

# La pédagogie mixte en école d'ingénieurs

PIERRE et FRANÇOIS STEPHAN<sup>[1]</sup>

**La formation hybride, alternance de séances en présence d'un formateur et de séances de travail personnel, est portée par les progrès du numérique. Voici un exemple d'organisation d'une formation autour de cette nouvelle pédagogie, assorti d'un premier bilan.**

## Les pédagogies dans les écoles d'ingénieurs

Depuis les années 1990, la définition des compétences attendues et leur analyse croisée avec celle des programmes et des pédagogies figurent parmi les exigences affichées lors des audits menés par la CTI (Commission des titres d'ingénieurs) dans les différentes écoles d'ingénieurs. Depuis une dizaine d'années, de nombreux travaux ont porté sur l'« approche compétences », et sur sa déclinaison dans les formations d'ingénieurs.

## Peu d'évolutions des pratiques pédagogiques

La constitution, dans ces écoles, de référentiels de compétences (recueil des compétences requises pour aborder avec succès le monde professionnel) a-t-elle modifié les pratiques pédagogiques des enseignants ? Claude Maury, créateur du Cefi (Comité d'études sur les formations d'ingénieurs), rappelait récemment les critiques de cette approche soulevées par les différents acteurs de l'enseignement supérieur, en particulier les enseignants : la dimension compétences « conduit à s'interroger sur l'efficacité en situation future, ce qui est loin d'aller de soi. Le changement par rapport à nos habitudes mentales est considérable (on peut parler à ce titre de changement de paradigme). Il fait peser sur tous les acteurs de la formation une responsabilité nouvelle, clairement perturbatrice ».

Pourtant, depuis quelques années, des pratiques nouvelles telles que les formations en APP (apprentissage par problèmes) ou des modules de pédagogie mixte (*blended learning*) sont mises en œuvre. Mais il s'agit dans la majorité des cas d'initiatives limitées, sous l'impulsion d'équipes d'enseignants isolées, et non d'une approche généralisée à l'ensemble d'une formation.

Le développement du numérique a été un facteur d'évolution de certaines pratiques. Des plates-formes ont été mises en place dans les écoles d'ingénieurs.

### mots-clés

démarche pédagogique, ingénieur, numérique

Elles intègrent, pour la plupart, les versions numériques des photocopiés et des documents de cours. Parfois, des vidéos (cours filmés) ou des « tests d'entraînement » sont mis en ligne à l'initiative de quelques enseignants. Cependant, ces plates-formes numériques ne font que très rarement partie intégrante d'un dispositif pédagogique complet. Et les enseignants, dans leur grande majorité, manquent de repères et de formation pour élaborer des scénarios d'apprentissage les utilisant. Par ailleurs, ceux qui s'impliquent se heurtent souvent à la nécessité d'un investissement important et très chronophage.

## La pédagogie mixte et ses avantages

Dans les écoles d'ingénieurs, de nombreux modules de formation sont bâtis sur un schéma classique constitué, outre les TP, de cours magistraux suivis de séances de TD, applications plus ou moins directes des notions vues précédemment lors de ces cours. Pourtant, la passivité des étudiants, notamment en cours magistral, la difficulté à mobiliser leur attention, à leur faire apprendre quelques notions essentielles du cours avant la séance de TD correspondante sont des symptômes bien connus, hormis l'exception des classes préparatoires composées d'étudiants triés sur le volet et se mobilisant pour des concours. Alors, une pédagogie mixte peut-elle être une solution ? À quelles conditions ? Quels en sont les atouts ?

Le *blended learning* ou pédagogie mixte se définit comme une association de séances de formation en présentiel et de périodes de formation à distance. Cette pédagogie s'est développée au début des années 2000, grâce à l'évolution des outils numériques. À partir de 2006, de nombreuses études ont été menées : études comparatives des différents modes d'apprentissage, conditions pour favoriser l'engagement de l'étudiant pour la partie à distance, conception et évaluation des dispositifs de formation mixte, évolution du travail des enseignants... Globalement, ces recherches donnent à penser que, lorsqu'elles sont conçues avec soin, les formations hybrides combinent les meilleures caractéristiques de l'enseignement en classe avec les meilleures caractéristiques de l'apprentissage en ligne [1] [2]<sup>[2]</sup>.

Le principe de la pédagogie mixte présente des intérêts évidents, notamment pour la formation de futurs ingénieurs :

- Elle rend l'étudiant acteur de la planification de ses apprentissages. Il est amené à travailler de façon

[1] Respectivement formateur en ESPE et directeur de l'EPF Montpellier (34).

[2] Les chiffres gris entre crochets renvoient à la bibliographie.

C1 SYNTHÈSE STATIQUE 1 1 h 30	<b>Objectifs :</b> Définir la notion d'action mécanique et les modèles associés : modélisation locale et modélisation globale modélisation d'une action à distance et d'une action de liaison (liaisons parfaites, hypothèses associées)	
PÉRIODE D'AUTOFORMATION	<b>Objectifs :</b> Caractériser la force exercée par un ressort Passer d'un modèle local au modèle global Connaître la modélisation des actions mécaniques de liaison 3D Connaître la modélisation des actions mécaniques de liaison (problème plan) Calculer le moment d'une force par rapport à un point dans le plan Calculer le moment d'une force par rapport à un point dans l'espace	Statique – Modélisation des actions mécaniques 3 synthèses 3 vidéos 7 autotests
TD1 MODÉLISATION DES ACTIONS MÉCANIQUES	<b>Attendus du test :</b> Connaître les actions transmissibles d'une liaison parfaite <b>Objectifs :</b> Savoir isoler un solide ou un ensemble de solides et effectuer un bilan des actions mécaniques extérieures Savoir modéliser ces actions mécaniques en utilisant des outils adaptés	Statique – Actions mécaniques de liaison Test 1
C2 SYNTHÈSE STATIQUE 2 1 h 30	<b>Objectifs :</b> Énoncé du PFS À partir d'un exemple simple, mise en place de la démarche de résolution Différents outils de résolution des équations du PFS	
PÉRIODE D'AUTOFORMATION	<b>Objectifs :</b> Appliquer l'équation de la résultante pour déterminer des forces Appliquer l'équation des moments dans le plan pour déterminer des forces	Statique – Application du PFS dans des cas simples 2 synthèses 2 vidéos 2 autotests
TD2 PFS : CAS D'UN SEUL SOLIDE	<b>Attendus du test :</b> Connaître l'énoncé du PFS – Application dans un cas simple (questions des autotests) <b>Objectifs :</b> Savoir appliquer le PFS dans le cas d'un seul solide	Statique – PFS cas élémentaire Test 3
PÉRIODE D'AUTOFORMATION	<b>Objectifs :</b> Connaître la traduction graphique du PFS dans le cas d'un solide ou d'un ensemble de solides soumis à deux ou trois forces Sensibilisation à la démarche d'isolement	Statique graphique 1 vidéo 1 autotest
TD3 PFS : CAS D'UN ENSEMBLE DE SOLIDES	<b>Objectifs :</b> Savoir appliquer le PFS par la méthode graphique dans le cas d'un problème plan pour un ensemble de solides (choix de l'isolement)	
PÉRIODE D'AUTOFORMATION	<b>Objectifs :</b> Mettre en œuvre une stratégie d'isolement dans des cas relativement simples	Résolution d'un problème de statique 1 vidéo Sujets et corrections à disposition
TD4 PFS CAS D'UN ENSEMBLE DE SOLIDES	<b>Objectifs :</b> Savoir appliquer le PFS par la méthode analytique dans le cas d'un problème plan pour un ensemble de solides (choix de l'isolement)	
DEVOIR ENCADRE STATIQUE	<b>Objectifs :</b> Savoir mobiliser ses connaissances pour résoudre un problème de statique	

### 1 Un extrait du dispositif de 1<sup>re</sup> année

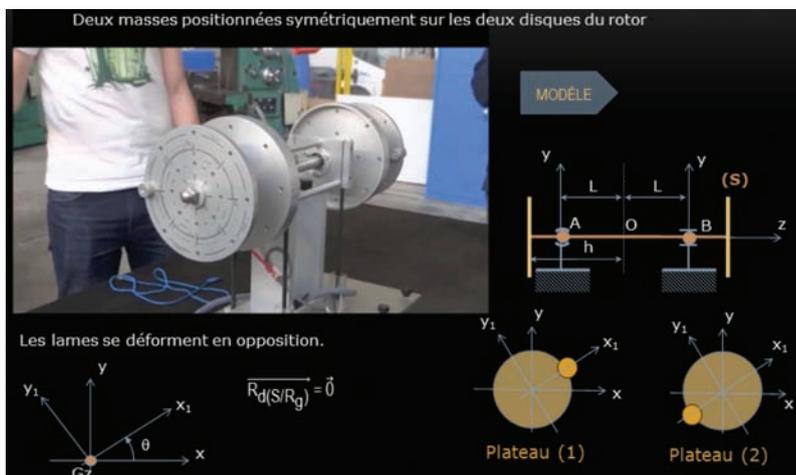
continue avec malgré tout certaines contraintes liées à la programmation des séances en présentiel (un équilibre doit être trouvé, non seulement pour laisser suffisamment de temps à l'autoformation, mais également pour assurer un rythme d'alternance entre les périodes d'autoformation et les séances en présentiel).

- Elle renforce l'autonomie, dans la mesure où les étudiants participent à l'organisation temporelle de la formation. Ils peuvent s'entraîner, identifier leurs points forts et leurs points faibles, effectuer des exercices complémentaires ou des autotests, échanger sur des difficultés via des forums, demander des compléments sur des prérequis... Cette autonomie permet également de renouveler le statut de l'erreur (« encourager la conception de l'erreur comme inhérente à l'appren-

tissage » [3]) : l'étudiant peut se tromper, relire une partie de cours, identifier la difficulté, recommencer... sans se sentir en échec.

- Elle permet d'identifier les difficultés des étudiants et de personnaliser les parcours. L'enseignant peut établir le profil des étudiants avec leurs erreurs récurrentes, et proposer des remédiations personnalisées ou, pour les plus performants, des ressources permettant d'aller plus loin dans les notions abordées et de créer des liens entre disciplines.

- Elle centre les séances en présentiel sur des processus d'apprentissage, de conceptualisation et de procéduralisation, pour déboucher ensuite sur la résolution de problèmes, les processus de type automatisés pouvant être abordés en autonomie [3].



2 Une vidéo sur l'équilibrage

### Un projet novateur d'une école d'ingénieurs

L'EPF, école d'ingénieurs généraliste, a souhaité mettre en place, pour son enseignement de mécanique, une approche pédagogique originale en *blended learning*, prenant appui sur une plate-forme numérique Moodle. Cette formation s'est adossée sur le programme, et les compétences associées, dispensé auparavant en mécanique des systèmes en 1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> années. Le dispositif propose une stratégie pédagogique alternant séances en présentiel et autoformation à distance via une plate-forme numérique.

#### Les objectifs

La volonté de l'EPF de développer et de mettre en place cette formation poursuit plusieurs objectifs :

- **Limitier la part des cours magistraux**, jugés peu efficaces.
- **Développer l'autonomie** chez l'étudiant en favorisant une prise de conscience sur les notions acquises ou en voie d'acquisition.
- **Rendre plus opérantes les séances de TD** avec des étudiants ayant déjà travaillé en amont sur les notions à mobiliser.
- **Familiariser à la résolution de problèmes**, progressivement, avec un travail en groupe sur des problèmes techniques réels pour lesquels le questionnement est volontairement très court (la démarche n'est pas suggérée ni imposée par l'énoncé, elle constitue l'objet de la réflexion).

Outre ceux vus au paragraphe précédent, ce dispositif pédagogique a un avantage directement lié à l'organisation de la formation de l'EPF, dispensée conjointement sur trois sites en France. En effet, il facilite la coordination entre les différents enseignants en mettant à disposition des supports communs et des pratiques pédagogiques réflexives. Les séances de cours magistraux, dont l'efficacité est dépendante de la motivation des étudiants et des qualités oratoires de l'enseignant, étant très limitées en volume, une plus grande homogénéité des compétences acquises par les étudiants sur les différents sites est attendue.

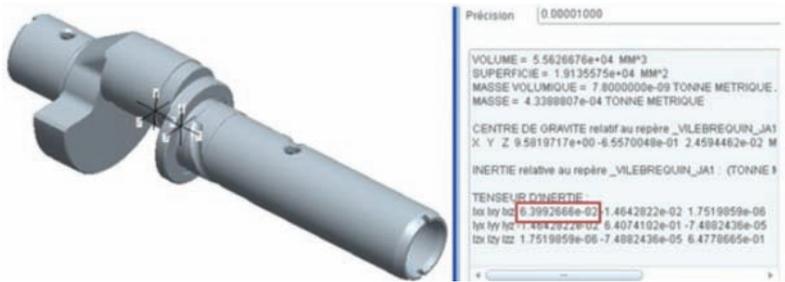
#### Le dispositif pédagogique

La démarche impose d'identifier très clairement les objectifs de formation en amont, puis de les détailler en faisant émerger le niveau de complexité des connaissances associées et le format des ressources correspondantes. La stratégie d'alternance des séances peut alors être mise en place **1**. Comme nous l'avons souligné, les connaissances de type automatisme qui demande une répétition de tâches sont parfaitement adaptées à un travail en autonomie (par exemple, l'identification des liaisons élémentaires et la connaissance de la forme des actions transmissibles pour les liaisons parfaites). Il en est de même pour des connaissances conceptuelles ou procédurales peu complexes (par exemple, la détermination d'une force avec l'équation de la résultante lorsque le solide est soumis à trois forces concourantes dont deux sont connues).

#### Le type et le contenu des séances en présentiel

Les séances en présentiel sont de quatre types :

- **Une séance introductive** pour expliquer le dispositif pédagogique et les attendus (objectifs de formation, évaluation). Elle permet également de donner la structure de la plate-forme, les outils de communication étudiants-étudiants et étudiants-enseignants, les modalités de suivi... Enfin, elle permet de présenter l'architecture du cours, la structure et la composition du polycopié de cours, et le déroulement des séances.
- **Des séances en classe entière**, en nombre limité, pendant lesquelles l'enseignant ne dispense plus son cours de façon linéaire, mais s'attache à présenter des synthèses reprenant ce qu'il faut avoir retenu d'un chapitre en matière de savoirs fondamentaux et de savoirs méthodologiques. Il y associe également des compléments sur les difficultés rencontrées en fonction des exercices effectués par les étudiants sur la plate-forme lorsque ces difficultés concernent une majorité d'étudiants.
- **Des séances de TD** souvent associées à des tests courts sur des savoirs fondamentaux. Ces séances commencent systématiquement par une phase participative avec des questions-réponses sur la partie de cours concernée. Les savoirs nécessaires pour effectuer les exercices proposés peuvent alors rester affichés pendant la séance. Le travail en petit groupe est privilégié, avec des étudiants placés en îlots. Les exercices s'appuient sur une mise en situation, même courte (pour éviter le parasitage), mais qui familiarise les étudiants au passage du réel au modèle, à la formulation d'hypothèses et à l'interprétation de résultats, ce qui constitue une première étape pour les conduire à résoudre des problèmes.
- **Des séances de devoirs encadrés (DE)** pendant lesquelles les étudiants travaillent en groupe sur un problème réel. La démarche de résolution et les connaissances à mobiliser ne sont pas explicitées dans l'énoncé. Ces séances ont lieu à la fin d'un chapitre (« Principe fondamental de la dynamique », par exemple), et conduisent les étudiants, par groupes, à mobiliser les



3 Extrait d'un autotest sur la matrice d'inertie

connaissances vues précédemment pour résoudre un problème. Ils peuvent s'appuyer sur les documents de cours, sur les synthèses... discuter entre eux et confronter leurs idées, enfin faire appel à l'enseignant, qui répond aux questions, aide à lever les verrous, recadre les groupes qui s'égarer ou qui ont des difficultés. Un rapport écrit est rendu par chaque groupe en fin de séance ; il fait partie du dispositif d'évaluation.

### Les outils et les périodes d'autoformation

Entre chaque séance en présentiel, des périodes plus ou moins longues d'autoformation sont organisées via la plate-forme pédagogique Moodle. On y trouve :

- **Des vidéos courtes** (ne dépassant pas 5 minutes) et centrées sur une notion essentielle 2. Une vidéo peut s'attacher à l'explication d'un principe (par exemple les équations vectorielles du principe fondamental de la dynamique), décrire une démarche d'application (du principe fondamental de la dynamique, qui est systématique), concerner une technique de résolution (d'un problème de statique en utilisant la statique graphique), présenter des outils mathématiques à maîtriser (le produit scalaire et le produit vectoriel entre vecteurs de base), simuler une expérience et exposer ses conséquences (sur le frottement, sur les phénomènes d'équilibrage 2), introduire une nouvelle grandeur et son sens physique (le moment d'inertie d'un solide par rapport à un axe) ;

- **Des autotests liés aux vidéos** et y renvoyant, permettant à l'étudiant de s'assurer qu'il a bien compris les notions présentées. S'ils sont souvent simples, ils nous semblent cependant essentiels, car le fossé est souvent grand entre ce que veut faire passer l'enseignant dans sa vidéo et ce que comprend l'étudiant, même si la vidéo paraît élémentaire.

- **Des autotests basés sur des exercices standard.** Ici, la mise en situation est inexistante ou réduite au minimum, l'objectif étant d'appliquer une formule (par exemple, la somme des forces extérieures appliquées à un solide égale le vecteur nul pour le PFS) ou une technique de détermination (le calcul du moment d'une force par rapport à un point dans le cas d'un problème plan et dans le cas d'un problème spatial). Ces autotests, pour être efficaces, nécessitent un ou plusieurs *feedbacks* pour que l'étudiant ne soit pas découragé, qu'il comprenne pourquoi il n'a pas réussi et qu'il surmonte la difficulté ;

- **Des ressources complémentaires** mises à la disposition des étudiants. Ces ressources correspondent à des synthèses (tableau des liaisons, démarche d'application d'un principe fondamental sous forme d'organigramme), à des résultats (tableau des matrices d'inertie de solides élémentaires) ou à des exercices standard corrigés, mais elles peuvent aussi être élaborées par l'enseignant à la suite d'une demande spécifique (comment aborder un problème de dynamique, comment dériver un vecteur de base).

### Les modalités d'évaluation

Des modalités d'évaluation viennent compléter l'ensemble du dispositif, avec deux grands axes.

Le premier, c'est le pari de supprimer le devoir individuel sur table en temps limité en fin de module. Ce type d'évaluation, qui s'apparente à celui des concours aux grandes écoles, s'appuie sur des sujets assez calculatoires, dans lesquels la réflexion sur la modélisation est souvent limitée, avec une multiplication de questions permettant une correction aisée. Un format qui correspond assez peu au travail demandé au futur ingénieur (une guidance développée, pas ou peu de ressources, un temps limité).

Le second axe s'appuie sur l'intérêt de multiplier les modes d'évaluation [3], en tenant compte du format des ressources. Le dispositif proposé permet trois types d'évaluation :

- **Via les autotests** effectués par les étudiants. Ces autotests concernent comme nous l'avons vu des savoirs fondamentaux (définition, unités d'une grandeur, hypothèses d'une loi) ou des exercices d'application directe 3. Ils sont effectués en autonomie, mais l'étudiant peut se faire aider ;

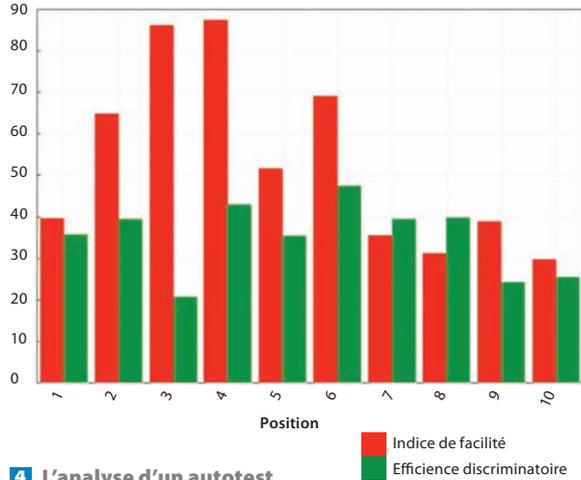
- **Sous forme de tests individuels** en début de séance de TD (tous les deux TD). Les attendus en sont donnés en amont via la plate-forme. Ces tests peuvent reprendre exactement des questions d'autotests sur les savoirs attendus ou porter sur une notion fondamentale présentée en vidéo. Ils concernent des savoir-faire peu complexes ou des connaissances spécifiques ;

- **Sur le travail de groupe** proposé régulièrement au cours du module. En général, au minimum trois travaux de groupe sont organisés par module.

### Une évolution nécessaire du travail de l'enseignant

**Dans l'élaboration des ressources pédagogiques**  
L'élaboration puis la mise en œuvre d'un tel dispositif pédagogique conduit l'enseignant à faire évoluer ses pratiques. Comme nous l'avons vu, l'articulation des périodes de formation n'est pas un simple empilage de séances, mais demande une réelle réflexion en amont sur les connaissances fondamentales, sur leur type (connaissances procédurales, conceptuelles, automatismes...), sur leur contenu et sur leur niveau de complexité. C'est la déclinaison fine des objectifs de formation

Statistique des positions de question



4 L'analyse d'un autotest

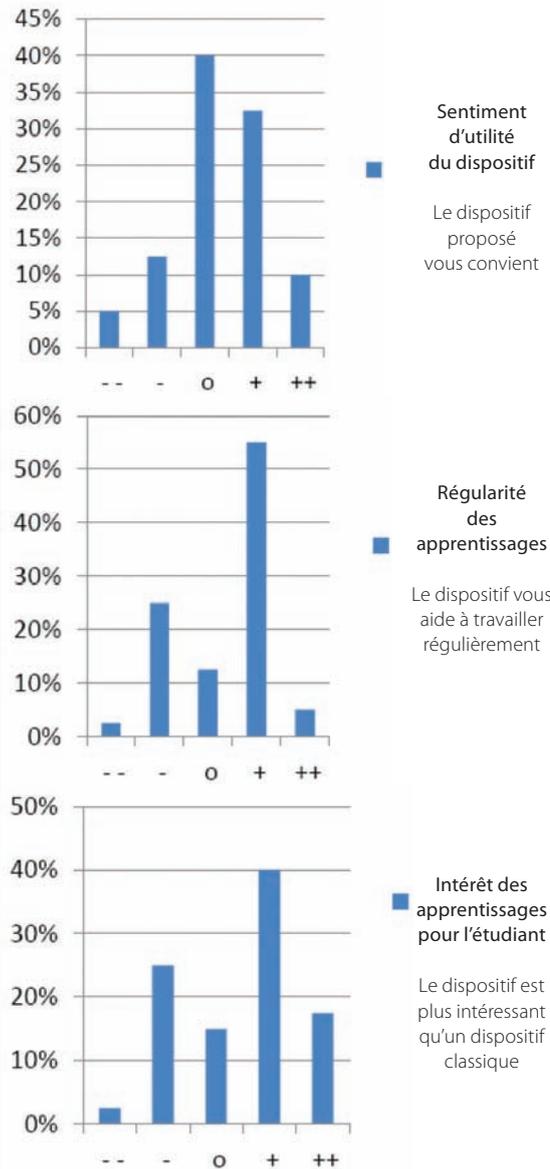
et des difficultés attendues qui permet d'élaborer des vidéos ciblées puis les autotests. Pour les séances de TD, les exercices sont proposés à partir d'une situation-problème, la connaissance abordée permettant de résoudre le problème posé. Enfin, les travaux de groupe s'appuient sur des énoncés où le questionnement est réduit à son minimum. L'élaboration de toutes ces ressources demande un travail conséquent et doit idéalement être le fruit d'un travail d'équipe. On peut cependant noter que ce mode d'apprentissage ne bouleverse pas la réflexion de l'enseignant liée à l'élaboration d'une séquence d'apprentissage. Le travail de préparation, complexe, ne dépend pas directement du mode d'apprentissage, mais la richesse de la pédagogie mixte offre des outils supplémentaires qui permettent à l'enseignant d'étendre le champ des dispositifs pédagogiques qu'il peut mobiliser.

Dans la mise en œuvre et le suivi de la formation

Le positionnement de l'enseignant pendant les séances en présentiel évolue par rapport à un enseignement dit traditionnel, même si cette évolution n'est pas forcément liée à la pédagogie mixte :

- Pendant les séances magistrales, l'enseignant ne dispense pas son cours. Il fait émerger ce qui est fondamental, et s'appuie sur le suivi à distance pour identifier les points à développer.
- Lors des devoirs encadrés, il anime la séance en présentant le problème, puis en passant de groupe en groupe pour répondre aux questions et éventuellement lever au tableau une difficulté qui concerne l'ensemble de la classe. Il conduit le groupe à s'interroger sur le processus de résolution, sur les démarches, sur les outils les plus pertinents... Là, au travers des consignes métacognitives qu'il apporte pendant la séance, son rôle est essentiel, en particulier pour les étudiants en début de cycle d'apprentissage qui découvrent ce type d'activité.

Enfin, le dispositif permet un accompagnement des étudiants très efficace par l'intermédiaire du suivi personnalisé sur la plate-forme. Ce suivi doit être régulier, car il permet à l'enseignant d'adapter les séances et de proposer des remédiations sous différentes formes (exercices supplémentaires en TD, mise en avant d'un point particulier en cours, documents ressources



5 L'évaluation du dispositif

à disposition et/ou autotests supplémentaires). Il lui permet également d'identifier très vite les étudiants en difficulté et de leur proposer un parcours spécifique 4. L'indice de facilité (en rouge sur le graphe 4) indique le pourcentage d'étudiants ayant réussi la question, et l'efficacité discriminatoire (en vert) dans laquelle mesure la question permet de discriminer les bons étudiants des moins bons compte tenu de sa difficulté (un pourcentage au-delà de 30 % est conseillé).

Des modes d'apprentissage différents pour les étudiants

Le changement est tout aussi important pour les étudiants. Peu habitués à travailler en autonomie en ayant à disposition un certain nombre de ressources, les étudiants ont besoin d'être accompagnés dans ces nouvelles modalités d'apprentissage. La mise à disposition des ressources pédagogiques et des autotests doit être structurée, et la réactivité de l'enseignant doit être bonne lorsqu'une difficulté est identifiée via la plate-forme (même si les séances en présentiel permettent également d'y répondre).

### Bibliographie

[1] ADAMS YATES (B.) (dir.), *Evaluation of Evidence-Based Practices in Online Learning: A Meta-Analysis and Review of Online Learning Studies*, US Department of Education, 2010. En ligne :

[www2.ed.gov/rschstat/eval/tech/evidence-based-practices/finalreport.pdf](http://www2.ed.gov/rschstat/eval/tech/evidence-based-practices/finalreport.pdf)

[2] DE GEORGES-WALKER (L.), KEEFFE (M.), « Self-determined blended learning: a case study of blended learning design », in *Higher Education Research & Development*, vol. 29/1, Herdsa, février 2010

[3] MUSIAL (M.), PRADÈRE (F.), TRICOT (A.), *Comment concevoir un enseignement ?*, De Boeck, coll. « Guides pratiques "Former & se former" », 2012

Selon l'étude menée sur environ 60 étudiants de 1<sup>re</sup> année, ce nouveau dispositif convient à la plupart des étudiants interrogés (83 %), même s'il reste des réticences, liées principalement à l'utilisation des outils informatiques **5**. Pour près des trois quarts (73 %), le dispositif aide à travailler plus régulièrement, ce qui est un résultat attendu. Précisons qu'en 1<sup>re</sup> année la contrainte liée aux autotests n'était pas forte – on pourrait par exemple exiger que pour tous les autotests en ligne chaque étudiant ait au moins 60 % de bonnes réponses avec des dates imposées, ce qui imposerait à l'étudiant de se connecter. Enfin, si un quart des étudiants pensent que le dispositif n'est pas vraiment plus intéressant qu'un parcours classique, près de 60 % le trouve plus intéressant, voire beaucoup plus intéressant (17 %).

Ces résultats montrent qu'il n'y a pas de méthode miracle. Que ce soit via une plate-forme pédagogique ou sur papier, l'étudiant doit fournir un effort, se concentrer, buter sur des problèmes... Si la nouveauté peut en séduire certains dans un premier temps, cela ne dure jamais très longtemps.

Par contre, ce mode d'apprentissage doit encourager l'enseignant à s'interroger sur la façon de motiver les étudiants. La pédagogie mixte tente de montrer à travers les TD et DE l'utilité des connaissances abordées. La variété des autotests tente de diversifier les tâches (réponses calculées, choix multiples, degrés de difficulté progressifs...), mais le retour de certains étudiants met en évidence la difficulté à proposer des exercices en ligne avec à la fois un degré de défi raisonnable et des *feedbacks* suffisamment nombreux pour susciter la motivation.

Indépendamment de l'élaboration des activités pédagogiques, les résultats du sondage et les réunions bilans font émerger principalement trois obstacles aux pédagogies mixtes :

- **Le manque de temps d'assimilation** pour certains étudiants pendant les phases d'autoformation.
- **Le conservatisme des étudiants.** De nombreux étudiants ont pour repère une pédagogie traditionnelle, et semblent démunis lorsqu'il leur est proposé ce nouveau mode d'apprentissage qui requiert une nouvelle organisation, de l'autonomie, l'utilisation de nouveaux outils. Cet obstacle peut être partiellement levé par des explications claires et précises sur la structure de la formation.
- **La nécessité de définir des objectifs précis** et de mettre à disposition des éléments de synthèse (en particulier en début de cycle). Les étudiants ont un cours papier auquel se référer, mais éprouvent plus de difficulté à identifier ce qui est important (savoirs et démarches). Un effort supplémentaire d'explication et d'aide à l'étudiant pour qu'il comprenne les objectifs de cours semble nécessaire.

Une analyse plus fine des résultats du sondage montre que le dispositif de pédagogie mixte semble

convenir principalement aux étudiants que l'on peut qualifier de standard, c'est-à-dire ni très à l'aise ni en grande difficulté. Une moitié environ des très bons étudiants y voit plutôt une contrainte, car ils ont l'habitude d'écouter en amphi et de s'appuyer sur le photocopié de cours pendant les séances de TD et le travail de groupe. Les étudiants en difficulté ou peu travailleurs ne s'y retrouvent pas tous, et une partie d'entre eux baissent les bras.

### Une expérience prometteuse

Depuis quelques années, l'enseignant, en école d'ingénieurs comme ailleurs, voit son environnement évoluer considérablement. Des outils numériques ont fait leur apparition, et les pédagogies mixtes font désormais partie des nouveaux dispositifs à sa disposition.

L'expérience menée à l'EPF montre l'intérêt d'une réflexion approfondie sur ces nouveaux modes d'apprentissage. D'une part, une réflexion sur l'implication des différents acteurs : Comment accompagner les enseignants dans ces nouvelles pratiques et comment les former ? Comment aider l'étudiant à appréhender ces nouveaux dispositifs d'apprentissage ? D'autre part, une réflexion sur les modalités pédagogiques propres à ce nouveau type de formation : Comment organiser les périodes de formation ? Comment articuler le travail en ligne et les séances en présentiel ? Comment gérer la personnalisation des parcours ? Comment conduire les étudiants vers l'acquisition des compétences relatives à la résolution de problèmes ?...

Toutes ces questions ne trouveront pas de réponses immédiates et prêtes à l'emploi. En revanche, elles obligent la communauté enseignante à un travail d'analyse et à une collaboration réflexive soutenue.

Mais l'intérêt du *blended learning* en école d'ingénieurs va bien au-delà des apprentissages disciplinaires. Il conduit l'étudiant à apprendre à planifier son temps de travail avec le sentiment d'une meilleure maîtrise ou d'un meilleur contrôle, avec des opportunités de collaboration et de réflexion accrues. Il développe une forme d'autonomie, et prépare le futur ingénieur à travailler dans un environnement numérique où la connaissance sera en grande partie accessible, et où il devra constamment se l'approprier et la mobiliser collectivement. L'expérience menée est prometteuse, et sera étendue progressivement à d'autres champs disciplinaires. ■