HAL
open science

Quand “ développer un APP en Physique ” devient un prétexte à coopération entre disciplines, enseignants et étudiants

Celine Darie, Christophe Durand

To cite this version:

Celine Darie, Christophe Durand. Quand “ développer un APP en Physique ” devient un prétexte à coopération entre disciplines, enseignants et étudiants. Questions de Pédagogies dans l'Enseignement Supérieur, ENSTA Bretagne, IMT-A, UBO, Jun 2019, Brest, France. hal-02286786

HAL Id: hal-02286786

https://hal.science/hal-02286786v1

Submitted on 13 Sep 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Quand « développer un APP en Physique » devient un prétexte à coopération entre disciplines, enseignants et étudiants

CELINE DARIE
Polytech Grenoble, Université Grenoble Alpes, celine.darie@neel.cnrs.fr
CHRISTOPHE DURAND
Polytech Grenoble, Université Grenoble Alpes

TYPE DE SOUMISSION

Analyse de dispositif

RESUME

L'introduction d'un enseignement sous forme d'APP (Apprentissage Par Problème) au sein de la filière Matériaux de Polytech Grenoble a été l'occasion de pratiquer une coopération étroite entre deux enseignants de deux disciplines complémentaires mais enseignées de manière disjointe jusque-là. Cet article vise à montrer que la collaboration forte entre les enseignants a permis de développer des nouvelles stratégies pour un meilleur apprentissage des étudiants et propose la description et l'analyse du dispositif mis en place au cours de deux années d'expérimentation itératives.

SUMMARY

The establishment of a teaching in the form of APP (problem-based learning) at Polytech Grenoble engineering School was an opportunity to practice close cooperation between two teachers from two complementary disciplines but taught disjointed so far. The aim of this article is to show that strong collaboration between teachers has led to the development of new strategies for better student learning. We will find the description and analysis of the teaching device tested over two years.

MOTS-CLES (MAXIMUM 5)

Coopération entre enseignants, APP, Liaisons chimiques, physique du solide

KEY WORDS (MAXIMUM 5)

Cooperation between teachers, problem-based learning, chemical bonds, solid-state physics

1. Introduction

Les pratiques pédagogiques basées sur la méthode APP (Apprentissage Par Problème [1,2]) sont employées au sein de l'enseignement supérieur depuis déjà de nombreuses années dans de nombreux pays, comme la Belgique ou le Canada. Ce type de pratique se développe de plus en plus en France notamment au sein des formations en écoles d'ingénieurs. Cette

démarche a été introduite au sein de l'école d'ingénieurs Polytech-Grenoble dès 2014 dans la filière « Géotechnique » avec la mise en relation de trois cours jusque-là totalement distincts dans la maquette des enseignements (mécanique des sols, hydrologie, et mécanique des structures) pour construire un APP intégrateur [3]. Cette expérience réussie nous a amené au sein de la filière « Matériaux » à développer une approche similaire en réunissant deux cours théoriques (« Liaisons Chimiques » et de « Physique du Solide ») qui étaient plutôt bien appréciés des étudiants dans leur mise en œuvre (forme traditionnelle Cours/TD), mais dont la compréhension était en grande majorité très partielle, voire quasiment nulle. L'origine de ce blocage est liée à une représentation du modèle de l'atome ancrée chez les étudiants. Ces deux enseignements remettent en cause profondément ce modèle, puisque la vision de l'atome n'est plus celui d'un atome isolé, mais bien celle d'un atome en interaction avec les autres atomes, ce qui change totalement sa description. Le dispositif décrit correspond à une expérimentation itérative menée au cours de deux années consécutives.

2. Contexte et problématique

Les enseignements de « Liaisons chimiques » et de « Physique du Solide » sont au sein de Polytech-Grenoble par construction des maquettes disjoints et confiés à des enseignants respectivement de Chimie et de Physique. Cet état de fait est standard, mais certaines des notions abordées par ces deux canaux sont enseignées avec un jargon différent, alors qu'il s'agit des mêmes notions et celles-ci se retrouvent de fait rangées par les étudiants dans des « boites » hermétiquement dissociées. Pour ne rien arranger, nous avons identifié certains blocages liés à la compréhension de la matière. En effet, il est conceptuellement très difficile de passer de la description de l'atome isolé à la description d'un nombre d'atome quasiment infini (10^{28} atomes/m^3) dans le solide. Pour donner une idée de la difficulté, on donnera l'image suivante : « c'est comme passer de la description du système solaire à la description de l'univers ». Pour faire ce changement d'échelle, il est nécessaire d'introduire de nouvelles notions physiques difficiles à appréhender pour les étudiants qui découvrent cette nouvelle vision des atomes en interaction entre eux. Par ailleurs, notre volonté commune de construire des enseignements plus actifs en nous inspirant de la méthode APP, nous a amené à envisager de bâtir cet enseignement comme 4 séquences APP qui se suivent et utilisent le même langage et les mêmes symboliques (2 séquences en lien avec le cours de « Liaisons chimiques » et 2 autres avec le cours de « Physique du Solide »).

2.1. Coopération disciplinaire

Dans la formation « Matériaux » de Polytech-Grenoble qui compte une cinquantaine d'étudiants, les enseignements de 1ère année (équivalent L3) intitulés « Liaisons Chimiques » et « Physique du Solide » ont pour but de sortir les étudiants de la vision des niveaux électroniques d'un atome isolé. L'idée de ces enseignements est d'appliquer les équations de la mécanique quantique en partant de quelques atomes (fait dans le cours de « Liaisons Chimique) pour aboutir à des milliards d'atomes (fait dans le cours de « Physique du Solide). L'objectif est de leur montrer qu'il y a une mise en commun des niveaux électroniques et des électrons non plus à l'échelle de l'atome isolé, mais bien à l'échelle de l'ensemble de la molécule ou du solide. Malheureusement, le modèle de l'atome isolé est si bien ancré dans l'esprit des étudiants, que ce passage à l'échelle macroscopique reste extrêmement difficile à percevoir pour une très grande majorité d'entre eux.

Pour lever ce blocage récurrent, nous avons fait le choix pendant l'année universitaire 2016/2017 de fusionner les deux cours « Liaisons Chimiques » et « Physique du Solide », afin que les étudiants puissent bien identifier qu'il y a une continuité en partant de l'atome isolé (déjà connu) et en établissant une liaison chimique entre 2 atomes (ex. H_2), puis entre 4 (ex. butadiène), puis entre 22 (ex. carotène), puis par milliards (ex. l'or, le cuivre).

Cette continuité disciplinaire est rarement présentée et oblige à jongler entre des ouvrages de références de chimie du solide et physique du solide [4,5]. Cette approche dans la continuité a l'avantage d'améliorer la compréhension intrinsèque de deux matières et permet en même temps de faire du lien entre ces deux matières puisque les mêmes équations sont appliquées à des échelles différentes. Néanmoins, cela constitue pour l'équipe enseignante un défi pour mettre en commun ces deux matières en réalisant un vrai travail d'articulation.

2.2. Coopération des enseignants

La mise en place d'un dispositif de création de séquence APP exige une anticipation en un temps déterminé (plusieurs semaines de préparations rythmées par des réunions régulières) : mais lorsque chacun doit entrer dans l'univers de l'autre et comprendre son approche, voire harmoniser sa vision il faut s'accorder plus de temps. Ce dispositif a été bâti sur une période de 6 mois sachant que les cours étaient dans leur formule classique déjà enseignés depuis quelques années. La principale difficulté est bien la compréhension du formalisme spécifique de l'autre et l'homogénéisation possible (ou non) d'une approche concertée. Ceci amène à des renoncements et des choix qu'il faut souvent s'imposer à soi-même. C'est très rarement le

collègue qui se permet de décider si une « notion » peut (ou pas) être abandonnée ou sacrifiée pour une clarté finale plus grande. Trois lignes directrices ont guidé la collaboration et la construction des séquences APP :

1. Enjeu didactique du passage de quelques atomes à plusieurs milliards
2. Enjeu pédagogique par la création de situations problèmes innovantes, intéressantes pour les étudiants (choix de l'approche APP pour un ancrage profond des connaissances)
3. Cohérence entre les approches proposées (règles dans le choix du formalisme) : unifier nos approches pour montrer la continuité de la démarche scientifique de ces 2 cours

2.3. Coopération des étudiants pour mieux comprendre le nouveau paradigme de l'atome : choix du modèle socio-constructiviste APP

Le choix de la méthode APP est en fait un préalable à ce travail. Convaincus de l'importance de rendre l'étudiant actif de son apprentissage et également de l'intérêt du groupe d'apprentissage coopératif (interactions, hétérogénéités, organisation…), cette méthode a retenu toute notre attention pour les raisons suivantes :

- Les étudiants sont principalement en position d'apprentissage puisque le cours n'est plus « dispensé » par l'enseignant mais est mis à disposition pour être travaillé afin de répondre à une mise en situation.
- La coopération active au sein du groupe est un des éléments clefs de la réussite de cette méthode, en effet les étudiants qui sont plus à l'aise se retrouvent en position d'enseignants en expliquant et détaillant les solutions qu'ils proposent. Le tuteur doit favoriser les interactions au sein des groupes. A son initiative, le tuteur joue un rôle de perturbateur « positif » dans la progression du groupe.
- Pour comprendre et mettre du sens sur les nouvelles notions qui sont souvent difficiles à intégrer, la coopération au sein du groupe joue un rôle indispensable : il est notamment intéressant de voir la construction d'une solution entraîner peu à peu les étudiants à mettre en doute leurs certitudes et à proposer d'autres approches conceptuelles (voulues par le problème). On détaillera dans le dispositif la construction en deux temps avec une première période de « découverte » et une seconde période « calculatoire » permettant à la fois d'appréhender une notion nouvelle et de rentrer « dans le dur » de celle-ci.

3. Caractéristiques du dispositif

Un dispositif pédagogique APP (Apprentissage par problèmes) a été mis en place. Ce choix de pédagogie active socioconstructiviste a pour but de marquer les esprits des étudiants afin qu'ils changent en profondeur leurs représentations des atomes, lorsque ceux-ci font partis d'une molécule ou d'un solide.

La méthode APP : elle repose sur le principe suivant. Les étudiants, regroupés par équipes, travaillent ensemble à résoudre un problème pour lequel ils n'ont reçu aucune formation au préalable. Après la découverte du problème qui se fait collectivement (Séance « Aller »), chaque étudiant doit essayer de résoudre le problème par lui-même en travaillant seul de manière autonome (Séance de TRAvail Personnel « TRAP ») et en s'appuyant sur des documents de cours transmis par les enseignants. Ensuite, lors d'une séance en groupe (Séance « Retour »), les solutions de chaque étudiant sont discutées afin que le groupe puisse proposer une seule solution qui soit construite collectivement et qui fasse consensus. Pour faciliter ce travail en équipe, une organisation est proposée avec différents rôles (animateur, scribe, maitre du temps et secrétaire) pour fluidifier le partage des idées, de la parole et être efficace pour produire la solution. La démarche est accompagnée par l'enseignant qui joue un rôle de tuteur. La résolution d'un problème a pour objectif de susciter une motivation pour apprendre le contenu du cours et favoriser les apprentissages en profondeur de notions parfois difficiles. A la fin, il y a un examen individuel pour s'assurer que chaque membre du groupe a acquis les apprentissages visés.

Contexte et organisation du dispositif : Nous appliquons ce dispositif pédagogique à une classe d'environ 50 étudiants, répartis en 8 groupes de 6-7 étudiants. L'organisation de l'enseignement se déroule sur 5 semaines durant lesquelles les étudiants doivent résoudre quatre séquences APP avec des situations-problèmes différentes, correspondant chacune à 2 demi-journées de travail (défi n°1 et défi n°2) suivi d'une séance de clôture en plénière de 2h consacrée aux questions/réponses et à la résolution d'exercices-types. Au préalable, il y a une initiation au travail de groupe et à la méthodologie APP lors d'une séance de 2h (séance APP0). Le plan de séquençage du dispositif est le suivant (figure 1) :

- APP0 : « « Apporter votre grain de sable ! »
- APP 1 : « Les deux font la paire »,
- APP 2 : « Le carbone dans tous ses états »,
- APP 3 : « A plusieurs, on est plus fort »,
- APP 4 : « Mind the gap ! ».

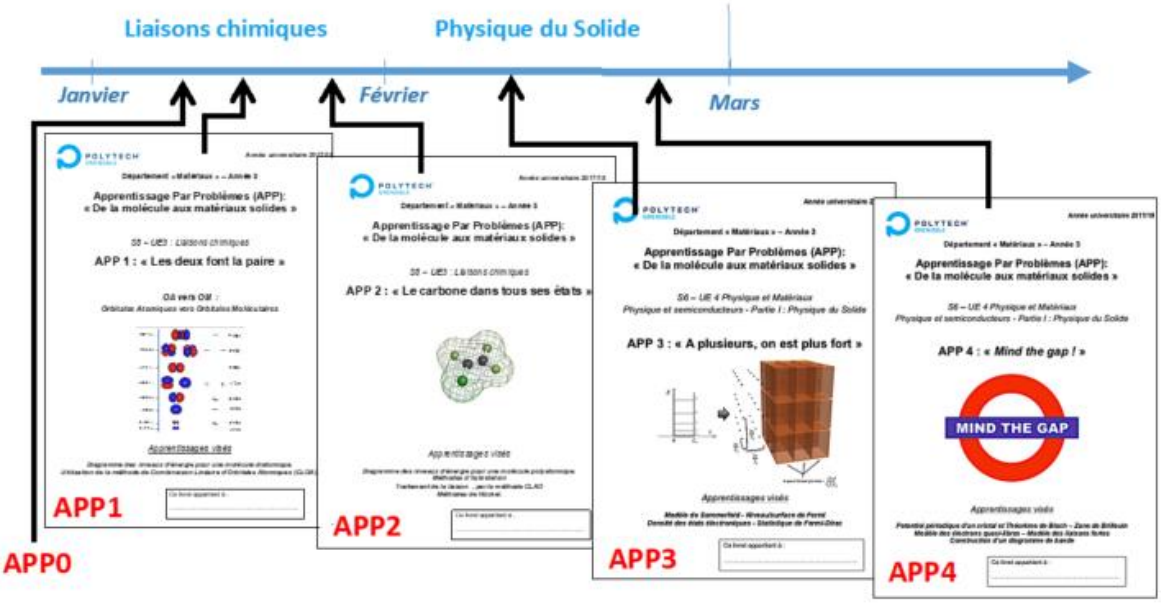


Figure 1 : Déroulement du dipositif APP mis en place à Polytech Grenoble « De la molécule aux matériaux solides » qui fusionne deux enseignements différents : « Liaisons Chimiques » correspondant aux APP 1&2 et « Physique du Solide » correspondant aux APP 3&4.

Comme les étudiants vont être amenés à s'impliquer dans le dispositif APP pendant plusieurs semaines, nous avons mis en place une activité sur 2h pour apprendre à travailler en groupe et pour introduire la méthodologie APP. Pour les besoins de la matière, un sujet autour des grands nombres était nécessaire. Le défi proposé aux étudiants propose de « calculer le nombre de grains de sable qu'il y a sur la Terre ». Ce sujet a l'avantage d'être très simple à comprendre et semble au premier abord très compliqué à résoudre. Afin de bien illustrer que travailler en groupe n'est pas inné, l'activité est divisée en deux défis similaires avec des modalités différentes. Le premier défi est fait sans aucune consigne. Le second défi est par contre bien organisé en imposant une méthodologie APP (travail préalable personnel, ressource, l'attribution de rôle, etc). Une comparaison du vécu des deux mises en situation permet aux étudiants de comprendre l'importance de l'organisation des séances pour rendre le travail de groupe efficace et pour que chaque membre du groupe puisse apprendre.

3.1. Dispositions pour rendre efficace le dispositif APP

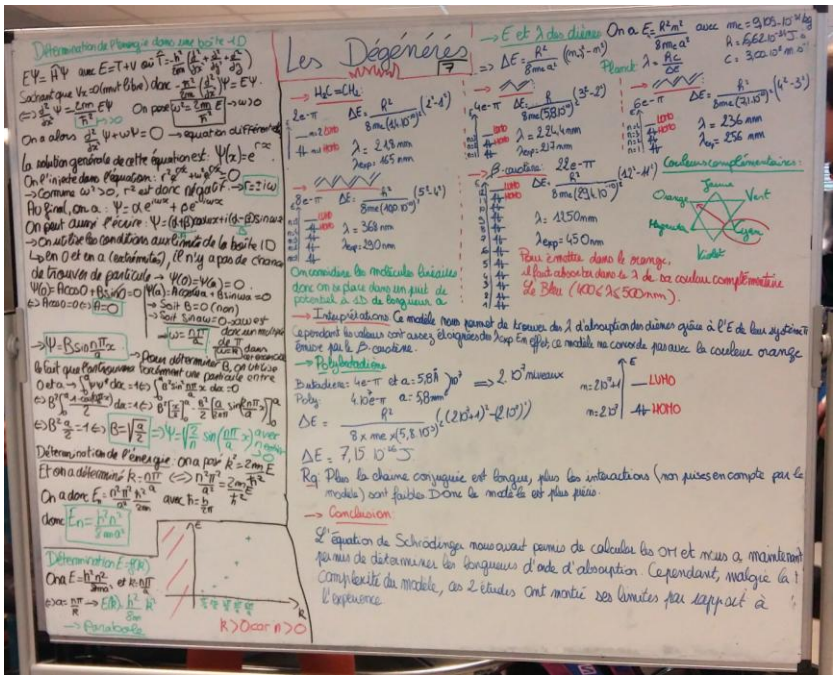
A la construction du dispositif ou après les évaluations faites auprès des étudiants, nous avons fait des choix spécifiques pour rendre l'approche APP efficace :

- le temps de travail personnel (TRAP) est inclus dans les séances : les enseignants s'assurent que le travail personnel est bien fait de manière individuelle. Les enseignants sont présents afin de répondre à titre individuel aux éventuelles questions

des étudiants ou d'aider les étudiants complètement bloqués afin qu'ils ne perdent pas ce temps à ne rien faire.

- le compte-rendu du groupe doit être fait sous la forme d'un tableau bien organisé et présenté. Ce tableau est photographié par les étudiants (figure 2) et ensuite mis en ligne sur une plateforme partagée pour être vu des autres groupes et pour être évalué par les tuteurs. Par rapport à un compte-rendu papier, la rédaction de la solution sur le tableau à l'avantage d'associer plus facilement l'ensemble du groupe à la rédaction. C'est également un support plus facile à lire et à évaluer, car le format du tableau impose d'être synthétique. C'est d'autant plus pratique que le nombre de groupe à tutorer et à évaluer est grand pour le tuteur.
- une évaluation formative à titre individuel est faite sous la forme d'un QCM à la fin de chaque séquence APP.
- l'organisation des séquences APP est faite sous la forme de 2 défis, l'un du type « découverte », l'autre du type « calculatoire ». Le 1er défi dit de « découverte » permet de prendre conscience du nouveau phénomène et de le décrire simplement « avec les mains ». Le 2e défi dit « calculatoire » permet d'aller plus en profondeur en menant des calculs tels que les méthodes de résolution de l'équation de Schrödinger qui régit la mécanique quantique. Cette 2e étape évite une compréhension superficielle des phénomènes mis en jeu dans la matière, donne les outils de résolution indispensable pour une analyse poussée des phénomènes et dans certains cas permet d'être prédictif.
- un temps de synthèse et d'exercisation (séance de clôture) est proposé à la fin de chaque séquence APP. Les exercices faits à la maison seront auto-évalués par les étudiants (évaluation formative) et un exercice d'examen est corrigé pendant cette séance afin d'ancrer les nouvelles connaissances/les nouveaux outils et préparer les étudiants à l'examen final.

Ces 5 points font la spécificité de ce dispositif APP. En particulier, il permet de lutter contre l'écueil récurrent des APP, où quelques étudiants travaillent pour l'ensemble du groupe. Le travail personnel inclus en séance en présence des enseignants et le compte-rendu sous la forme d'un tableau sont des solutions efficaces pour favoriser le travail de tous les étudiants pendant les moments de travail en groupe.



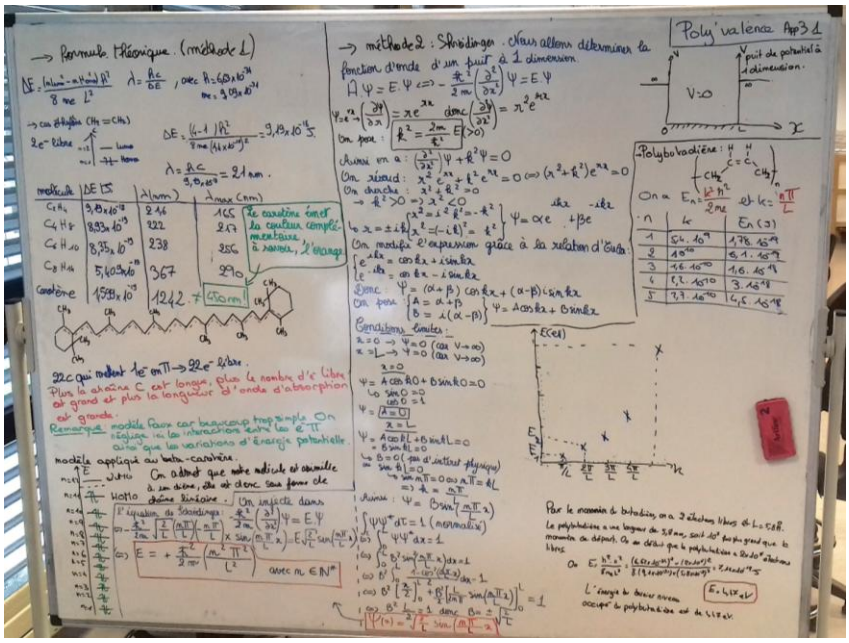


Figure 2 : Deux exemples de compte-rendu au tableau fait pendant la même séance sont donnés à titre comparatif.

3.2. Evolution du dispositif avec les années

L'expérimentation a démarré pendant l'année universitaire 2016/2017. L'ensemble des situations-problèmes et choix des exercices a été réalisé conjointement entre les enseignants de Chimie et de Physique. Devant la difficulté des concepts (liés aux outils mathématiques notamment) qui devaient être acquis par les étudiants, nous avions prévus une organisation en trois temps : séance Défi n°1 « découverte » / séance plénière (cours sur les outils mathématiques) / séance Défi n°2 « calculatoire ». Le positionnement intermédiaire de ce

cours devait permettre une prise en main rapide des outils. Dans cette première édition, les comptes-rendus de chaque défi étaient rédigés sur papier par un « secrétaire » désigné par l'ensemble du groupe et tournant à chaque séance. Ainsi sur l'ensemble du dispositif chaque étudiant avait été en charge de la rédaction d'une solution. Cette solution était corrigée à la fin de chaque séance et rendue « au groupe ». Les exercices étaient proposés dans le livret à titre d'entrainement, les solutions corrigées étaient distribuées mais il n'y avait pas de correction en classe.

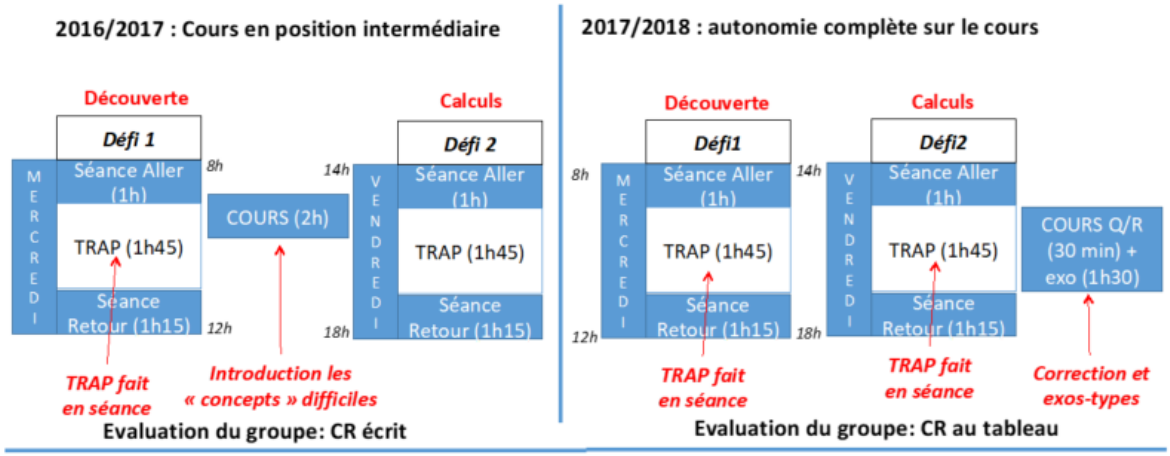


Figure 3 : Evolution de l'organisation d'une séquence APP dans le cadre du dispositif mis en place à Polytech Grenoble « De la molécule aux matériaux solides ». La séance plénière et le type de compte-rendu (CR) ont été modifiés pour améliorer le dispositif.

Les retours liés soit au ressenti des enseignants, soit aux remarques des étudiants nous ont amenés à modifier ces trois points du dispositif.

Pour la séance de cours intermédiaire, l'écueil tenait à l'attention des étudiants qui retrouvant les « habitudes » du cours classique semblaient passifs, peu intéressés et généraient une forte frustration chez l'enseignant notamment en comparaison de ce qui était vécu pendant les séances du type « Défi ». En couplant à la remarque des étudiants qui réclamaient un temps pour pratiquer et corriger des exercices, il a été décidé de placer cette séance plénière en fin de la séquence APP (séance de clôture). Le contenu du cours a été intégré à des documents qui ont alors été retravaillés pour pouvoir être lus et exploités par les étudiants pendant les séances « Défi » en travail personnel (TRAP).

Pour la solution rédigée sur feuille, il est apparu que l'implication du groupe dans la rédaction était fortement réduite, voire dans la plupart des cas nulle: en effet une fois les éléments de résolution discutés, il revenait au seul secrétaire la charge de rédiger « au propre » la solution. Dans certaines séances (pour des résolutions plus longues), la rédaction se faisait même en dehors du temps de classe. Il semblait également que les solutions corrigées ne circulaient pas

nécessairement au sein des groupes. Ces constatations mais aussi l'utilisation souvent très judicieuse et interactive du tableau en cours de séance nous a amené à proposer la rédaction de la solution finale exclusivement sur tableau avec les effets bénéfiques signalés plus haut.
Ces modifications ont été appliquées dès 2017/2018 (figure 3), l'ensemble des mesures a été très apprécié par les enseignants comme par les étudiants. L'expérimentation a alors révélé d'autres manques dans le dispositif initial. La mise en place de temps d'exercisation a finalement montré que la résolution des exercices de façon individuelle (travail demandé « à la maison ») était peu ou pas faite conduisant à des temps trop courts et du coup une insatisfaction mutuelle. Pour y remédier, l'introduction d' une auto-évaluation des exercices (formative) a été envisagée. Cette incitation sera orientée vers une partie des exercices libérant le temps d'exercisation vers un corrigé d'un exercice plus conséquent de type examen. Lors de cette séance, ce dispositif d'auto-évaluation devrait renforcer le travail coopératif entre les étudiants. Par ailleurs, il permettra en plus d'assimiler la correction des exercices.

3.3. Analyse et retours étudiants sur le dispositif

Une évaluation par les étudiants a été réalisée à l'aide d'un questionnaire électronique identique entre la fin des séances et l'examen terminal en assurant l'anonymat des réponses pour les deux années d'expérimentation. Cette évaluation comprend une question d'appréciation générale, 22 questions sur 4 grands thèmes (les généralités, le travail de groupe, le tutorat et les processus d'évaluation) et des espaces d'expression pour des commentaires libres (points positifs, points négatifs et suggestions). Un taux de retour de plus de 80% permet de considérer les réponses suffisamment fiables. La figure 4 montre le résultat de l'appréciation générale sur les deux années. Une amélioration est obtenue à l'issu de la 2e année d'expérimentation du dispositif APP avec une moyenne qui augmente de 4,6 à 4,9/6 démontrant que les changements apportés ont été bénéfiques. A l'issu de cette 2e année d'expérimentation, plus de 80% des étudiants considère cet enseignement comme « excellent ou bon », 15% le décrive comme « suffisant » et seul 4% n'adhère pas au dispositif, ce qui représente seulement 2 étudiants (sur 47 réponses).

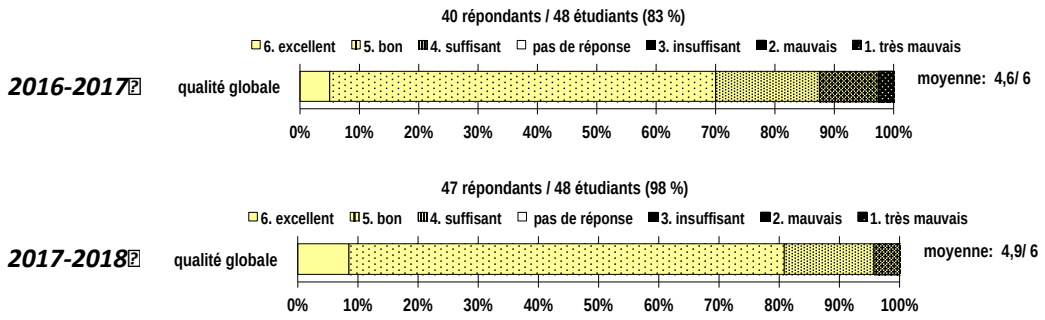


Figure 4 : Evaluation globale de cet enseignement en APP faite auprès des étudiants sur deux années consécutives.

Les réponses aux questions détaillées sont représentées sur la figure 5. Le taux de réponse en bleu foncé montre le taux d'étudiants « très satisfaits », le rouge foncé est relatif aux étudiants « pas du tout satisfaits ». Le travail de groupe est mieux évalué à l'issu de la seconde année, ceci est en grande partie lié à la mise en place des comptes-rendus sur tableau. Pour les autres thèmes, l'évaluation reste relativement similaire. A partir de ces graphiques et des commentaires des étudiants, nous constatons que les étudiants apprécient énormément le travail en équipe, beaucoup souligne le côté « ludique », le côté plus efficace que le cours magistral et une meilleure compréhension. Il y a une vraie entraide mutuelle entre les étudiants sur cet enseignement car le contenu est théorique et difficile. Les points à améliorer reste le manque d'exercisation pour se préparer correctement à l'examen. Dans quelques groupes (20% des groupes), certains étudiants s'investissent peu et pénalisent l'avancée du groupe. Enfin, certains étudiants estiment que le temps du travail personnel (TRAP) est trop long (1h45) et que les réponses obtenues de la part des tuteurs ne sont pas suffisantes. Néanmoins, ce type de reproche est une conséquence du dispositif APP. La réduction du TRAP réduit la compréhension du cours et dégrade la qualité de travail préparatoire avant le travail d'équipe. Les réponses systématiques des tuteurs entrainent une dépendance des groupes pour avancer. Les marges d'amélioration sont faibles, mais elles concernent surtout une meilleure préparation à l'examen.

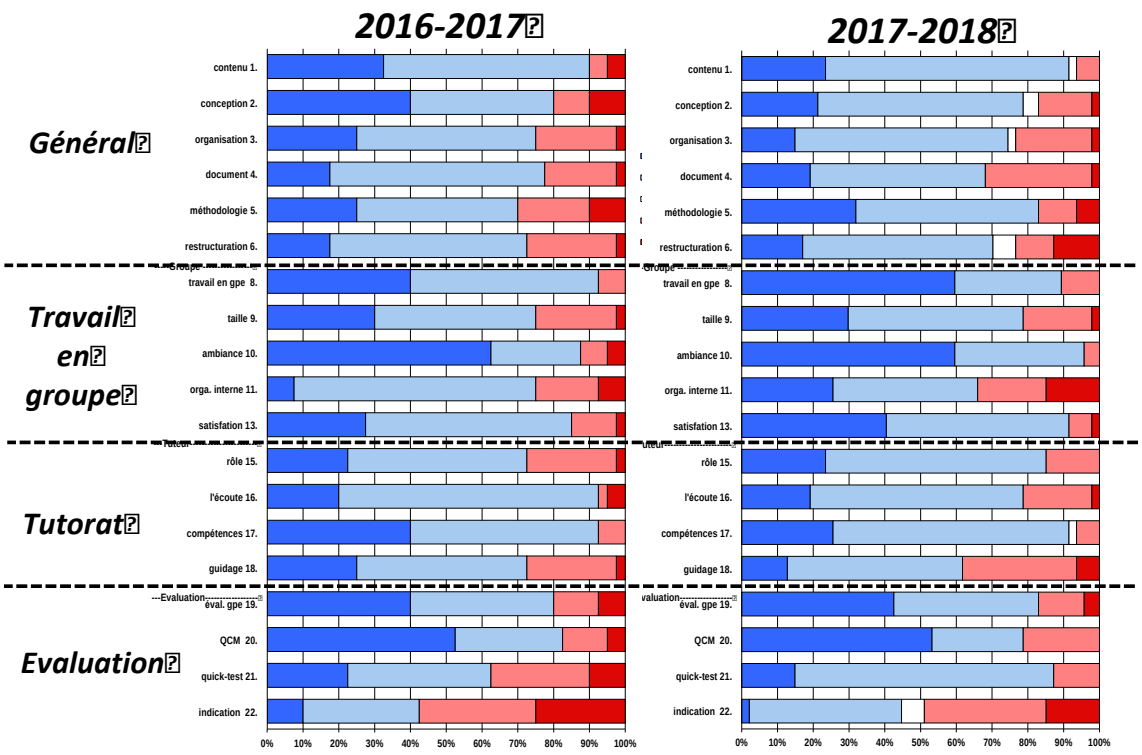


Figure 5 : Evaluation détaillée de cet enseignement en APP comprenant 22 questions autours de 4 grands thèmes faite auprès des étudiants sur deux années consécutives (code couleur : bleu foncé : « très satisfait », bleu « satisfait », blanc « sans opinion », rouge « pas satisfait », rouge foncée « pas du tout satisfait ».)

3.4. Apprentissage et réussite aux examens

Un des principaux objectifs de mettre en place de l'APP est de modifier la représentation de l'atome au sein d'une molécule ou d'un solide et que cette nouvelle vision soit durablement ancrée chez les étudiants. Il est difficile d'établir rigoureusement si ce changement de représentation s'est bien opéré. Pour cela, il faudrait mettre en place une étude spécifique sur les étudiants ayant et n'ayant pas suivi l'APP pour « mesurer » ce changement. En tant qu'enseignants, nous avons l'impression que ce changement de représentation est réel mais plutôt pour les étudiants qui sont en situation de réussite pour cette matière. On peut regretter que cela ne touche pas tous les étudiants, mais nous considérons que c'est déjà un point très positif que ce changement de représentation puisse être effectif sur certains étudiants, car ce n'était pas le cas avec un enseignement traditionnel et cloisonné. Par contre, nous ne pouvons pas nous prononcer sur la rétention sur le très long terme, car nous évaluons les étudiants uniquement à la fin du semestre.

Au delà du changement de représentation de l'atome non-isolé, nous pouvons comparer la réussite aux examens avant et après la mise en place des APP. Pour pouvoir faire cette comparaison, nous avons récolté les notes des deux examens terminaux correspondant à celui

de « Liaisons Chimiques » et celui de « Physique du Solide » pour la période 2014/2015 et 2015/2016 où l'enseignement a été fait de manière classique sous la forme de cours/TD et pour la période 2016/2017 et 2017/2018 où l'enseignement été fait en APP en fusionnant ces deux matières. La difficulté des examens sur l'ensemble de la période 2014-2018 est comparable car les exercices demandés sont très similaires et ont été rédigés et corrigés par les mêmes enseignants. Avec un effectif de 47 étudiants en moyenne sur deux cours différents pendant une période de 4 ans, nous avons pu récolter plus de 375 notes permettant d'avoir une statistique conséquente. La Figure 6 montre la répartition des notes obtenues à l'examen avant et après la mise en place des APP. Nous constatons une amélioration notable des résultats après la mise en place des APP qui se perçoit aussi à partir de l'évolution de la moyenne de l'examen terminal qui passe de 11,4/20 à 12,8/20 (+1,4 points) après la mise en place des APP. La comparaison de la répartition des notes sur la figure 6 est aussi instructive. D'excellentes notes (≥17/20) sont obtenues par plus de 10% des étudiants, alors que ces notes étaient quasiment inaccessibles pour un enseignement traditionnel. Par ailleurs, beaucoup moins d'étudiants obtiennent de très mauvaises notes (≤7/20) quand l'enseignement est fait en APP.

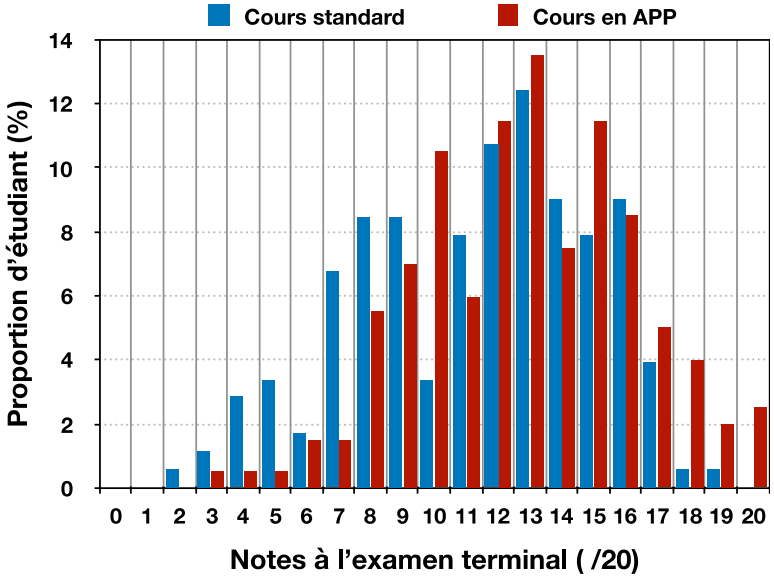


Figure 6 : Répartition en pourcentage des étudiants de la note obtenue à l'examen terminal pour les deux cours « Liaisons chimiques » et « Physique du Solide » sur une période de 4 ans. L'histogramme bleu correspond aux notes obtenues après un enseignement classique (Cours/TD), alors que l'histogramme rouge correspond aux notes obtenues après la mise en place de l'APP.

Non seulement les connaissances des étudiants n'ont pas régressé avec le passage à l'APP, mais en plus le dispositif APP a permis de limiter le nombre d'étudiants « décrocheurs » ayant une note inférieure ou égale à 7/20. Avant l'APP, 15% des étudiants sont « décrocheurs », alors que ce taux se réduit à 5% après la mise en place de l'APP. A noter que la plupart du

temps, ces « décrocheurs » n'ont pas bien respectés les consignes du dispositif APP, ce qui leur a causé préjudice pour leur apprentissage. Si on considère la répartition des étudiants qui ont moins que la moyenne (<10/20), on comptabilise 1/3 des étudiants (34%) qui sont dans cette situation avant les APP, alors que cette proportion se réduit à 1/6 des étudiants (17%) avec les APP. A partir de cette analyse, les APP divisent par deux la proportion d'étudiants en difficultés, c'est-à-dire avec une note inférieure à 10/20.

4. Bilan et perspectives

La démarche que nous avons suivie et développée au cours de cette expérimentation a été de fusionner deux cours théoriques avec l'objectif de donner plus de sens réciproquement à chacun d'eux. Cette approche peut être bien entendue étendue à d'autres domaines. La coopération disciplinaire a été source d'évolution de nos regards sur la description de l'atome non isolé avec une vision de chimiste d'une part et de physicien d'autre part. Cette double vision nous a permis de mieux appréhender les difficultés que les étudiants pouvaient rencontrer et nous a amené à proposer une description continue des concepts. De plus, nous avons retenu des solutions pratiques qui ont constituées des améliorations du dispositif APP : compte-rendu sur tableaux, intégration du travail personnel dans les séances, mise en place d'une séance d'exercisation en lieu et place d'un cours. Ces choix pédagogiques contribuent à l'amélioration du dispositif de manière efficace.

Les perspectives envisagées seraient dans un premier temps de pousser encore plus l'expérimentation de la fusion jusqu'à la mise en place d'un examen commun qui conserverait la continuité des notions. Dans un deuxième temps, nous envisageons d'étendre cette expérimentation en intégrant le cours de physique des semi-conducteurs qui est la suite du cours de « Physique du solide ». Ceci permettrait une totale continuité de la molécule jusqu'aux matériaux semi-conducteurs et leurs applications (leds, lasers…).

Plus largement, cette expérience doit encourager à décloisonner les matières et mettre plus de lien entre celles-ci pour donner du sens à chacune d'elles réciproquement.

Références bibliographiques

1. Raucent B., Milgrom Elie, (2013). Guide pratique pour une pédagogie active : les APP…Apprentissages par Problèmes et par Projet Ed. Insa Toulouse et Ecole Polytechnique de Louvain ISBN : 978-2-87649-059-8
2. Bédard D., Raucent B., (2015) « Les innovations pédagogiques en enseignement supérieur : pédagogies actives en présentiel et à distance », *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur*, 31-1

3. Vidéo explicative réalisée par les étudiant en 2015 disponible sur le lien suivant : https://youtu.be/1jrVT9E9uek
4. McQuarrie D. A., Simon J. D., (2000) « Chimie Physique – Approche moléculaire » ed. Dunod
5. Kittel C., (2007) « Physique de l'état solide » ed Dunod