



## **Retour d'expérience sur le MOOC "Introduction à la mécanique du vol"**

Laurent Dairaine, Anne-Lise Luga, Eric Poquillon, Allan Bonnet

### **► To cite this version:**

Laurent Dairaine, Anne-Lise Luga, Eric Poquillon, Allan Bonnet. Retour d'expérience sur le MOOC "Introduction à la mécanique du vol". CFM 2015 - 22ème Congrès Français de Mécanique, Aug 2015, Lyon, France. <hal-03444629>

**HAL Id: hal-03444629**

**<https://hal.science/hal-03444629v1>**

Submitted on 23 Nov 2021

**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.



HAL Authorization

# **Retour d'expérience sur le MOOC** ***Introduction à la mécanique du vol***

**L. Dairaine<sup>a</sup> , A.L. Luga<sup>b</sup> , E. Poquillon<sup>c</sup> , A. Bonnet<sup>d</sup>**

a. ISAE-SUPAERO laurent.dairaine@isae.fr

b. ISAE-SUPAERO anne-lise.luga@isae.fr

c. ISAE-SUPAERO eric.poquillon@isae.fr

d. ISAE-SUPAERO allan.bonnet@isae.fr

...

## **Résumé :**

*Le premier MOOC de l'ISAE-SUPAERO "introduction à la mécanique du vol", s'est déroulé du 26 janvier au 26 avril 2015. Quels enseignements peut-on en tirer ? Après en avoir rappelé les objectifs et le public initialement visé, nous présenterons les méthodes pédagogiques retenues et les choix techniques de production de contenu. En nous appuyant sur les données recueillies pendant la navigation et sur les échanges des forums, nous chercherons à comprendre qui étaient les apprenants, quels ont été leur comportement d'internaute et leur démarche d'apprentissage. Nous essaierons enfin de tirer les principaux enseignements de cette expérience et quelques facteurs clefs de succès d'un MOOC.*

## **Abstract :**

*The first ISAE-SUPAERO MOOC "introduction to flight mechanics", has been delivered from January 26th to April 26th 2015. What lessons can we draw from this experience ? After a word on the objectives and the audience targeted, we will introduce the pedagogical methodology chosen as well as the technical means used to actually produce contents. Relying on the data gathered from students navigation events as well as forum discussions, we will determine who were actually our students, what kind of behaviour they adopted when browsing the contents available, and what was their learning path. Eventually, we will extract the main lessons learned from this experiment and try to determine some success factors for a MOOC.*

**Mots clefs : MOOC, innovation pédagogique, masse, cours en ligne, gratuit, mécanique du vol, aérodynamique**

## 1 Introduction

Pour son premier MOOC, l'ISAE-SUPAERO a décidé de poser la question simple et universelle : « Comment vole un avion ? ». Cela fait à peine plus d'un siècle que les avions volent. Et, de fait, le vol défie souvent l'intuition de l'animal terrestre que nous sommes. Comment vole un avion et comment éviter qu'il échappe au contrôle du pilote? Jusqu'où peut-il s'élever dans le ciel? Autant de questions auxquelles le MOOC-Avion a répondu aux plus de 4600 inscrits à la première édition, en s'appuyant sur des cours en vidéo, des expérimentations filmées en avion, des expériences en simulateur de vol, tout en essayant de se limiter au formalisme mathématique accessible à un élève de terminale scientifique.

Après plusieurs mois de conception, après douze semaines de mise en œuvre, il convient de faire le bilan de cette expérience. Cet article propose ce retour d'expérience et développe quelques points originaux du projet.

## 2 Objectif du MOOC

La réalisation de ce premier MOOC résulte d'une volonté de la direction de l'ISAE, portée d'une part par une nécessité de rayonnement, et d'autre part par la nécessité d'expérimenter ce type de pédagogie pour en déterminer les coûts et les bénéfices, notamment en termes de réemploi des contenus.

Le sujet retenu devait être emblématique de l'école et permettre aux spécialistes des systèmes numériques pour l'enseignement de s'appuyer sur une équipe d'enseignants disponibles et motivés.

Le thème retenu, "Comment vole un avion ?", rassemblant des bases de mécanique du vol et d'aérodynamique, répondait à ces spécifications et devait pouvoir toucher un public de non spécialistes intéressés par l'aéronautique. Tout en conservant un formalisme accessible (les prérequis correspondant aux connaissances d'un élève de terminale S), nous avons souhaité adopter une démarche scientifique fondée sur la démonstration des résultats exposés et la compréhension des hypothèses sous-jacentes, proposant ainsi une initiation aux sciences de l'ingénieur plutôt qu'une vulgarisation du sujet.

A titre d'exemple, quelques extraits des objectifs pédagogiques du cours :

- Décrire l'atmosphère standard et expliquer l'effet de l'altitude sur les caractéristiques de vol d'un avion;
- Expliquer l'origine des limites d'emploi de l'avion (domaine de vol, chargement);
- Dimensionner grossièrement les surfaces portantes d'un avion et la puissance de son moteur.

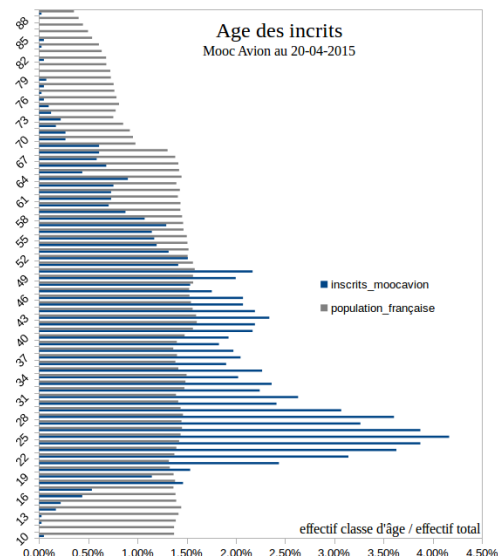
En terme d'audience, un objectif de 2500 inscrits a été utilisé pour dimensionner le niveau de support aux apprenants (forums) et certains choix techniques (par exemple, pas d'installation de logiciels tiers pour cette édition).

### 3 Qui a suivi ce MOOC ?

Comme l'indique le premier O de "MOOC", l'accès à ce type de cours est entièrement ouvert. Ce n'est donc qu'a posteriori que nous avons pu analyser qui étaient nos apprenants, sur la bases des informations fournies à l'inscription, des résultats des quiz et examens, et de l'analyse des logs de connexion de l'outil EDX[1] utilisé par la plateforme France Université Numérique[2] qui héberge ce MOOC.

#### 3.1 Qui sont nos apprenants ?

La figure ci-dessous compare la pyramide des ages des inscrits à celle des français[3]. Les inscrits sont essentiellement de jeunes adultes entre 20 et 35 ans.



Les lycéens, qui faisaient partie de notre cible, sont très peu présents.

La répartition par sexe des apprenants reste très déséquilibrée, avec 15% de femmes pour 85% d'hommes. Le rapport s'améliore cependant pour les jeunes générations (25% de femme sur la plage 15-30 ans).

Lorsque l'on compare la pyramide des ages des inscrits et celles des apprenants ayant répondu au quiz, on constate que l'assiduité est nettement plus forte chez les plus de soixante ans, tout comme l'activité sur les forums où ils sont largement sur-représentés (ce qui a motivé notre analyse plus fine des classes d'âge).

#### 3.2 Combien sont-ils ?

Contrairement à un cours classique en présentiel, l'évaluation du nombre d'apprenants et l'appréciation de leur activité sont assez difficiles. Ainsi le total des inscrits retourné par la plate-forme FUN est d'environ 5000. On observe cependant un flux permanent d'inscription et de désinscription et à la fin du MOOC (après le rendu de l'examen final) on comptait 4550 inscrits.

Ceux-ci ne sont cependant pas tous actifs et beaucoup sont de simples visiteurs. L'étude du comportement des apprenants est assez complexe et l'analyse des données disponibles est en cours. A titre d'exemple le tableau ci-dessous indique, pour chaque grande partie du MOOC, combien d'apprenants différents ont effectivement navigué sur les pages de contenu du cours et combien ont effectivement participé aux examens

(note > 0).

On observe une érosion assez forte du nombre de participants actifs pendant les premières semaines puis une stabilisation vers 700 après l'examen intermédiaire. La proportion d'apprenants qui participent à l'examen est relativement constante, voisine de 45 % , avec un renforcement naturel en fin de MOOC.

On peut donc considérer que sur les 5000 inscrits, 1500 ont participé aux enseignements, 700 ont suivi l'intégralité du MOOC et 370 ont participé à l'examen final.

| Chapitre                     | cours suivi | examen fait | examen / cours |
|------------------------------|-------------|-------------|----------------|
| L'avion et son environnement | 3409        | 1522        | 45 %           |
| Mécanique et repères         | 2148        | 966         | 45 %           |
| Forces aérodynamiques        | 1606        | 568         | 35 %           |
| Portance et trajectoire      | 1153        | 512         | 44 %           |
| Examen intermédiaire         | 867         | 467         | 54 %           |
| Bilan propulsif et énergie   | 897         | 421         | 47 %           |
| Stabilité longitudinale      | 783         | 405         | 52 %           |
| Stabilité transversale       | 698         | 384         | 55 %           |
| Décollage et atterrissage    | 772         | 369         | 48 %           |
| Examen final                 | 583         | 372         | 64 %           |

## 4 Le contenu

### 4.1 Méthode pédagogique

Comment s'adresser à un public large et de niveau très hétérogène tout en maintenant une approche rigoureuse et quantitative ? Nous avons retenu une approche "à géométrie variable" avec un cours abondamment illustré : description physique des phénomènes, mise en équation et résolution, illustration des résultats obtenus par des courbes et expérimentations.



Par rapport au cours traditionnel, la vidéo enregistrée permet de bénéficier de montages à forte valeur pédagogique ajoutée, en utilisant comme ci-contre la superposition d'indications graphiques sur une expérimentation en vol commentée in-situ (réalité augmentée). De tels contenus peuvent être utilement ré-utilisés dans d'autres contextes.

L'utilisation de Geogebra[4], aussi bien dans la réalisation des cours filmés que comme activité proposée en TP aux apprenants a été très appréciée de ces derniers (retour sur les forums).

La composition des chapitres proposés chaque semaine, rassemblant 30 mn à 1h de vidéo au total était la suivante :

- Un message d'introduction et le positionnement dans le plan général du cours;
- Des apports de cours sous forme de vidéo de 4 à 12 minutes;
- Un TP ou un TD
- Un quiz composé de QCM, de valeurs numériques à calculer ou de symboles à placer sur des graphiques;
- Un forum dédié au sujet de la semaine.

Les forums ont été très actifs, qu'il s'agisse de la résolution de problèmes techniques, de problème de compréhension du cours ou de résolution d'exercices, ou d'approfondissement de certains points techniques. Très peu de controverses se sont développées, mais des échanges très fructueux d'opinions ou de documents très pertinents ont significativement enrichi le contenu technique du MOOC.

La durée totale de travail prévue était de 3h / semaine, mais elle a été probablement sous estimée d'après les retours des apprenants.

## 4.2 Production des contenus

Une fois les méthodes et outils retenus, la production technique des contenus n'a pas posé de problème particulier (autre que le temps à y consacrer). Les prises de vue ont été réalisées avec un caméscope du commerce ou une petite caméra à usage sportif. Pour une qualité sonore acceptable, l'usage d'un micro-cravate couplé à un enregistreur mp3 s'est révélé indispensable. La production des graphiques, des planches de présentation, des captures d'écran, des montages et transcodages vidéo ont été réalisés intégralement avec des logiciels libres[5, 6, 7] sans difficulté particulière. Le temps total de production des contenus (y compris les quiz correspondants) peut être estimé à 4h pour 10 mn de vidéo, soit 16 h par semaine de cours.

## 4.3 Organisation de l'équipe projet

Ce MOOC a été mené comme un véritable projet pluridisciplinaire. L'équipe projet est constituée de deux professeurs spécialistes du domaine (i.e., mécanique du vol et l'aérodynamique) et de spécialistes du numérique pour l'enseignement. D'autres intervenants comme le service Communication ou le projet d'ouverture sociale OSE l'ISAE ont contribué ponctuellement au projet. L'apport des spécialistes du numérique a été essentiel pour architecturer correctement l'ensemble du MOOC, choisir et intégrer efficacement les différents outils, réaliser des quiz adaptés à la correction automatique, et surtout assurer l'interface avec la plate-forme FUN [2].

Pour assurer l'animation des forums, une équipe d'étudiants a été formée. Ils assurent une veille permanente notamment en soirée et le week-end et s'assurent qu'aucun message ne reste sans réponse. Ils fournissent le plus souvent eux-mêmes la réponse ou valident celle proposée par un apprenant. Dans les cas plus complexes, ils demandent à un des enseignants d'intervenir sur le forum. Cette organisation s'est révélée très efficace et a engendré des commentaires très positifs des utilisateurs. Le long d'un fil de discussion, démarré souvent par une affirmation erronée, on a pu voir se mettre en place une vraie démarche d'apprentissage aboutissant à une reformulation de la réponse correcte par l'apprenant.

## Conclusion

L'expérimentation de ce premier MOOC à l'ISAE-SUPAERO a été un succès riche en enseignements. Il a permis de valider l'efficacité du travail en équipe intégrée enseignants - spécialistes du numérique et de mettre au point des méthodes de travail et des contenus ré-utilisables pour d'autres MOOC mais aussi d'autres dispositifs d'e-learning internes à l'établissement ou adaptés à d'autres types de formation.

L'analyse des traces de navigation des utilisateurs, qui n'est pas achevée, nous permet de mieux comprendre qui étaient nos apprenants, quel était leur comportement et comment évoluait leur assiduité. Ces éléments seront pris en compte pour la réalisation des prochains MOOC mais aussi pour le développement d'une stratégie d'établissement à leur sujet.

## References

- [1] EDX, <http://code.edx.org>, 20/04/2015
- [2] Plateforme FUN, <https://www.france-universite-numerique-mooc.fr>, 20/04/2015
- [3] Insee, estimations de population (données provisoires arrêtées à fin 2014), <http://www.insee.fr/fr/ffc/figure/ccs.xls>, 10/05/2015
- [4] GEOGEBRA, <http://www.geogebra.org>, 20/04/2015
- [5] Ffmpeg conversion de formats video et audio, <https://www.ffmpeg.org>, 20/04/2015
- [6] Openshot video editor, <http://www.openshotvideo.com/>, 16/05/2015
- [7] Inkscape logiciel de dessin vectoriel, <https://inkscape.org/fr/>, 16/05/2015