
LA PRATIQUE DU DEBAT SCIENTIFIQUE

Simon HEMOUR

IMEP-LAHC
3 Parvis Louis Néel
BP 257, 38016 Grenoble Cedex 1
Mél : simon.hemour@minatec.grenoble-inp.fr

Justine PASQUIER

EDYTEM – Equipe Ressources patrimoniales,
vulnérabilités et recomposition des territoires de
Montagne
Pôle montagne, campus scientifique,
73376 Le-Bourget-du-Lac Cedex
Mél : justine.pasquier@univ-savoie.fr

Thomas CLEMENT

Institut Néel -Equipe NanoPhysique et SemiConducteurs
CNRS/UJF
25 rue des Martyrs - BP 166
38042 Grenoble cedex 9
Mél : thomas.clement@grenoble.cnrs.fr

Renaud CORNUT

Laboratoire d'Electrochimie et de Physico-chimie des
Matériaux et de Interfaces. UMR : CNRS-INPG-UJ F

1130 rue de la piscine 38402 SMH
Mél : renaud.cornut@phelma.grenoble-inp.fr

Olivier DEMICHEL

CEA-Grenoble, Institut Nanoscience et Cryogénie, SP2M
CEA/UJF
17 rue des Martyrs - 38054 Grenoble:
Mél : olivier.demichel@gmail.com

Barthélémy HARTHONG

Laboratoire 3S-R – Equipe 2MSMC
Domaine Universitaire – BP 53
38041 Grenoble Cedex 9 - FRANCE
Mél: harthong@geo.hmg.inpg.fr

Joris MITHALAL

LIG – Equipe Didactique, Informatique et Apprentissage des
Mathématiques
961 rue de la Houille Blanche - Bâtiment B - 3ème étage
38402 Grenoble Cedex
Mél : joris.mithalal@imag.fr

Tuteurs :

Christophe DURAND

CEA/INACC/SP2M
17, rue des Martyrs
Fr-38054 Grenoble
Mél : christophe.durand@cea.fr

Julien DOUADY

SPECTRO – Laboratoire de Spectrométrie Physique –
UMR 5588
BP 87 – 140, avenue de la Physique
38402 St Martin d'Hères
Mél : julien.douady@ujf-grenoble.fr

Résumé

Cet atelier avait pour objet de nous aider à introduire des notions à nos étudiants sous forme de débats scientifiques, dans des disciplines tenant à la fois des sciences « dures » et des SHS. La forme de travail en groupe adoptée a permis de mettre en évidence de nombreuses difficultés concernant aussi bien l'élaboration d'un débat que sa réalisation. Nous avons tenté de mieux identifier et résoudre ces problèmes en analysant, a priori, les énoncés et, a posteriori, les vidéos des séances en classe. Le travail présenté ici vise à faciliter l'élaboration d'un débat, en identifiant quelques points cruciaux – qui ne sont pas pour autant évidents de prime abord – auxquels il est primordial de prêter attention : identification claire de la notion visée et du problème soumis, préparation des différentes phases du débat... Il nous a de plus semblé nécessaire d'explicitier la posture, nouvelle, que doit adopter l'enseignant, l'organisation de la classe à même de favoriser le bon déroulement du débat, ainsi que les problèmes spécifiques de gestion de ce type de cours.

Abstract

The aim of this working group was for us to be helped in presenting new knowledge to our students by using scientific debates. We worked on various fields, including « hard science », humanities and social sciences, and this helped us to underline many difficulties as regards designing and putting debates into practice. We tried to identify and to solve these problems by analysing, a priori, the question we asked and then, a posteriori, video recordings of the debates. This article first aims to facilitate the designing of a debate ; as it is essential to pay a special attention to some particular aspects of it (whereas this is not obvious at the beginning) : identifying clearly the notions and the question that are the basis of the debate, preparing the phasis of the debate...Moreover, it has to be noticed that the teacher's position is very different in this case, that the organisation of the course has to be changed, and then we tried to detail the problems we had to face, and the solutions we tried to find.

1. Introduction

Lors d'un cours, l'enseignement est souvent mené de manière "monstrative": c'est le cours magistral bien connu. Si un tel enseignement permet de présenter un savoir de manière ordonnée et cohérente, il peut parfois être difficile pour l'élève d'identifier le problème auquel peut répondre ce savoir - ce qui en limite, à ses yeux, l'intérêt immédiat. L'élaboration d'un contexte adéquat présente le double avantage de faire émerger une notion d'un questionnement scientifique, et d'améliorer la réceptivité lors d'un cours magistral qui offre alors une réponse à ce questionnement. Dans ce but, nous avons expérimenté le débat scientifique dans des classes d'université. La mise en place d'un débat s'appuie sur une situation où la connaissance des étudiants est insuffisante, et où elle autorise plusieurs réponses contradictoires à un même problème. Le principe est de faire émerger, de la confrontation d'opinions différentes, la nécessité d'une notion, visée par l'enseignant, et qui fera ensuite l'objet d'un exposé plus magistral. Notons que le terme « scientifique » ici est à considérer dans une acception large, et que ce type de problématisation se révèle par exemple particulièrement pertinent en sciences humaines et sociales - comme nous avons pu l'observer dans un cours de géographie.

D'un point de vue pédagogique, le débat permet ainsi d'associer l'ensemble des étudiants à un questionnement commun qui va faire écho au cours du professeur.

La mise en place d'un débat s'avère un exercice délicat et généralement peu familier, où se posent un nombre important de questions et problèmes relatifs aussi bien à sa conception qu'à sa réalisation. L'étude présentée ici a été réalisée dans le cadre d'un atelier-projet : des débats scientifiques ont été menés en mathématiques, physique, chimie, géographie. Ce travail, réalisé par des moniteurs rattachés à différentes disciplines, s'est déroulé en plusieurs étapes : la préparation en commun de chacun des débats, l'enregistrement vidéo des débats en situation réelle, et enfin l'analyse des films en équipe. Nous avons tenté de résumer ici les principales difficultés que nous avons pu identifier et les solutions que nous avons tenté d'apporter.

Nous nous attarderons sur la conception du débat, qui suppose d'identifier la notion visée, la manière dont elle est introduite, et de concevoir la phase plus magistrale - l'institutionnalisation. Celle-ci clôture le débat, permet de réorganiser les éléments qui en sont issus en un ensemble cohérent, puis de signifier - c'est une part du contrat didactique - à l'élève qu'il y a eu un réel apprentissage, pertinent au regard du cours. Bien sûr, il sera aussi longuement question de la gestion du débat à proprement parler, de la position particulière de l'enseignant, de l'organisation par celui-ci des rapports entre élèves ainsi que du milieu dans lequel va vivre le débat.

2. PHASE I : La préparation du débat

Élaborer une « question qui marche » est un long processus. Il s'agit d'identifier la notion visée en fonction de sa difficulté et des connaissances des étudiants. Il faudra alors trouver un problème dont la résolution fait appel à cette notion et qui pourra donner lieu à une question polémique, appelant une opposition de points de vue.

Étape 1 : Quelle notion ...

Un cours met en jeu un certain nombre de notions, dont certaines sont plus fondamentales que d'autres. Il faut ici circonscrire l'enjeu du débat en termes de savoir pour que seules certaines d'entre elles soient concernées. En règle générale, on se limitera à une des quelques notions centrales sous-tendant ce cours. En effet un projet de débat trop ambitieux risque de ne pas faire apparaître une notion, mais d'être trop vaste pour que l'élève puisse le rattacher efficacement à un seul et même problème.

Notons cependant qu'un débat peut ne pas porter sur un objet de savoir en tant que tel - la notion de d'inertie de rotation - mais peut aussi traiter de notions ou de conceptions plus génériques. A titre d'exemple un des débats menés cette année a porté sur le lien qu'il convient - ou ne convient pas - de faire entre « corrélation statistique » et « causalité ». (voir les annexes pour plus de détails)

Étape 2: ... à problématiser...

Problématiser une notion, c'est la contextualiser dans un problème donné qu'elle permet de résoudre. Le texte de savoir, issu d'une activité de recherche portant sur un problème précis, est généralement décontextualisé - détaché d'un problème donné. Il s'agit donc de recontextualiser artificiellement la notion visée afin de placer l'étudiant dans une posture de recherche. Cette opération va assurer le processus de dévolution qui permettra à l'élève de considérer le problème comme sien, et non comme celui d'une institution qui lui est extérieure - enseignant, école, communauté scientifique...

Étape 3 : ... pour quelle question ?

Une fois le problème identifié, la dernière étape consiste à le traduire en une question, dont la formulation va être capitale et délicate. La question et les réponses possibles devront être suffisamment claires pour être comprises sans explications supplémentaires. Mais la formulation doit éviter d'orienter les choix vers l'une des réponses, faute de quoi celle-ci pourrait être unanimement adoptée comme la solution attendue par l'institution scolaire. A l'inverse, une trop grande multiplicité des solutions possibles rendrait le débat désordonné et stérile. Ainsi, il faut qu'il y ait des avis divergents, mais il est préférable que les modalités de réponses possibles ne soient pas trop nombreuses. (les annexes offrent des exemples de choix de questions, dans leurs versions finales)

La question doit donc être ouverte, pour laisser le champ libre à une recherche émanant de l'élève ; mais pas trop, pour lui permettre de se positionner ; neutre, pour ne pas orienter sa réponse ; elle ne doit pas offrir trop de réponses possibles ; être réadaptée en fonction de l'état des connaissances des élèves ; etc. Autant de paramètres qu'il est difficile de contrôler sans regard extérieur.

C'est pourquoi pendant la préparation, il faut essayer d'envisager les différentes façons dont la question peut être interprétée. En ce sens, le travail en groupe réunissant des personnes de domaines variés a été extrêmement profitable, soulevant nombre de points qui n'auraient pas été envisagés par une personne travaillant seule. De la même façon, solliciter une personne étrangère à la discipline peut s'avérer très profitable!

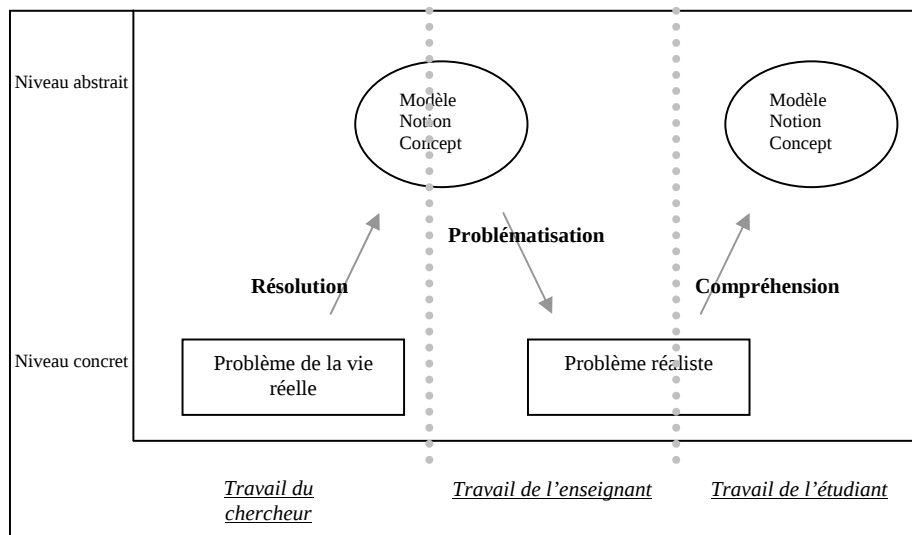


Figure 1 : évolution du statut des notions enseignées

Etape 4 : Préparation de l'institutionnalisation:

Rôle

L'institutionnalisation vient clôturer le débat par une étape récapitulative sous une forme magistrale. Elle permet de reprendre les éléments qui sont apparus au cours de la séance, et de les relier à un savoir en les réorganisant. De plus, aux yeux de l'élève, un débat peut apparaître comme un divertissement plutôt que comme un cours. L'institutionnalisation permet d'affirmer l'intérêt du débat du point de vue de l'apprentissage, et l'implication de l'enseignant qui ne s'est pas cantonné à observer le déroulement des discussions.

L'enjeu de l'institutionnalisation est de profiter de l'attention des étudiants à la fin du débat pour transmettre les notions visées et les raccrocher aux questionnements mis à jour. L'attention d'un groupe qui s'est approprié un problème et cherche des méthodes de résolution est généralement grande, il faut donc la mettre à profit pour corriger les erreurs de raisonnement et les fausses intuitions. Les étudiants prennent alors conscience de leurs erreurs et sont alors très réceptifs à l'argumentation du professeur.

La préparation de l'institutionnalisation consiste à expliciter et agencer clairement les notions permettant une appréhension plus précise de la question initiale. L'intervention de l'enseignant sera d'autant plus efficace que l'exposé sera concis et épuré des détails superflus, et elle touchera d'autant plus les étudiants qu'elle renverra aux interrogations soulevées pendant le débat.

A ce stade, si la question est centrale, la réponse est souvent superflue. L'institutionnalisation n'a alors pas pour objectif d'offrir une réponse directe à la question, mais de mettre en exergue un obstacle à la construction de la connaissance¹. Répondre directement à la question peut dans ce cas priver l'institutionnalisation de son sens.

Conception

Préparer l'institutionnalisation permet en outre d'anticiper l'ensemble des éléments de réponse qui peuvent apparaître pendant le débat. Dans la mesure où cela permet de juger de la qualité de la question posée, il est capital (mais particulièrement difficile dans la pratique) d'anticiper les différents arguments que pourront proposer les étudiants, ce qui par ailleurs facilitera la gestion du débat.

Bien que la préparation de l'institutionnalisation soit importante, il ne faut pas croire que son contenu précis peut être défini avant le débat. Il sera en effet important de reprendre les arguments qui auront été avancés le jour même par les

¹ On peut par exemple penser à l'identification d'un « obstacle épistémologique », dans le sens que propose G. Bachelard (*La formation de l'esprit scientifique*, Vrin, 1938)

étudiants, pour qu'ils continuent de se sentir concernés. Il est alors nécessaire de prévoir une institutionnalisation au cours de laquelle peuvent s'insérer des remarques concernant les éléments du débat.

Dans de nombreux cas, la partie théorique de l'institutionnalisation peut être appuyée et validée par une expérience qui mettra fin aux doutes des étudiants. Dans ces situations, la préparation de l'institutionnalisation doit donc prendre en compte la recherche d'expériences confirmant les dires de l'enseignant et légitimant par la pratique le contenu théorique proposé.

Détails pratiques

Enfin, concernant les aspects pratiques de l'institutionnalisation, deux choix de support peuvent être envisagés. Le rythme d'une institutionnalisation « au tableau » permet en général aux étudiants de prendre facilement des notes alors qu'une institutionnalisation sur transparent peut avoir un rythme trop rapide. En revanche, l'utilisation de transparents a pour avantage de laisser inscrits au tableau les arguments émanant du débat, et apporte un support important au professeur au moment clef de la reprise de parole qui peut être déstabilisant.

Dans le cas où le débat ne serait pas conforme aux attentes de l'enseignant, l'improvisation ou la modification restera cependant plus simple à mettre en œuvre au tableau qu'avec un support qui est alors mal adapté.

Il est également possible d'envisager une solution intermédiaire (transparent à trous...).

3. PHASE II : Introduction en classe

Etape 1 : vers un changement de contrat didactique.

La présentation du débat auprès des élèves est un moment important, et il faudra prendre le temps d'expliquer le déroulement de la séance du jour : les participants devront comprendre que celle-ci va être un peu particulière.

Il faut poser les bases d'un nouveau contrat didactique. Celui-ci sera instauré dans la pratique au cours du débat, mais l'énonciation des règles de fonctionnement propres au débat sont indispensables à cet effet : il s'agit désormais de se forger un avis personnel sur une question, de confronter ses propres doutes et certitudes à ceux des autres, et chercher à obtenir un consensus général – l'hypothèse de la réponse unique est généralement naturelle aux étudiants. Dans cette nouvelle organisation, l'enseignant n'est là que pour transcrire au tableau les propos tenus et assurer le bon déroulement du débat. Il est important de prendre le temps d'énoncer clairement les phases du débat et les règles qui accompagnent chacune d'elle :

1/ réflexion privée : la possibilité est laissée à l'élève de communiquer avec ses voisins pour se faire un avis sur la question posée.

2 /vote : chacun prendra position en faveur d'une des propositions.

3/ débat public : l'objectif est de convaincre l'assemblée. La nature du problème soulevé appelle à une argumentation de type scientifique. Dans cette phase, les discussions privées sont prohibées au profit du respect de celui qui prend la parole. On peut préciser qu'il ne faut pas craindre de se tromper (car une opinion étayée d'arguments, même discutables, enrichit le débat) et qu'il est tout à fait acceptable que les avis changent au cours du débat, en fonction des arguments qui seront avancés. Le débat ne sera donc pas un débat d'individualités, mais un débat d'idées, faute de quoi la liberté de parole qu'il offre ne pourrait plus exister.

Concernant l'institutionnalisation, les expériences varient, et l'intérêt de l'annoncer dépend fortement d'une dynamique de groupe pour laquelle il est difficile d'énoncer une règle générale. L'annoncer peut signifier aux étudiants que quoiqu'il arrive, la réponse existe et est unique, et sera donnée à la fin. Leur engagement est alors moindre s'il s'agit d'attendre une réponse. Ne pas l'annoncer peut à l'inverse laisser penser que l'enseignant n'a pas porté d'attention spécifique à la préparation du débat et qu'il se décharge de ses responsabilités. C'est donc un subtil équilibre qui dépend de la confiance des élèves envers l'enseignant, de leur implication, etc.

Enfin, la position de l'enseignant doit être clarifiée : celle-ci est profondément transformée, et il ne participe pas au débat. Les arguments énoncés ne lui seront donc pas adressés, mais le seront à la classe. Cette position doit être énoncée, et éventuellement rappelée au cours du débat si le besoin s'en fait sentir. (Cf le débat « critère d'élasticité » en annexe)

Etape 2 : Soumission de la question et phase de réflexion

Lors de la soumission de la question, il est important de lire les différentes modalités de réponses en toute neutralité. La phase de réflexion devra être suffisamment longue pour que l'immense majorité des étudiants ait le temps de se faire une opinion. Cette phase peut sembler excessivement longue pour l'enseignant, mais il est primordial qu'elle ne soit pas trop brève, faute de quoi les élèves ne pourraient pas se forger une opinion, et donc s'investir dans le débat. 10 à 15 minutes sont généralement nécessaires, mais il est plus efficace de rechercher des indicateurs dans l'activité des élèves : après un premier moment d'examen silencieux et personnel survient généralement une phase d'effervescence où se créent des groupes de discussion. La fin de cette seconde phase correspond à un moment où les élèves sont capables d'exprimer un avis, même si celui-ci n'est pas nécessairement stable. On peut alors proposer de passer à la phase de vote, sans l'imposer si l'assemblée est encore indécise.

Etape 3 : Vote

Il faut alors comptabiliser et noter au tableau le nombre de votants pour chacune des propositions. C'est un moment important, où chaque étudiant se responsabilise vis-à-vis de la communauté : tous les étudiants devront se positionner, éventuellement pour une proposition « autre » qui n'est alors pas neutre, mais demande un argumentaire expliquant qu'aucune réponse n'est satisfaisante. Cette réponse présente cependant le danger d'un désengagement de la part des élèves, en laissant la possibilité d'un consensus à propos de leur incapacité à répondre.

Il faut prendre le temps d'expliquer à ceux qui ne veulent pas voter (ou aux retardataires !) que leur participation est essentielle, et qu'ils doivent se faire une opinion au cours du débat, pour pouvoir y participer ensuite. Un deuxième vote pourra être effectué au cours du débat pour le raviver et voir l'évolution des avis dans l'assemblée.

En SHS, il peut être plus difficile de forcer l'étudiant à se positionner au moment du vote en s'appuyant sur l'argument de la réponse unique. On est très souvent confronté à une multitude de définitions pour une notion. Comme pour les sciences dures, il va donc falloir trouver le moyen de poser une question obligeant l'étudiant à se positionner (il faut faire très attention aux mots utilisés : la définition de chacun des termes doit être bien claire pour l'enseignant, il faut bien réfléchir à la manière dont cela peut être interprété et soumettre sa question à des collègues de sciences dures est un très bon test !) et, s'il le faut, le pousser à se positionner (ne pensez-vous pas qu'une des propositions corresponde le mieux à la question posée ? N'y a-t-il pas un des éléments proposés qui vous inspire plus qu'un autre ?).

4. PHASE III : Le débat

Gestion du tableau

Le tableau s'impose comme un outil capital qui permet d'organiser et de structurer le débat : l'idée et les arguments de chaque étudiant qui prend la parole sont ainsi exposés à l'ensemble de la classe. Il est un support pour l'institutionnalisation au moment où l'enseignant s'appuiera sur les idées pour les commenter.

Un porte-voix de chaque idée

Le tableau est tout d'abord un « porte-voix » de chaque idée. Il va relayer l'argumentation de l'élève isolé pour le mettre à la portée de toute la classe. C'est de fait un « accusé de réception » de ce que propose l'élève, l'enseignant notant la synthèse de la réflexion, en la reformulant (avec l'accord de l'étudiant) tout en prenant garde à ne pas déformer la parole de l'étudiant.

Organisation et structuration des idées du débat

La manière dont les idées sont notées va influencer le débat. Une bonne structuration du tableau clarifiera les divers arguments intervenant dans le débat et, de fait, l'organisera. Il est important de s'attarder sur sa structuration : une zone pour chaque type d'argumentaire, une place pour les sondages, et une partie du tableau libre dédiée aux imprévus pour ne jamais manquer de place.

Les arguments qui ont touchés le plus les élèves seront mis en valeur. D'une manière plus dissimulée, les notations du tableau sont aussi capable d'orienter la direction du débat vers les points espérés. Attention cependant à ne pas donner des éléments de réponse, auquel cas le débat n'aurait plus lieu d'être. Enfin, si l'enseignant s'en sent capable, il peut restructurer les idées au cours du débat (avec l'aval des étudiants) : regrouper les idées similaires, effacer celles qui ont été écartées, et mettre en évidence celles qui se contredisent pour relancer le débat.

Notons toutefois que cette structuration peut parfois être considérée comme secondaire. Notamment, quand un débat est vif et qu'il est difficile de noter les idées au tableau tout en étant pleinement attentif au déroulement du débat, le tableau peut devenir secondaire. (Cf. débat sur la notion de patrimoine)

Support pour l'institutionnalisation

Une fois le débat achevé, les arguments notés au tableau vont être réutilisés pour l'institutionnalisation. Rappelons qu'il est important de ne pas les effacer.

Gestion du débat

La gestion et l'animation du débat sont des choses que l'on peut facilement tenir pour secondaires alors qu'elles sont en réalité primordiales. En effet, cela participe de la mise en place d'un nouveau contrat didactique offrant aux élèves une forte responsabilité quant à la construction de nouvelles connaissances. En ce sens on les responsabilise et il faut à tout prix éviter de rompre ce contrat en reprenant une posture magistrale de professeur qui possède et donne les bonnes réponses.

Dans un premier temps, il est fortement conseillé de s'en tenir à une neutralité parfaite : on ne juge pas si l'argumentation est bonne ou mauvaise, ni si le commentaire juste ou faux. Il faut retranscrire le plus fidèlement les propos et continuer à faire comprendre que le but du débat est de convaincre les autres élèves, non plus le professeur, et surtout de se forger sa propre opinion. Il faut que les étudiants se sentent libres de mener à bout leur propre démarche intellectuelle.

La neutralité est donc essentielle et d'autant plus délicate à mettre en œuvre qu'elle est aux antipodes de l'attitude que l'on adopte dans un cours « classique ». Elle pourra faire surgir chez le professeur un sentiment d'impuissance et

d'inutilité puisque de fait le débat ne lui appartient pas, il ne le maîtrise pas. Mais ce sentiment de frustration est un très bon signe du respect de la neutralité.

Dans un second temps, une fois et une fois seulement cette neutralité acquise, on peut aller plus loin : il s'agit en fait de parvenir de manière très subtile à animer, à orienter, à guider le débat. Cela peut se faire par exemple en mettant en exergue l'évidente contradiction de deux arguments qui s'opposent et d'inciter les élèves à interroger cette contradiction. On peut aussi pousser l'animation plus loin en mettant en valeur un argument dont on sait qu'il fait avancer le débat, mais sans briser cette apparente neutralité dont les élèves doivent continuer d'être persuadés et surtout sans jamais entraver leur démarche intellectuelle personnelle par une trop forte orientation. Disons-le franchement : c'est une vraie gageure ! Mais ce pari en vaut sans aucun doute la peine puisqu'en guidant ainsi finement le débat, on le rend non seulement plus pertinent pour les élèves, mais en plus on pourra dépasser ce sentiment de frustration dont on a parlé plus haut.

5. PHASE IV : L'institutionnalisation

L'institutionnalisation doit être vue comme une réponse à un débat scientifique qui - si tout s'est bien déroulé jusque là - a dû être chargé émotionnellement. Les étudiants sont à ce moment déstabilisés, car ils ont pris position, ont défendu leur point de vue, ils se sont investis personnellement dans une opinion qu'ils ont eu à défendre. Ceci rend cette étape particulièrement critique. L'enseignant doit donc prendre garde à ne pas "frustrer" les étudiants.

Ainsi, la fin du débat doit être proposée par l'enseignant, mais en aucun cas imposée. Il estimera à quel moment proposer une interruption au vu des arguments qui s'affrontent. Les réponses à quelques questions peuvent permettre de mieux évaluer le moment le plus propice : le débat est-il devenu stérile, chacun campant sur ses positions ? Tous les arguments pertinents sont-ils apparus ? Y a-t-il une période d'attente ou d'impatience ?

La proposition de clôture doit tout de même permettre à ceux qui ont des arguments nouveaux ou qui sont frustrés de ne pas avoir donné leur avis de prendre la parole (mais seulement à eux). Le cas échéant, avec le consentement de la classe, le professeur met fin au débat. A ce moment, il peut éventuellement profiter d'une pause pour ajuster son institutionnalisation en fonction des arguments qui sont apparus lors du débat.

Pour faciliter la mise en relation entre le contenu présenté et ces arguments, il peut être efficace de réorganiser son tableau en faisant une synthèse des arguments présents tout en prévoyant une place pour écrire (l'idéal étant de disposer d'un autre tableau).

L'enseignant doit se servir de l'ensemble des arguments pertinents apparus lors du débat pour étayer son propos, et montrer les failles ou limites des éléments fallacieux. En aucun cas le professeur ne devra faire référence aux personnes qui ont proposé ces arguments de façon à ne jamais porter de jugement de valeur direct. Ici encore, c'est le débat d'idées qui prime, et non le débat d'individualités.

Une attention particulière doit être portée sur les erreurs qui persistent malgré les explications. Elles sont signe que certains points restent mal compris, aussi il faudra s'efforcer d'y revenir !

L'institutionnalisation doit être claire et concise. L'enseignant doit prendre le temps d'exposer les idées essentielles du raisonnement sans nécessairement entrer dans des détails qui pourront être approfondis ultérieurement. Quand le sujet s'y prête, l'institutionnalisation sera d'autant plus marquante qu'elle sera suivie d'une expérience validant la théorie (redondance). En général l'expérience ne doit pas précéder l'explication car le risque serait alors grand que l'attention de l'auditoire baisse, une réponse ayant été apportée. Toutefois, dans certains cas, elle peut donner une illustration frappante de la notion abordée, offrant ainsi un cadre favorable à l'institutionnalisation.

Tout en étant claire et concise, elle doit pour autant éviter la frustration des étudiants en allant au cœur de la notion visée, sans éviter la difficulté qui justifiait l'emploi de cette méthode pédagogique particulière. Le pire serait de terminer l'institutionnalisation en affirmant qu'en fait, il n'y avait finalement rien de difficile là-dedans !

Enfin, il faut ajouter qu'au cours du débat, il peut arriver que les étudiants aient à faire face à des lacunes ou que le déroulement du débat mette en évidence d'autres problèmes. Vouloir construire une nouvelle connaissance peut laisser apparaître des lacunes relatives à des connaissances antérieures qui auraient dû être maîtrisées, mais qui ne le sont pas. Finalement, même si l'objectif initial n'est pas atteint, le débat n'en est pas moins productif pour autant. Il convient alors d'adapter l'institutionnalisation à ce constat, et l'objectif d'apprentissage devient alors ces connaissances, en amont des connaissances initialement visées.

6. Conclusion

Notre projet avait pour objectif de permettre à chacun d'animer et d'analyser un débat scientifique devant une classe d'étudiants du supérieur. L'objectif de l'atelier était bien de faire le lien entre théorie du débat scientifique, et pratique en classe, cap qui s'avère bien souvent difficile à franchir. Afin d'en retranscrire au mieux l'intérêt nous avons cherché à synthétiser nos différentes expériences, pour en faire un document qui facilite la mise en pratique du débat scientifique. De nombreux détails présentés ici doivent permettre aux enseignants motivés d'éviter de tomber dans un certain nombre de pièges rédhibitoires, pourtant facilement évitables. Nous espérons qu'il démocratisera le débat scientifique, qui peut apparaître une alternative attrayante en complément d'autres pratiques pédagogiques.

7. Annexes : débats menés cette année

Incertitudes de mesures

Notion : lien entre erreur et différentielle, calcul d'incertitude
Public : première année d'école d'ingénieur (après classe prépa)
Question : Une bille tombe le long d'une porte en $0,064 \pm 0,3 \text{ sec}$. Sachant que la hauteur est $L = g \cdot t^2 / 2$, quelle est l'incertitude sur la hauteur ? (9, 30, 60, 90 cm, ou « autre »)
Attentes : propagation linéaire ou quadratique de l'erreur, « formule magique »
Observations :

- Les difficultés de l'enseignant à rester neutre empêchent tout débat
- La question permet la « formule magique » utilisant le logarithme. Il faut modifier le problème pour empêcher cette réponse

Théorème de Bernoulli

Notion : Théorème de Bernoulli pour l'écoulement d'un fluide idéal
Public : L1 (chimie-biologie)
Question : Une canalisation est rétrécie : comment varie la pression dans le fluide ? (identique, augmente, diminue, autres)
Attentes : débat opposant une notion « empirique » de la pression, et sa définition physique
Observations :

- Pollution par la comparaison des deux cas : détourne l'objectif du débat
- Notions nécessaires à la compréhension de la question mal maîtrisées
- Il est alors très difficile d'adapter en temps réel l'institutionnalisation, et une courte pause peut être profitable

Inertie de rotation

Notion : inertie de rotation, liens avec l'inertie de translation
Public : préparation au CAPES
Question : « Le mouvement d'un corps est régulier en l'absence de forces extérieures ». Pourtant un patineur peut changer sa vitesse de rotation : cela met-il en défaut la première affirmation ? (oui, non, autres)
Attentes : étude des frottements, à négliger, étude des forces internes
Observations :

- Les notions attendues sont apparues
- Sentiment d'insatisfaction et de frustration : la neutralité pousse aussi à ne pas donner assez de reliefs aux arguments productifs pour le débat

Critère d'élasticité

Notion : critères d'élasticité: Tresca et Von Mises (similitudes et différences) => définition de la notion de contrainte
Public : première année d'école d'ingénieur
Question : Connaissant la courbe contrainte-déformation d'un matériau métallique, on le soumet à [une contrainte particulière]. On observe que l'échantillon reste dans le domaine élastique: est-ce en accord avec les résultats prédits par les critères que vous connaissez?
Attentes : la contrainte est problématique: Tresca et Von Mises (connus) ne donnent pas la même réponse: comparaison des deux modèles.
Observations :

- Intérêt des étudiants
- recherche « scolaire » de la réponse dans l'attitude de l'enseignant
 - règles de fonctionnement pas assez explicitées?
 - équilibre délicat entre débat désorganisé et trop contraint

Membrane dans un générateur électrochimique

Notion : rôle paradoxal du séparateur dans un générateur électrochimique, qui doit séparer les espèces réactives tout en laissant passer les charges entre les 2 compartiments.
Public : Etudiant en 2^e années d'école d'ingénieur (ENSE3)
Question : La réaction Cu^{2+}/Zn est spontanée. Deux propositions de générateur: un avec un séparateur en verre entre les électrodes, l'autre sans. Lequel peut fonctionner? (le 1^{er}, le 2^e, autres)
Attentes : séparation des lieux d'oxydation et de réduction nécessaire pour avoir un courant électrochimique, électroneutralité d'un système, réaction parasite dans une batterie.
Observations :
 L'institutionnalisation s'est appuyée sur une expérience faite devant la classe. Elle a aussi discuté de la manière dont on surmonte le problème dans des générateurs électrochimiques usuels (batteries au plomb, pile à combustible, etc)

Lien entre corrélation et causalité

Notion : régression linéaire. corrélation statistique n'est pas causalité
Public : L2 chimie-biologie
Question : On teste un produit amaigrissant sur une population qui, pourtant, semble prendre du poids: quelle conclusion quant à l'effet? (positif, négatif, neutre, autre)
Attentes : régression linéaire et test de sa pertinence, la corrélation ne permet pas de conclure positivement à une causalité
Observations :

- besoin de beaucoup se référer aux arguments du débat dans l'institutionnalisation
- préciser clairement les phases du débat (slide?)
- durant le débat, souligner quand les arguments portent sur des enjeux différents
- les élèves doivent facilement s'approprier le problème
- les élèves doivent être regroupés pour faciliter le débat

Aller plus loin dans la réflexion sur le patrimoine

Notion : travail autour de la notion de patrimoine
Public : Master 1 géographie, sciences appliquées à la montagne (semestre 2)
Question : Qui est le mieux placé pour dire « ceci est du patrimoine et cela n'en est pas » ? 1^{er} L'expert scientifique 2^e L'administration compétente 3^e La société locale
Objectif : Il est attendu que les étudiants se rendent compte que les trois éléments sont complémentaires et qu'ils argumentent dans ce sens. Il est attendu que les étudiants se demandent de quel(s) patrimoine(s) on parle (bâti, naturel, immatériel) et de sa nature (le patrimoine comme 1^{er} objet de recherche, 2^e bien national, 3^e élément identitaire, bien propre) ;
 Qu'ils se posent la question de la temporalité : a-t-on la même approche du patrimoine à une époque donnée ? Est-ce que ce sont toujours les mêmes acteurs qui se saisissent du patrimoine ? Ou y a-t-il une évolution diachronique ? (ici, on teste leurs connaissances, en sachant qu'ils ont déjà abordé la question du patrimoine dans leur cursus).
Ce que l'on retient de l'expérience :
 Le débat a bien débuté dès les premières minutes. Les étudiants s'investissent vraiment dans le sujet et construisent progressivement leur réflexion. Le problème majeur que l'on a pu relever dans le déroulement de ce débat est pour l'enseignant qui doit gérer le tableau : à trop vouloir écrire/recopier les arguments des étudiants, l'enseignant prend du retard sur le déroulement de la discussion et a du mal à reformuler les idées d'un débat qu'il n'« entend » pas, gêné par le bruit de la craie et par la concentration que lui demande cette intensive retranscription.
 Attention, donc, à ne pas trop écrire : le tableau est l'outil de l'enseignant et non des étudiants. Il est en fait un support qui va refléter le fait que l'on prend en considération les arguments des étudiants, mais il est avant tout la « feuille de notes » que l'enseignant pourra réutiliser au moment de l'institutionnalisation.