

# **Classe 100 % inversée et coopération en électronique : engagement, motivation et apprentissages.**

FANNY POINSOTTE

Grenoble INP Phelma, 3 parvis Louis Néel, CS 50257 38016 Grenoble 01, Fanny.Poinsotte@grenoble-inp.fr

NICOLAS RUTY

Grenoble INP Phelma, 3 parvis Louis Néel, CS 50257 38016 Grenoble 01, Nicolas.ruty@grenoble-inp.fr

## **TYPE DE SOUMISSION**

Analyse de dispositif / contribution individuelle

## **RESUME**

Dans cet article, nous présenterons un exemple d'enseignement d'électronique à Grenoble INP Phelma, école d'ingénieurs française. La cohorte concernée est composée de 180 étudiants de 1<sup>ère</sup> année (équivalent à une L3), plutôt physiciens ou chimistes. Pour améliorer les apprentissages dans une discipline qui n'est pas leur cœur de métier, nous proposons un enseignement 100 % en classe inversée avec des séances présentielles dédiées au travail de groupe et à la coopération entre étudiants. Le scénario pédagogique global choisi pour l'enseignement sera présenté, les choix faits notamment en terme de progressivité de difficulté des défis à relever, seront explicités et discutés.

Nous tenterons de répondre à deux questions prégnantes pour nous : le dispositif proposé permet-il une plus forte motivation des étudiants ? Et l'ensemble permet-il de mieux d'ancrer les apprentissages ?

## **SUMMARY**

In this article, we will present an example of electronics teaching at Grenoble INP Phelma, a French engineering school. The cohort concerned is made up of 180 first-year students (equivalent to a L3), who tend to be physicists or chemists. To improve learning in a discipline that is not their core business, we propose a 100% flipped classroom approach with face-to-face sessions dedicated to group work and cooperation between students. The global pedagogical scenario chosen for the teaching will be presented, and the choices made, particularly in terms of the progressive difficulty of the challenges to be taken up, will be explained and discussed.

We will try to answer two questions that are important to us: does the proposed system allow for greater student motivation? And does it allow for a better anchoring of learning?

## **MOTS-CLES (MAXIMUM 5)**

Classe inversée, travail de groupe, problèmes complexes, motivation, apprentissage en profondeur

## **KEY WORDS (MAXIMUM 5)**

Flipped classroom, group work, complex problems, motivation, better learning

## **REMERCIEMENTS**

Nous tenons à remercier Aurélie Féron et Stéphane Guillet, conseillers pédagogiques au sein de l'équipe PerForm de Grenoble INP pour les échanges et l'accompagnement sur ce dispositif.

# **1. Contexte et problématique**

## **1.1. Contexte général**

En 2011, Grenoble-INP change profondément. Trois écoles d'ingénieurs de spécialités différentes (respectivement électronique, physique, matériaux) fusionnent pour donner l'école Phelma, une des 6 écoles du groupe (Grenoble INP propose également un cycle préparatoire intégré et compte aujourd'hui 8 écoles). Phelma est la plus grosse école de Grenoble INP : 360 étudiants par promotion, répartis, en 1ère année (équivalent L3), en 2 sous-promotions thématiques que l'on appelle troncs communs :

- le tronc commun PMP : Physique, Matériaux et Procédés avec des étudiants d'avantage attirés a priori par les spécialités de la physique et de la chimie,
- le tronc commun PET : Physique, Electronique et Télécoms, fléchés a priori vers l'informatique, l'électronique et le traitement du signal.

Les étudiants viennent pour 70 % d'entre-eux de classes préparatoires aux grandes écoles et pour 30 %, du cycle préparatoire INP, d'IUT ou de L3 à l'université.

Le cours d'électronique tel qu'il sera décrit dans cet article s'adresse aujourd'hui aux 180 étudiants du tronc commun PMP. L'électronique est une matière fondamentale pour tous nos étudiants. Tous, quelque soit leur tronc commun, doivent suivre au moins une UE d'électronique. Nos étudiants PMP, plutôt des physiciens et des chimistes, souvent des étudiants plus intéressés par la théorie que par la pratique, sont obligés de suivre un cours d'électronique en 1ère année d'école (L3). L'objectif de l'équipe enseignante est d'en faire des interlocuteurs crédibles lorsque, dans leur domaine (physique, matériaux...), ils auront à traiter avec des experts en électronique et instrumentation.

## 1.2. Contraintes et problématique

Les contraintes principales auxquelles nous sommes confrontés pour ces enseignements sont :

- la taille de la cohorte : il y a 180 étudiants répartis en 5 séries de 36 étudiants, avec des cours en parallèle et des enseignants différents,
- le nombre d'heures encadrées (rémunérées pour les enseignants). Une décision budgétaire de l'école a amené à rémunérer les modules de 32h comme celui d'électronique avec un forfait de 112h équivalent TD pour 5 séries. Cela correspond à 14H de cours magistraux en 2 amphis (de 72 et 98 étudiants) et 14H de TD en 5 groupes de 36, et 4H non encadrées. Le scénario pédagogique que nous proposons constitue une alternative pour éviter de réintroduire du cours magistral en amphitheâtre.
- la motivation des étudiants pour cette matière : même si les objets électroniques, type objets connectés et smartphones, font partie de la vie quotidienne des étudiants, l'électronique reste pour certains une matière difficile, et pour beaucoup une matière abstraite. L'intérêt des étudiants de PMP pour l'électronique est beaucoup moins grand que pour ceux de PET pour qui elle est le cœur de métier. Lors d'enquêtes approfondies, menée auprès de deux groupes de 36 étudiants, un groupe PMP et l'autre PET, en 2012, 25% des étudiants PMP disent ne pas comprendre l'intérêt du cours d'électronique pour leur formation, contre seulement 5% en PET.
- l'hétérogénéité des étudiants en termes de prérequis en électronique. Elle est forte à leur entrée à l'école. Lors de la première séance d'électronique, un test de positionnement sur un ensemble de connaissances et capacités de calculs simples est proposé. Avant 2011, l'ensemble constituait des acquis avant leur entrée en école d'ingénieur, pour les étudiants de l'ancienne école d'électronique. Ce n'est plus le cas désormais. L'écart-type entre les étudiants est très important : 4,8/20 en 2020 et les notes varient de 0 à 20. Ceci est dû en grande partie à la diversité des parcours qu'ils ont eu auparavant.

Dans cet article, nous présenterons les solutions que nous avons mises en place pour tenter de renforcer la motivation de nos étudiants[1], de les faire coopérer au maximum autour de différents défis et ce afin d'ancrer les apprentissages en électronique [2] et de permettre des apprentissages efficaces même pendant les heures non encadrées.

L'environnement capacitant proposé pour l'enseignement d'électronique à Phelma allie scénario pédagogique (classe 100 % inversée et séances présentielles centrées apprenant, en groupe) et espace physique d'apprentissage adapté (Learning Lab).

## **2. Un cours 100 % inversé et centré étudiant pour faire coopérer et faire apprendre**

### **2.1. Un peu d'histoire**

Le cours d'électronique a été modifié à plusieurs reprises depuis 2011. Il concerne les étudiants PET et PMP. A partir de 2015, le cours d'électronique est commun aux deux troncs communs. Il s'agit à ce moment là d'un cours traditionnel avec cours magistraux et travaux dirigés très guidés. Les séries sont composées de 30 étudiants. Nous sommes ensuite passés par une expérimentation d'un cours pour moitié en Apprentissage Par Problème (APP). En 2018, en raison des contraintes budgétaires, nous décidons de proposer un nouveau scénario pédagogique avec 100 % de l'apport théorique proposé en format inversé et des séances en salle « centrées étudiants ». Cette solution nous semblait prendre mieux en compte les diversités de nos étudiants et nos envies d'enseignants (être plus tuteur et accompagnants que magister, accompagner la coopération plutôt que divulguer le savoir). Elle permettait aussi de dégager du temps en séance malgré les réductions budgétaires. A partir de 2018, seules la moitié des séries passent à ce scénario pédagogique. Pour les 5 autres séries, et dans la même enveloppe budgétaire, les enseignants choisissent de proposer un format plus classique : 14H de cours magistraux en amphithéâtre à 72 ou 96 étudiants et 14H de travaux dirigés guidés à 36 étudiants, et 4H non encadrées. Dans la suite de l'article, nous présenterons des résultats d'étude correspondant aux séries ayant vécu le cours 100 % inversé.

Les objectifs de ce module d'électronique tels qu'ils sont donnés aux étudiants dans les documents distribués sont : *« donner les bases et les outils pour l'analyse et le calcul de circuits électroniques analogiques. L'étudiant sera capable à la fin, en groupe, de concevoir, et dimensionner un montage permettant de répondre à un cahier des charges fonctionnel nécessitant l'utilisation de résistances, condensateurs, bobines, diodes et amplificateurs opérationnels. Il sera capable de simuler le fonctionnement du montage et d'analyser les résultats de simulation. Il connaîtra le composant transistor Mos et ses caractéristiques. Il aura étudié son fonctionnement dans un montage amplificateur simple. »*

## 2.2. Scénario pédagogique : 100 % inversé et centré étudiants.

Dans ce nouveau scénario, le cours se déroule de la manière suivante : En amont des séances, les étudiants suivent un parcours sur notre plateforme LMS. Ils travaillent des capsules vidéos présentant les principales notions clés de l'électronique analogique ainsi que les composants de base. Ils ont à disposition des quizz leur permettant d'évaluer leur niveau de connaissances, après chaque capsule. Ils ont la possibilité de faire et refaire ces quizz autant de fois qu'ils le jugent nécessaire. Ces quizz sont une évaluation formative. Pendant une année, nous avons attribué un petit bonus aux étudiants qui allaient jusqu'à obtenir 100 % de bonnes réponses à l'ensemble des quizz. Nous l'avons depuis abandonné, car ayant peu d'influence d'après les étudiants sur leur motivation.

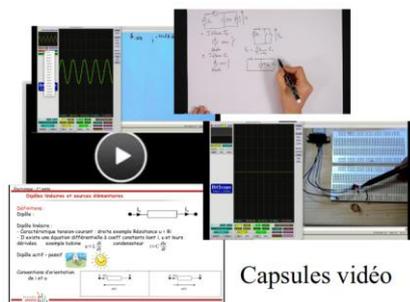


Figure 1 :exemples de capsule vidéo

Pendant les séances (en moyenne 2\*2h par semaine sur le début du semestre 5), les étudiants sont répartis en groupe de 4 (année 2020-2021<sup>1</sup>) et 6 (2018-2019 et 2019-2020). Chaque séquence thématique du cours (4 séquences au total) les fait travailler d'abord sur une fiche d'exercices d'applications permettant l'acquisition des mécanismes de résolution. Puis nous leur proposons des problèmes complexes quasi-authentiques ( exemple : problème n°3 « Dimensionnement d'un système de démodulation AM dédié à l'écoute de France Inter »). Les étudiants doivent, toujours en groupe, imaginer un montage d'électronique répondant au cahier des charges, le dimensionner, choisir des composants chez des fournisseurs et vérifier en simulation que leur montage répond bien au cahier des charges. Les problèmes sont peu guidés. Le cahier des charges est suffisant pour qu'ils aient tous les éléments de choix, mais suffisamment réel pour que plusieurs solutions puissent y répondre. Ces problèmes sont proches de ceux proposés précédemment dans le format apprentissage par problème.

---

1

La taille des groupes a été réduite à cause des conditions sanitaires nécessitant une plus grande distanciation physique dans les salles.

## QPES – (Faire) coopérer pour (faire) apprendre

Dans la maquette actuelle, certaines séances sont encadrées : un professeur est présent et peut répondre aux questions des étudiants, passer de groupe en groupe, faire un temps de réponse aux questions en début de séance pour tous. Cela représente 21h sur 32h pour ce module. Le reste du temps les étudiants sont en autonomie. Ils ont la possibilité de réaliser ces temps de travail quand et où ils veulent. Mais la quasi totalité des étudiants utilise les créneaux horaires prévus dans la maquette et les salles réservées pour se retrouver en groupe et avancer.

Deux séances de réponses aux questions d'une heure chacune, regroupant 3 séries (96 étudiants) ont été prévues. Une au milieu du module, une à la fin. Pour ces séances, les étudiants viennent avec l'ensemble de leurs questions et les enseignants institutionnalisent des points de cours.



*Figure 2 : salle de travail de groupe modulable*

### **2.3. Des salles dédiées**

Parallèlement aux développements de ce scénario pédagogique pour l'électronique, d'autres enseignants de l'école souhaitent favoriser la coopération et la collaboration entre étudiants. Nous avons donc déposé un projet IDEX qui nous a permis d'équiper 4 salles en mobilier favorisant le travail de groupe, notamment des tables de 6, des tableaux individuels par table ; une des salles est illustrée figure 1.

La quasi totalité des cours d'électronique des deux dernières années ont eu lieu dans ces salles. Les étudiants les utilisent même de façon autonome quand ils travaillent sur les problèmes.

### **2.4. Évaluations**

Des évaluations formatives (tests de connaissance) permettent de valider systématiquement la bonne compréhension des capsules de cours. Des retours formatifs (par les encadrants et par

la saisie des résultats numériques dans la plateforme LMS) leur permet de valider ou d'invalider leur démarche sur la résolution des exercices d'application du cours.

L'évaluation certificative du module a évolué depuis la mise en place de ce dispositif pédagogique.

- avant 2019, l'évaluation certificative est un examen classique individuel, sur table, d'une durée de 3h. Il est composé d'un problème décomposé en plusieurs exercices.

- Nous avons peu à peu mieux aligné le mode d'évaluation certificative avec les choix pédagogiques faits et les objectifs que nous nous sommes fixés. L'évaluation certificative est aujourd'hui composée de :

- un QCM en ligne et individuel testant les connaissances et adressant les premiers niveaux de la taxonomie de Bloom (40 % de la note)
- un oral où un binôme d'étudiants par groupe présente la solution du groupe à un des problèmes complexes (60 % de la note). La note obtenue par le binôme est attribuée à tout le groupe.

La méthode a été choisie notamment pour être alignée avec notre objectif annoncé au départ aux étudiants : permettre grâce à une organisation du travail de groupe adéquate, à chaque individu du groupe d'arriver au même niveau en électronique à la fin du module et ainsi réduire l'hétérogénéité de la cohorte.

### 3. Méthode et résultats

Pour répondre à nos problématiques d'enseignement et pour évaluer l'effet du scénario pédagogique proposé, nous avons récolté différents types de données entre 2019 et 2021 auprès des étudiants et des encadrants.

a) Des résultats d'évaluation. L'évolution de ces résultats aux différentes évaluations nous permettra de mesurer l'impact des modifications des enseignements sur l'apprentissage des étudiants :

- évaluation formative : les résultats des étudiants au pré-test de positionnement proposé au début du cours d'électronique (2019, 2020) ;
- évaluation certificative intermédiaire : les résultats des étudiants au contrôle de connaissance et d'application (QCM sur plateforme LMS) (2020). Cette évaluation adresse à peu près les mêmes niveaux d'apprentissage que l'évaluation formative, au sens de la taxonomie de Bloom,
- évaluation certificative finale du cours :
  - les résultats à l'examen commun sur table (2018)
  - les résultats à l'oral final du cours d'électronique, effectué en binômes (2020). Les étudiants sont évalués sur de hauts niveaux d'apprentissage de la taxonomie de Bloom. Cet oral certifie l'ensemble des apprentissages d'électronique sur le semestre.

b) Des retours d'étudiants et d'encadrants. Ces retours nous permettent d'évaluer la satisfaction des étudiants vis-à-vis de l'enseignement proposé et nous donnent des informations quant à leurs motivations pour ces enseignements et aux types d'apprentissages réalisés :

- évaluation indicative de cet enseignement : enquête formelle obligatoire qui concerne l'ensemble des enseignements de l'école et pour laquelle chaque étudiant doit attribuer une note entre 0 et 5 pour chaque enseignement, en répondant à une question générique,
- analyses approfondies du cours d'électronique : enquêtes réalisées auprès de l'ensemble des étudiants. Elle comporte 26 questions fermées et 3 questions ouvertes (points forts/faibles, pistes d'amélioration),

- entretiens individuels réalisés auprès de 2 enseignants sur 4 qui avaient pour objectifs d'interroger la posture et l'accompagnement enseignant pour permettre la coopération entre étudiants.

## **4. Discussion**

Au regard de ces données, nous avons tenté de voir si le scénario pédagogique proposé, qui cherche à renforcer la motivation des étudiants et les faire coopérer au maximum permet de répondre à notre problématique de renforcer, d'ancrer les apprentissages en électronique et de permettre des apprentissages efficaces même pendant les heures non encadrées.

### **4.1. Motivation et coopération**

En cherchant à motiver d'avantage nos étudiants et à les faire coopérer, nous espérons renforcer leur engagement et leurs apprentissages. Nous espérons également activer fortement le côté savoir-étudiant du triangle pédagogique qui nous semblait trop peu activé auparavant[3]. Nous souhaitons enfin favoriser les niveaux élevés d'apprentissage au sens de la taxonomie de Bloom [4] et nous espérons que le travail en groupe permet aux étudiants de réaliser et de réussir des tâches plus complexes, ensemble.

Les évaluations indicatives des enseignements montrent que les étudiants apprécient beaucoup cet enseignement (note 4,7/6, 3ème enseignement le plus apprécié sur les 25 enseignements du S5). L'évolution de la satisfaction des étudiants est impressionnante : entre 2017-2018 : note 3,8/6, 21ème enseignement sur 25. L'électronique est passé d'un enseignement peu en vogue, rebutant les étudiants à un enseignement fortement plébiscité ! On sait que la satisfaction des étudiants, si elle n'est pas suffisante, est un facteur important favorisant l'investissement dans les apprentissages[1]. Il sera important d'observer l'évolution dans les années futures pour vérifier la stabilité et donc la pertinence de ce résultat. Cela permettra également de savoir si le caractère très particulier de cette année « COVID » où certains cours avaient lieu à distance joue un rôle dans ce plébiscite.

Les deux analyses approfondies menées auprès des étudiants font d'ores et déjà ressortir certains éléments expliquant ce plébiscite.

En 2020, l'intérêt du travail en groupe et de la coopération est souligné dans les commentaires libres par 28 étudiants sur 80 répondants. Un étudiant souligne cependant la dose de stress associée à la peur de décevoir le groupe.

QPES – (Faire) coopérer pour (faire) apprendre

25 étudiants soulignent également l'intérêt et la motivation résultant des vidéos synthétiques pour « remplacer le cours » et que l'on peut revoir autant de fois que nécessaire, à son rythme.

18 étudiants soulignent la pertinence des enseignants, la clarté des explications, la pédagogie et la réponse aux questions : les étudiants qui reçoivent une explication individualisée au moment où ils se posent des questions en perçoivent toute la pertinence et le fond ressortir.

Enfin 27 étudiants soulignent le nombre d'exercices faits pendant le temps impartis et le fait de travailler sur des problèmes réels comme un facteur de motivation et d'apprentissage.

Un seul étudiant note ne pas adhérer à la méthode et seulement 6 le fait qu'ils auraient apprécié quelques cours magistraux en plus.

Plusieurs commentaires libres d'étudiants soulignent avec leurs mots l'intérêt de la coopération pour engager et faire apprendre. « *Les séances en groupe sont bénéfiques, je trouve car on peut s'entraider et on peut vérifier si le cours a bien été compris en l'expliquant aux autres. En plus les séances sont plus ludiques que les cours de TD classique.* » ; « *les TD en groupe permettent de mettre au point nos connaissances et de travailler efficacement.* »

« *Cet enseignement permet de développer l'esprit critique des étudiants face à un exercice en les incitant à se poser des questions et à réfléchir en équipe à la résolution d'un problème.* »

« *L'interaction simple et efficace dans le cadre des TDs implique plus les élèves dans leur apprentissage* ».

## **4.2. Apprentissages et gestion des séances non-encadrées.**

Le ressenti des enseignants est clairement en faveur d'un meilleur apprentissage des étudiants : les acquis sont plus nombreux, mieux ancrés. Les entretiens individuels menés avec les enseignants permettent d'identifier plusieurs éléments explicatifs : tout d'abord chaque apprentissage a été d'avantage interrogé, « trituré » par les étudiants, puisque le nombre d'exercices abordés a été multiplié par 5 au minimum. De plus les étudiants abordent ces situations d'apprentissage en tant qu'acteur, et plus simplement en suivant la correction donnée au tableau. Ensuite, les échanges en groupe obligent la reformulation des apprentissages et lève chez les étudiants le tabou du « je n'ai pas bien compris ». Si cette phrase est difficile à dire à un enseignant, elle devient facile à exprimer en groupe quand on voit que d'autres expriment les mêmes difficultés. Ce point apparaît également dans les commentaires libres des étudiants. Enfin les enseignants apprécient le fait de répondre à des questions spécifiques, pertinentes et ancrées dans un problème réel.

Par ailleurs, l'un des objectifs du scénario pédagogique choisi était de proposer une solution favorisant l'apprentissage malgré la contrainte budgétaire imposant une partie des séances présentielle sans enseignant. Le résultat est mitigé sur ce point :

lors des séances où l'enseignant laisse les étudiants travaillés, les étudiants soulignent à 80 % travailler effectivement sur les problèmes. Le passage dans la salle permet de vérifier l'ambiance studieuse.

Cependant les deux enseignants soulignent l'attente très forte des étudiants : parce qu'ils s'investissent fortement dans leur travail et accordent un enjeu certain au défi, ils ont du mal à laisser partir les enseignants quand la séance devrait devenir « non encadrée ».

Enfin les résultats à l'évaluation certificative du module montre que les savoirs et savoirs faire ont été très correctement acquis : la moyenne de l'oral est de 15/20 et celle du QCM de connaissances de 13,9. Aucun étudiant n'a du passer de rattrapage pour ce module. L'investissement des étudiants dans d'autres modules d'électronique, qui suivent ce cours, a également été important. Les entretiens individuels des enseignants ainsi que plusieurs commentaires étudiants soulignent le fait qu'en bureau d'étude d'électronique par exemple, les résultats obtenus et surtout l'investissement en séance ont été conséquents. Cet enseignement pratique de prototypage suit directement le module de cours d'électronique.

## **1. Conclusion**

Les données analysées nous permettent de valider le scénario proposé avec des apports 100 % en classe inversée et des séances présentielle dédiées au travail de groupe comme permettant un meilleur engagement de nos étudiants et de meilleurs apprentissages. Nous vérifions que le « faire » et surtout le « faire ensemble » favorisent l'implication des étudiants et l'engagement dans l'apprentissage. Nous pouvons dégager certains points forts du scénario pédagogique proposé :

Tout d'abord, le format du module où le travail de groupe est central, participe bien à la motivation des étudiants. L'authenticité des problèmes proposés est également fortement soulignée.

Par ailleurs, on remarque que tous les détails du scénario auquel nous avons réfléchi ou que nous avons peaufiné au cours du temps sont soulignés de manière positive par les étudiants :

QPES – (Faire) coopérer pour (faire) apprendre

les quizz, les résumés de cours construits par les étudiants en début de séance, la forme de l'évaluation, les deux séances de réponses aux questions ...

Enfin nous devons souligner la satisfaction des enseignants participant à l'enseignement : la posture de tuteurs/ experts , si elle est parfois compliquée parce que pouvant mettre en danger permet une vraie relation avec les étudiants et favorisent des échanges sur le cours d'électronique mais aussi sur d'autres domaines de l'électronique (BE, projets personnels etc).

### Références bibliographiques

[1] Viau, R. (2021, février 24). *La motivation en contexte scolaire*. De Boeck Supérieur. <https://www.deboecksuperieur.com/ouvrage/9782804111489-la-motivation-en-contexte-scolaire>

[2] Prgent, R., Bernard, H., & Kozanitis, A. (2009). *Enseigner à l'université dans une approche-programme* | Presses internationales Polytechnique. <http://www.presses-polytechnique.ca/fr/enseigner-a-l-universite-dans-une-approche-programme>

[3] Jean Houssaye, (2000 ,<sup>re</sup> Éd. 1988) *Le triangle pédagogique. Théorie et pratiques de l'éducation scolaire*, Peter Lang, Berne,

[4] Krathwohl, D. R. (2010, juin 22). *A Revision of Bloom's Taxonomy : An Overview : Theory Into Practice : Vol 41, No 4*. [https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/s15430421tip4104\\_2?journalCode=htip20](https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/s15430421tip4104_2?journalCode=htip20)