008

Une expérience
d'Apprentissage Par
Problèmes

r é s e a u

REVUE AU SERVICE

DE L'ENSEIGNEMENT

ET DE L'APPRENTISSAGE

À L'UNIVERSITÉ



En mai dernier, le Service de Pédagogie Universitaire a eu le plaisir d'accueillir Vincent Wertz de l'École polytechnique de Louvain, qui a notamment animé un séminaire sur le thème « L'enseignement des matières mathématiques et scientifiques par l'Apprentissage Par Problèmes ». Vincent Wertz a participé très activement à la réforme de la formation des ingénieurs de Louvain-la-Neuve, réforme dont un des aspects consistait à introduire davantage d'enseignements basés sur les méthodes actives (l'Apprentissage Par Problèmes notamment). Ce 67^{ème} numéro de RESEAU a pour objectif de rendre compte de ce séminaire ; il a été rédigé en collaboration avec Vincent Wertz.

Pourquoi changer ?

La plupart des innovations pédagogiques trouvent leur origine dans un sentiment d'insatisfaction des enseignants concernant soit la formation soit ses résultats. La réforme du programme des ingénieurs de Louvain ne déroge pas à cette règle. Quels étaient ces motifs d'insatisfaction ?

Les enseignants déploraient d'abord le fait que les étudiants étaient peu motivés. Malgré le filtre de l'examen d'entrée, le taux d'échec en première année était lui aussi jugé préoccupant. Par ailleurs, les « savoirs morts » étaient légion : les étudiants « récitaient » à l'examen des connaissances mémorisées à court terme, mais se montraient incapables de les mobiliser à nouveau l'année suivante. De plus, des compétences de haut niveau telles que la rigueur, la réflexivité et l'esprit critique n'étaient pas suffisamment développées par la formation. Enfin, le monde de l'industrie faisait état de nouvelles exigences en termes de compétences attendues chez les diplômés : ils comptaient notamment pouvoir recruter des étudiants capables de travailler en équipe, maîtrisant les techniques de communication orale et écrite et ayant des qualités de leadership au sein d'un groupe.

Des compétences comme finalités

La première étape de l'innovation a été de repenser les finalités de la formation en termes de compétences¹ de haut niveau plutôt qu'en termes de contenus : quels types de compétences les futurs ingénieurs devraient-ils impérativement développer durant leur formation ? La définition de ces compétences s'est voulue assez large de manière à laisser les enseignants relativement libres quant au choix des moyens les plus adaptés à développer ces compétences. De plus, penser les finalités en termes de compétences permet d'opérer un tri salutaire au sein des contenus qui, sous prétexte de l'évolution des connaissances, s'accumulent à la suite des révisions successives des programmes.

À titre d'exemples, voici deux des compétences qui structurent le programme du cours de mathématiques de première année : saisir le sens (la nécessité) de la rigueur et utiliser celle-ci dans son expression écrite et orale ; modéliser des situations en choisissant l'outil mathématique approprié.

¹ Cf. RESEAU 62 de mars 2007 : <http://www.fundp.ac.be/universite/interfacultaire/det/spu/RESEAU/revue-reseau/>

L'étape suivante a été de s'interroger sur le type de dispositif qui était le plus à même de développer les compétences attendues. Après avoir exploré les méandres des différentes théories de l'apprentissage en espérant y trouver LA réponse, l'équipe a délibérément choisi de privilégier une seule de ces théories, de manière à assurer une cohérence à l'ensemble de la formation. Sans trop entrer dans les détails, il s'agit du modèle socio-constructiviste de l'apprentissage qui postule, d'une part, que l'on apprend de manière durable si l'on traite activement et personnellement les contenus à apprendre (par exemple, en étant invité à résoudre des problèmes) et, d'autre part, que l'on peut aussi apprendre par l'interaction avec des pairs qui partagent les mêmes objectifs de connaissances.

En conformité à cette option, l'équipe pédagogique a choisi de privilégier des dispositifs pédagogiques d'**apprentissage actif en groupes par problèmes et par projets**. Le choix de méthodes *actives*² est inhérent au modèle retenu. Il en va de même pour le recours au *groupe*, tant il est vrai qu'à travers le groupe, grâce à l'émulation et à la nécessité de communiquer, on atteint des objectifs que l'on n'aurait pas pu atteindre seul. En outre, des objectifs nouveaux se rajoutent comme la compétence à gérer des relations. Les étudiants sont invités tantôt à apprendre via la résolution de problèmes tantôt via la poursuite de projets. Ces tâches complexes et représentatives des situations professionnelles auxquelles les étudiants seront ultérieurement confrontés (dans le cas des projets) permettent de donner davantage de sens à la formation et participent donc à la motivation des étudiants. Elles impliquent également une approche d'emblée interdisciplinaire puisque aucun projet³, un tant soit peu réel et complexe, ne peut prétendre relever d'une seule discipline scientifique.

Une des difficultés de cette pédagogie est de bien faire comprendre aux étudiants qu'il s'agit d'**apprendre via** la résolution du problème ou la poursuite du projet davantage que de résoudre en soi le problème ou de réaliser le projet. Autrement dit, un projet qui n'est pas complètement abouti (par exemple, le robot ne réalise pas ce qu'il devrait réaliser) peut pourtant avoir été une excellente occasion d'apprentissage, si le groupe a bien compris pourquoi le robot ne fonctionne pas. On retrouve ici un des paradoxes bien connus des méthodes actives : les étudiants sont parfois tellement motivés par la réussite du projet et obnubilés par celui-ci qu'ils négligent le fait que la réalisation d'un projet ne constitue en définitive qu'un prétexte à l'acquisition de connaissances ou de compétences.

L'Apprentissage par Problèmes (APP)

Durant environ la moitié des heures de cours de mathématiques de première année, les étudiants se retrouvent en petits groupes (de 6 à 8), sous la supervision d'un tuteur⁴. Ils y sont confrontés à une série de courts problèmes, qu'ils cherchent

² Cf. RESEAU 64 de septembre 2007 : <http://www.fundp.ac.be/universite/interfacultaire/det/spu/RESEAU/revue-reseau/>

³ À titre d'exemples, voici quelques-uns des projets proposés ces dernières années : la construction d'un robot laveur de vitres pour l'Aula Magna, la construction d'un dispositif de reproduction de sons (micro - ampli – haut-parleur), etc.

⁴ Les tuteurs sont les enseignants titulaires du cours, des assistants et des étudiants de dernière année qui se forment ainsi à de nouvelles compétences.

d'abord à débroussailler en groupes, puis à résoudre plus finement en se distribuant des objectifs individuels d'apprentissage dont ils rendront compte dans la séance de groupe suivante.

Les problèmes peuvent être contextualisés de différentes manières. Un défi mathématique, comme dans le premier encadré, se rapproche du contexte du mathématicien professionnel. Dans le deuxième encadré, c'est clairement le contexte professionnel d'un ingénieur qui est invoqué. Dans les deux cas, les objectifs d'apprentissage portent notamment sur l'acquisition de nouvelles notions mathématiques.

Les défis de Fanny et Gaston

f est un polynôme et si x est multiplié par 2, $f(x)$ est multiplié par 4 $\Leftrightarrow f(x) = X^2$

Comment utilisez-vous le fait qu'il s'agit d'un polynôme pour dire que c'est la seule solution possible ?

Dans un four de verrerie...

On mesure la température du verre, $y(t)$, et la température de voûte, $u(t)$, et on veut le meilleur modèle de prédiction sous la forme :

$$y_p(t+1) = a y(t) + b u(t) + c$$

On dispose de 500 mesures de y et de u ...

Dans ces deux cas, l'énoncé est court et le problème est ouvert : une solution évidente et aisée ne s'impose pas. Les connaissances de départ des étudiants se révèlent insuffisantes à la résolution du problème. Par « ruse pédagogique », les étudiants sont donc placés dans une situation où la résolution du problème passera inéluctablement par les apprentissages visés. L'étudiant ne peut s'en sortir que s'il développe de nouvelles connaissances ou de nouvelles compétences qui, parfois, contredisent sérieusement les conceptions initiales avec lesquelles il avait intuitivement abordé le problème et tenté en vain de le résoudre.

Toute l'ingéniosité de l'équipe d'enseignants est donc consacrée à l'élaboration et à la définition soignée de problèmes concis, clairs et de nature à provoquer les apprentissages visés. Le problème doit, de plus, constituer un « obstacle franchissable » : un obstacle, car la solution ne doit pas être évidente et le problème doit représenter un défi minimum pour les étudiants. Mais un obstacle franchissable : les étudiants doivent pouvoir trouver une solution satisfaisante dans des délais raisonnables, à l'aide des ressources qui ont été mises à leur disposition.

Avantages et difficultés de la méthode

Les *étudiants* gagnent en motivation, notamment parce qu'ils abordent les mathématiques de manière active et à partir de situations concrètes. Obstacles et difficultés de compréhension sont identifiés plus tôt que dans un enseignement

magistral où ils n'apparaissent pratiquement qu'à l'examen. Les acquis de connaissances mathématiques sont plus solidement ancrés et ont une durée de rétention plus longue. Les étudiants développent aussi d'autres types de compétences : travailler en groupe, communiquer par écrit et oralement, critiquer le travail d'autrui, apprendre en autonomie, etc.

Bien sûr, les étudiants rencontrent aussi des difficultés à entrer dans cette méthode déstabilisante, au début du moins. Habitué à être pris par la main, ils doivent ici faire preuve d'autonomie et de créativité. De plus, leurs connaissances de départ sont parfois insuffisantes à une bonne compréhension des données du problème. Comme on ne peut pas gagner sur tous les tableaux en pédagogie, cette méthode les confronte aussi moins au drill mathématique.

Les *tuteurs* profitent également de la méthode : ils portent un nouveau regard sur la matière et l'approfondissent ; ils découvrent le plaisir de participer à la formation de jeunes collègues. L'animation des séances leur demande cependant beaucoup d'investissement et ils sont, au départ, tout aussi insécurisés que les étudiants. Comme les enseignants d'ailleurs, ils ont besoin d'une formation préalable centrée notamment sur le nouveau rôle qu'ils vont devoir endosser face aux étudiants. Ils ne sont en effet plus là pour délivrer de la « matière », mais pour accompagner et encadrer les étudiants à la découvrir par eux-mêmes, ce qui suppose de nouvelles compétences de « metteur en scène » (concevoir et présenter les problèmes qui amèneront les apprentissages) et de guide durant les séances d'APP.

Le trou noir de l'évaluation

Beaucoup de réformes pédagogiques butent sur l'évaluation qui se doit d'être congruente par rapport à l'enseignement. Or, il n'est pas aisé de développer des épreuves qui soient en mesure d'évaluer le type de compétences visées par la réforme, soit des compétences transversales, multidisciplinaires et comportementales. Les modalités classiques d'évaluation (comme l'examen écrit final individuel) sont mal adaptées à ces objectifs.

Un bilan globalement positif

L'implantation de cette réforme a fait l'objet d'une démarche d'évaluation rigoureuse et scientifique⁵. Globalement, on peut dire que le bilan est positif ; le groupe d'étudiants ayant bénéficié de cette méthode présente notamment de meilleurs résultats aux examens. Les bénéficiaires de la réforme touchent aussi plus largement à une meilleure collaboration entre enseignants et donc à une plus grande cohérence du programme puisque la réforme a impliqué une réflexion collective sur les enjeux de la formation et sur l'articulation de ses différentes composantes.

⁵ Les résultats de cette étude d'impact sont présentés dans Galand B. & Frenay M. (eds.) (2005). *L'approche par problèmes et par projets dans l'enseignement supérieur*. Louvain-la-Neuve : Presses universitaires de Louvain.

Lus, vus et entendus... ou les brèves du S.P.U.

Un coup d'œil dans le rétroviseur...

À l'heure du bilan de mai 68, on se souviendra que ce mouvement a aussi eu des répercussions majeures dans le domaine de l'enseignement. Ministre de l'éducation nationale, Alain Peyrefitte prononce, en mars 1968, un discours de clôture d'un colloque consacré aux nouveaux programmes, en y annonçant des ruptures de génération :

« *Les adultes ne peuvent offrir à la jeune génération que des modèles auxquels ils ne croient plus eux-mêmes. (...) La mission de nos maîtres s'exprime en un paradoxe : faire les enfants autres qu'ils ne sont eux-mêmes. Il n'y a pour cela qu'une méthode : c'est que les maîtres se transforment eux-mêmes.* »

cité par A. Prost (2008). Mai 68 : fin ou commencement ?, *Cahiers pédagogiques*, 463.

Une publication récente...

Dizambourg P. (sous la direction de) (2007). *L'enseignement supérieur, une compétition mondiale ? Dossier de la Revue internationale d'éducation*, 45, Centre international d'études pédagogiques, Sèvres.

Ce dossier spécial rassemble 10 contributions qui apportent autant d'éclairages sur la manière dont différents pays (Inde, Mexique, Tunisie, Hongrie, Allemagne, France, Australie, USA, Japon) transforment actuellement leur système universitaire pour répondre à l'évolution des attentes de la société et notamment à la diversité de ces attentes. Convaincu que la production et la transmission des connaissances constituent un enjeu majeur de compétition internationale, chacun de ces pays cherche à concilier la visibilité et la reconnaissance de la recherche produite au sein de ses universités et la capacité de former un plus grand nombre de citoyens à ce niveau de scolarité. Plusieurs auteurs estiment que seule une adaptation en profondeur du modèle universitaire est en mesure de rencontrer un pareil défi.

Un site à consulter...

<http://app.cegep-ste-foy.qc.ca/>

Si vous souhaitez obtenir davantage d'informations sur l'apprentissage par problèmes et intégrer cette méthode à vos enseignements, vous trouverez sur ce site des outils pour rédiger des « situations-problèmes » et planifier l'expérimentation de cette approche auprès de vos étudiants. Le *Guide d'appropriation* qui y est proposé est construit en cinq sections. Il propose d'abord aux professeurs de s'initier à la méthode. Ainsi, les professeurs pourront identifier les caractéristiques de l'APP et les principes sous-jacents à l'utilisation de cette formule dans leurs cours. Ensuite, sont abordées les différentes étapes de réalisation d'une leçon, de la planification d'une leçon utilisant l'apprentissage par problèmes jusqu'à son évaluation en passant par les différents stades de sa mise en œuvre.