

Des Cours et des TD collaboratifs

Christophe Rabut, INSA de Toulouse
26 février 201

Trois principes de base sont à l'origine et sont les objectifs ou moyens de la méthode :

- **Les étudiants doivent travailler le cours.** Et, de fait, le cours magistral ne remplit pas cette fonction, car trop peu d'étudiants travaillent sérieusement leur cours à la suite d'un cours magistral, et se contentent d'essayer d'en appliquer les principaux résultats lors des exercices à résoudre.
- **Le travail en équipe de quatre est particulièrement efficace.** La taille des équipes est importante, et notre expérience nous pousse à considérer que quatre est la taille optimale. La plupart des séances se déroulent en « travail collaboratif », que ce soient des séances de cours (« Cours Collaboratif ») ou de TD (« TD collaboratif »). C'est sans doute la forme de travail la plus efficace pour les séances programmées.
- **Coupler travail en équipe et travail individuel,** car ces deux formes de travail se complètent et s'alimentent mutuellement. L'alternance travail individuel et travail collaboratif est essentielle et doit être bien rythmée, dirigée, dosée. Il faut de plus bien expliciter les objectifs de chaque phase afin de s'assurer que les étudiants abordent et assimilent tous les points importants.

Description rapide de la méthode :

- Que ce soit du cours ou des exercices, la plupart des séances sont faites en travail collaboratif (en équipes de quatre). Ce travail en séance consiste à éclaircir au sein de l'équipe les points qui font difficulté à l'un ou à l'autre et à mettre en valeur et à approfondir les points importants. Le travail en équipe est normalement préparé par un travail individuel préalable (qui peut avoir lieu en séance ou avant la séance, mais en général en travail « à la maison »).
- Ponctuellement des « Cours de Synthèse et de Structuration » apportent de la cohérence intra- et extra-matière, et donnent du recul aux étudiants. Un « Problème de Positionnement-Motivation » contextualise en amont la matière qui sera ensuite étudiée et sert de « teasing » auprès des étudiants.
- Il s'agit donc *d'une pédagogie collaborative originale, sans partage des tâches, directive et attentive à l'assimilation du cours, très guidée* (« vous devez étudier telle partie du document », « faire tel ou tel exercice »). Le cours est étudié en tant que tel au sein des équipes, avec, à la demande, l'aide de l'enseignant.
- Sauf à appeler « classe inversée » toute méthode qui demande du travail personnel de préparation, *la méthode PEG n'est pas une méthode de « classe inversée »*, car le cours et les exercices sont étudiés et approfondis en séance. Le travail personnel préalable a pour but de rendre le travail en séance plus rapide et plus efficace.

Description plus complète du dispositif PEG :

D'abord un travail individuel, hors séance, pour préparer le travail en groupe de la séance à venir : « Pour la prochaine séance vous devez travailler de la page tant à la page tant du document » (livre ou photocopié), ou « pour la prochaine séance vous devez avoir travaillé les exercices ou problèmes

suivants... ». « Travailler » signifie ici étudier, identifier ce que l'on ne comprend pas, ce qui paraît difficile, ainsi que ce qui paraît important. Si la séance en question est une séance de Cours Collaboratif, ce travail personnel préalable joue le rôle de transmission de l'information (traditionnellement réalisée par un cours magistral), la séance celui d'approfondissement. Si au contraire la séance est une séance d'exercices ou de problèmes, le travail personnel préalable joue le rôle de résolution autonome, et/ou le rôle de cibler le travail en groupe sur ce qui fait difficulté.

Ensuite approfondissement, et résolution des difficultés en équipe. En séance, les étudiants sont regroupés en équipes de quatre et discutent sur leur travail, sur le contenu du cours ou sur la résolution des exercices : ils confrontent leurs difficultés, tentent de résoudre ensemble les difficultés de tel ou tel membre de l'équipe, approfondissent les notions et les points importants, discutent éventuellement sur leurs conséquences, argumentent leurs différents points de vue. Lorsque, malgré la discussion, une difficulté persiste, l'équipe doit formuler une question qu'elle pose à l'enseignant, et celui-ci y répond. C'est ce que nous appelons des « Cours Collaboratifs » ou des « TD collaboratifs ».

Ces deux étapes se renouvellent pour chaque séance, que celle-ci soit consacrée à l'étude et à l'approfondissement du cours ou à la résolution d'exercices et de problèmes.

Périodiquement un cours de synthèse et structuration est dispensé, sous forme de cours magistral. Il a pour but de donner de la consistance, de la structure aux notions étudiées, de mettre en valeur les points clefs du cours et des exercices, de donner du recul aux étudiants par rapport à leur travail. Ce n'est que très rarement pour reprendre ce qui a été étudié. L'esprit de ce cours est très différent de celui d'une présentation magistrale ordinaire, car on s'appuie sur ce que les étudiants connaissent, viennent d'acquérir ; on interpelle les étudiants sur ce qu'ils savent. Du coup cela les intéresse, ils sont présents, beaucoup plus attentifs, et retiennent ce qu'on leur dit.

Un problème de positionnement-motivation est en général donné en début d'une séquence d'enseignement. Dans un tel problème on demande aux équipes non pas de le résoudre, mais de déterminer une stratégie de résolution s'ils disposent d'un certain type d'outil. Les suggestions faites dans l'énoncé aideront les équipes à percevoir l'intérêt de l'enseignement qui va suivre, et les étudiants seront d'autant plus attentifs, sérieux et efficaces. A noter que de tels problèmes peuvent souvent être issus d'une « contextualisation », c'est-à-dire se situer dans un contexte appliqué ou afférent à une autre discipline ; ils peuvent aussi consister en une simulation informatique, à programmer ou fournie par l'enseignant pour susciter réflexion et curiosité.

Les examens sont organisés de façon traditionnelle, car il s'agit bien de voir quelles compétences chaque étudiant a acquises. Il s'agit ici de sensibiliser les étudiants au fait que l'apprentissage personnel est au cœur du dispositif, et que l'équipe, en particulier la discussion au sein de l'équipe, en est un moyen performant. Nous évitons de noter un travail d'équipe, car cela incite au partage des tâches, ce qui n'est pas l'objectif visé. Cependant, lorsque l'enseignement s'y prête, un travail spécifique effectué hors séances peut être demandé et noté ; il s'agit en général d'un travail d'approfondissement ou d'application avec une forte initiative personnelle (« bureau d'études » ou « projet ») ; il est alors effectué en binôme.

Une originalité particulièrement intéressante : le « cours problématisé ». Une façon intéressante de présenter la matière est de transformer le cours en un problème à résoudre : au lieu de toujours affirmer et puis dérouler les explications et démonstrations, il faut d'abord présenter le contexte et la situation puis poser les questions de réflexion (« que pensez-vous de ... ? », « faites un schéma illustrant ce qui se passe... ») ou des questions de réalisation (« démontrez que... », « donnez la valeur de ... »). Il faut ensuite établir et mettre clairement en valeur les résultats importants. Ceci contraint les étudiants, en quelque sorte, à faire les démonstrations, leur apprend la technique de résolution d'un problème en même temps qu'ils acquièrent le cours. Notre expérience est qu'un « cours problématisé »

est en général plus motivant qu'un cours présenté de façon habituelle. Afin que le lecteur comprenne bien comment cela fonctionne, nous avons créé un cours problématisé factice sur l'existence et l'unicité du cercle circonscrit à un triangle, un peu comme s'il s'adressait à des élèves de collège. Ce texte est présenté en fin de ce document.

Quelques commentaires

Nous distinguons deux types d'exercices et problèmes.

- Les exercices d'assimilation ou d'application immédiate du cours sont à faire de préférence en travail personnel, puis lors des séances, les étudiants comparent la méthode utilisée, confrontent leurs résultats. Si tous les membres de l'équipe sont d'accord il n'est pas utile de refaire ni même de corriger l'exercice. Dans le cas contraire, une discussion s'engage, explications mutuelles... et, de fait, l'équipe convient d'une solution commune ; bien sûr à tout moment les équipes peuvent demander à l'enseignant de valider leur travail.
- Les exercices et problèmes de fond, de réflexion sont traités de façon différente. Après un déchiffrement individuel du contexte et du problème posé (ce qui peut éventuellement être fait travail personnel), les équipes définissent d'abord une stratégie de résolution. Ensuite les étudiants effectuent les calculs nécessaires (en général chacun individuellement), puis comparent les résultats obtenus par chaque membre de l'équipe, rectifient les erreurs éventuelles. Enfin l'équipe fait une synthèse du travail effectué, met en évidence les points importants, et en tire les conclusions.

D'une façon générale, il n'est pas utile de faire une correction complète des exercices. En effet le travail en équipe est suffisant pour garantir le détail des calculs, et l'enseignant peut facilement valider la résolution trouvée à la demande de l'équipe. Par contre, il est utile, par exemple lors des cours de synthèse et structuration, de faire une correction conceptuelle, c'est-à-dire de mentionner les points fondamentaux, les points clefs. On a là un gain de temps, et donc d'efficacité du travail en séance.

Quelques avantages directement liés au travail en équipe

Le premier avantage est que *l'on comprend, approfondit et retient beaucoup mieux ce que l'on a dit, dans une discussion, dans un débat* que ce que l'on a lu, ou ce que l'on a simplement entendu, de façon souvent passive. Une équipe peut résoudre des problèmes qu'aucun de ses membres n'aurait pu résoudre seul ; elle innove, invente des chemins et des raisonnements. Cela permet en particulier de demander aux étudiants de débattre sur le cours, de chercher à se mettre d'accord sur celui-ci, donc de beaucoup mieux posséder son contenu. *Avec PEG le cours est approfondi en équipe*, donc avec discussion, échange ; *cela permet aux étudiants de mieux comprendre les concepts, les résultats, les commentaires, de mieux assimiler le cours*. Les démonstrations sont cherchées, guidées par l'énoncé, et si elles présentent une difficulté, commentées en équipe. De ce fait elles sont davantage travaillées et assimilées que lorsqu'elles sont présentées au tableau ou laissées au seul travail individuel.

Les effets « brain storming » et « débat scientifique » jouent à plein: l'un émet une idée de façon imparfaite, l'autre la reprend, soit pour la contester, soit pour la compléter, la préciser ; de cette discussion naissent des idées, bien au-delà de la réunion des capacités des membres de l'équipe. Face à des situations plus simples, l'équipe va rectifier l'erreur de l'un ou l'autre, et il ne sera en général pas nécessaire de reprendre en détail la « correction » d'exercices d'application directe du cours. Ces effets se mettent naturellement en place quand l'équipe butte sur un point difficile. C'est pourquoi on peut *donner aux étudiants un travail qui comporte un (des) « obstacle », et donc en particulier de les faire travailler sur des notions nouvelles*, lesquelles présentent toujours une vraie difficulté ; *en particulier l'étude du cours en équipe, telle que pratiquée par PEG, est possible et appréciée des étudiants*.

Couplé à du travail personnel préalable, le travail en équipe nivelle par le haut le niveau des étudiants, car les plus faibles préparent davantage que les plus rapides. Ce couplage est particulièrement original pour l'étude du cours, mais il l'est aussi pour la résolution des exercices. De plus, avec PEG, les étudiants travaillent régulièrement, pas seulement au moment de l'examen, et les notions sont acquises au fur et à mesure. Enfin, l'équipe permet une auto-évaluation naturelle et simple.

Le travail en équipe est beaucoup moins rébarbatif, ***beaucoup plus agréable*** que le travail en solitaire. De plus, l'étudiant voit beaucoup mieux ses progrès, d'où une ***meilleure motivation***. Enfin, chaque étudiant est maintenant directement confronté aux autres membres de son équipe, et, pour être à la hauteur et ne pas pénaliser ses camarades (« ne pas être le boulet de l'équipe », disent-ils), ***il travaille davantage***. Avec PEG le cours est beaucoup mieux assimilé, les exercices mieux approfondis, et leur importance et leur intérêt mieux compris.

Les étudiants acquièrent de la ***confiance en eux-mêmes***. En effet ils voient qu'ils peuvent apprendre par eux-mêmes, qu'ils peuvent expliquer aux autres ; ***ils perçoivent bien leurs progrès***, ce qui de plus les motive. On constate plus d'aisance et de spontanéité dans leur travail.

Ils ont ***confiance en leur professeur***, dont le rôle premier n'est plus la transmission de la connaissance, mais l'aide à la construction de leur savoir.

Bref PEG est une ***véritable formation à l'autonomie, à la recherche, au travail scientifique, à la vie sociale***.

Effets sur l'engagement, la persévérance, et la réussite des étudiants

L'engagement et la persévérance des étudiants sont très clairs : près de ***90% des étudiants font le travail personnel demandé***... en fait tout simplement car ils perçoivent vite que c'est leur intérêt car s'ils éprouvent une difficulté ils ont l'avantage de pouvoir se faire aider par leur équipe (et éventuellement l'enseignant). On ne ***constate pas de baisse d'assiduité au fil du temps*** et très peu d'étudiants sont absents aux cours de synthèse et structuration, ce qui n'était pas le cas avant la mise en place de cette méthode. Les équipes continuent souvent leur travail un peu au-delà du temps « règlementaire » de la séance.

Aucune étude comparative (avec un groupe suivant un enseignement traditionnel) n'a été possible, de par la taille des promotions concernées actuellement. Cependant ***la réussite à l'examen est supérieure à celle qui était avant le passage à PEG***, alors que les questions sont plus complètes et souvent plus difficiles (y compris avec des questions du type « expliquez telle notion », ou « tel phénomène » qu'il n'était, de fait, pas possible de poser auparavant). Les questionnaires-enquêtes de fin d'enseignement montrent une satisfaction quasi-générale des étudiants ; des graphiques récapitulatifs des réponses aux questions posées sont présentés dans la partie « documents permettant d'étayer le dossier ».

Déroulement global de l'enseignement et travail des étudiants :

Dans un enseignement traditionnel, les étudiants ont tendance à travailler au moment de l'examen, et non au fur et à mesure, d'où la quasi nécessité de faire des « rappels » lorsque l'on utilise une notion ou une propriété vue précédemment. Au contraire, avec la pédagogie PEG, non seulement ***le cours est étudié (par tous, ou presque)***, mais de plus ***ceci est fait au fur et à mesure*** : les étudiants ont étudié le chapitre 3, ont discuté sur son contenu lorsqu'ils étudient le chapitre 5. Mieux, les étudiants connaissent leur document, de sorte que lorsqu'ils ont un manque, ils savent tout à fait « tourner les pages en arrière » pour chercher le renseignement dont ils ont besoin. Voilà donc une reprise naturelle et personnelle de certains points importants, juste au moment où ils en ont besoin. Il en résulte un réel gain

de temps, et un grand confort pour l'enseignant comme pour les étudiants, car il n'est plus besoin de faire périodiquement un « rappel » comme lorsque l'on présente la matière au tableau.

Un avantage annexe est le fait *que le déroulement de l'enseignement est proche du déroulement habituel*, que ce soit en ce qui concerne la succession des chapitres étudiés que le temps imparti à chaque chapitre. De ce fait *le passage d'une méthode traditionnelle à la méthode PEG est plus facile que le changement vers la plupart des autres pédagogies actives*. De plus dans la version « cours problématisé », les étudiants apprennent en même temps le cours et... la façon d'aborder et de résoudre des problèmes.

Exemple type de cours problématisé :

Existence, unicité et construction du cercle circonscrit à un triangle

Le maire d'une commune désire faire construire une piste cyclable circulaire passant par trois points précis du terrain de sport. Le but du problème est de déterminer si cela est toujours possible, s'il y a plusieurs solutions ou non, et de donner un procédé pour construire le cercle en question.

1. Choisissez trois points sur votre feuille, et appelez A, B et C ces trois points ; tracez le triangle ABC. Si O est le centre du cercle, comparez $|OA|$ et $|OB|$.
Pour respecter cette propriété, à quelle droite doit appartenir O ? Tracez cette droite.
2. Tracez maintenant la médiatrice du segment BC. Si elle coupe la médiatrice du segment AB, on appelle D le point d'intersection de ces deux droites.
3. Aurait-on $|DA|=|DB|=|DC|$? Expliquez clairement votre position et pourquoi (avec des mots, puis avec des formules). Le cercle de centre D et de rayon DA passe-t-il par les trois points A, B, C ? En êtes-vous sûrs ? Expliquez pourquoi.
Tracez ce cercle. Est-ce que cela « marche » ?

Vous avez donc construit le cercle demandé, et O est précisément le point D. Bravo ! On appellera ce cercle « **cercle circonscrit au triangle ABC** ».

4. Mais au fait, le centre de ce cercle appartiendrait-il aussi à la médiatrice de AC ? Justifiez votre réponse et vérifiez-la graphiquement en traçant cette médiatrice.

Voilà donc une propriété surprenante : **les médiatrices des côtés d'un triangle se coupent en un même point** ! On appellera « **centre du cercle circonscrit au triangle ABC** » le point en question. Bien sûr ne résistez pas, tracez cette médiatrice ! Eh oui, si vous avez fait la figure soigneusement, elle passe par le point O !

5. Est-ce toujours possible ? Le maire pourra-t-il construire sa piste cyclable **quels que soient les trois points choisis** ?

Oui, enfin presque : il est une situation où la position des 3 points ne permettront pas que les médiatrices se coupent... Laquelle ? Dans ce cas les trois points forment-ils un triangle ?

Bref voilà une deuxième propriété surprenante : **on peut toujours faire passer un cercle par les trois sommets d'un triangle !**

Pour le maire il faudra aussi que le cercle ne soit pas « trop grand » (ni trop petit !), ne coupe pas des habitations, voire des propriétés... mais c'est une autre histoire !

6. Y a-t-il plusieurs solutions ? Réfléchissez : le centre du cercle est nécessairement sur la médiatrice de AB puisque $|OA|=|OB|$... je vous laisse terminer, mais il n'y a qu'une solution (ou pas de solution si les points A, B et C sont alignés).