

BAC PRO TU

Projet d'envergure pour modèle réduit

WILLIAM FOURMENTAL, AVEC LA COLLABORATION DE MARC TREILHOU [1]

Quand quatre établissements scolaires européens s'associent pour réaliser une réplique au 1/32 d'un Airbus A380, cela donne un projet de grande ampleur et de longue haleine, accompagné d'applications pluritechnologiques très motivantes pour les élèves. Attention au décollage !

La genèse du projet

C'est de la passion d'un professeur de construction mécanique allemand pour les modèles réduits d'avions qu'est né ce projet. Michael Beck, qui enseigne à la Gewerbliche Schule de Waiblingen près de Stuttgart, n'en est pas à son coup d'essai. Dernièrement, il a conçu et réalisé un avion Lockheed SR-71 Blackbird, propulsé par des moteurs électriques. Sa collègue de langue, Christiane Wullner, qui cherchait un thème pour développer des partenariats inter-écoles, lui a donc soumis l'idée de l'A380. Il a tout de suite été question d'un contexte européen et donc d'un partenariat entre plusieurs pays, inspiré du modèle de la société Airbus. C'est donc vers trois établissements scolaires de l'Union européenne que ces deux enseignants ont décidé de se tourner : l'IES Carles Vallbona de Granollers (Espagne), le lycée René-Perrin d'Ugine (France) et les Jelky András Szakképző Iskola és Kollégium de Baja (Hongrie). Ces trois écoles ont été choisies en raison de leur participation depuis quelques années à des échanges socioculturels avec la Gewerbliche Schule. Le financement du projet a été réalisé grâce au programme Comenius (voir en encadré), avec un budget de 100 000 € réparti entre les quatre pays.

[1] Professeurs de génie mécanique, respectivement au lycée Gustave-Eiffel de Cachan (94) et au lycée René-Perrin d'Ugine (73).

mots-clés

productique, projet, sujet d'examen, travaux pratiques

Comenius

Le programme Comenius permet les échanges et la coopération entre les établissements scolaires en Europe, de la maternelle au lycée. L'objectif est de favoriser le développement personnel et les compétences, notamment linguistiques, tout en développant les notions de citoyenneté européenne et de multiculturalisme. Chaque année, en Europe, Comenius relie 11 000 établissements, 100 000 enseignants et 750 000 élèves. Le programme s'adresse à la communauté éducative au sens large, notamment aux autorités locales, aux associations de parents d'élèves ou aux instituts de formation des enseignants. Il soutient la mobilité transnationale, les partenariats entre écoles, les projets et les réseaux européens.

Pour en savoir plus :

www.europe-education-formation.fr/comenius.php

Le cahier des charges

Pour définir complètement le cahier des charges, les équipes d'enseignants des quatre pays se réunissent en novembre 2008 au lycée de Waiblingen. L'équipe française est constituée d'Éric Glise, professeur d'électrotechnique, de Thierry Lherminier et Laurent Dubetier, professeurs de construction mécanique, et de Marc Treilhou, professeur de génie mécanique. Lors de cette première rencontre, Michael Beck présente à ses collègues, à l'aide d'un modèle réduit au 1/44 de ce géant des airs, les caractéristiques de l'A380. Ayant effectué

une partie du travail de conception en amont, il propose alors de réaliser un modèle réduit au 1/32, propulsé par des moteurs électriques, radiocommandé et doté de trains d'atterrissage rentrants.

L'envergure de l'appareil serait de 2,50 m, sa longueur de 2,187 m et sa hauteur de 0,65 m. Les matériaux de construction seront principalement le balsa et la fibre de verre pour le fuselage et les ailes, qui seront ensuite recouverts d'un plastique thermorétractable. Une partie du matériel sera achetée auprès des vendeurs d'accessoires de modélisme (voir « Le matériel de modélisme » ci-dessous).

Le matériel de modélisme

4 moteurs Kontronik 400-22. Fréquence de rotation : 2 200 tr/min/V

4 turbines WeMoTec Minifan 480. Fréquence de rotation maximale : 55 000 tr/min

2 contrôleurs Kontronik 55-6-18 de 55 A et de 6 à 25 V

2 accus Lipo Hyperion G3 CX de 18,5 V et 4 000 mAh

1 radiocommande Futaba T7C de 2,4 GHz

Le reste sera intégralement fabriqué par les participants. Les Allemands sont chargés de produire le tronçon central du fuselage et les ailes, les Espagnols la dérive et les stabilisateurs, les Hongrois le tronçon avant du fuselage, et les Français les trains d'atterrissage et, associés aux Allemands, les propulseurs. La quantité de pièces produites doit permettre d'assembler quatre avions pour doter chaque pays d'un appareil en état de fonctionnement.

L'un des enjeux majeurs de ce projet est d'ailleurs de montrer aux élèves



1 Les 5 mobilités

les contraintes d'un projet collaboratif en termes de qualité, coût et délais, sans perdre de vue l'aspect socio-culturel. La langue choisie pour la communication entre les partenaires est l'anglais.

La planification

Les enseignants se sont donnés une année scolaire complète pour mettre au point le projet, établir le planning et créer des activités pédagogiques. Ils ont ensuite estimé qu'à partir du coup d'envoi avec les élèves deux années scolaires seraient nécessaires pour atteindre l'objectif. Le lancement a donc été programmé pour octobre 2009 et la fin au 28 mai 2011 avec le décollage des quatre appareils. Les deux années seront jalonnées par cinq déplacements **1** – baptisés mobilités par le programme Comenius – afin de réunir tous les acteurs, rendre compte de l'avancée des travaux et participer à des sorties culturelles dans le pays d'accueil. Pour relever ce grand défi, il a fallu définir les tâches à réaliser et établir le planning prévisionnel :

- **De septembre à décembre 2009** : Préparer les documents techniques de fabrication et réaliser les modèles numériques des pièces des trains d'atterrissage. Rechercher de la documentation sur l'A380 et sur l'histoire d'Airbus.

- **De janvier à avril 2010** : Fabriquer un prototype pour la visite du mois d'avril en Espagne.

- **D'avril à mai 2010** : Résoudre les problèmes techniques vus lors de la réunion du mois d'avril en Espagne.

- **De mai à décembre 2010** : Fabriquer les trains avant et arrière de l'A380. Réaliser le dossier technique du train d'atterrissage. Faire concevoir

aux élèves des maquettes d'A380. Créer des logos du lycée René-Perrin et de Comenius ainsi que des décorations personnalisées.

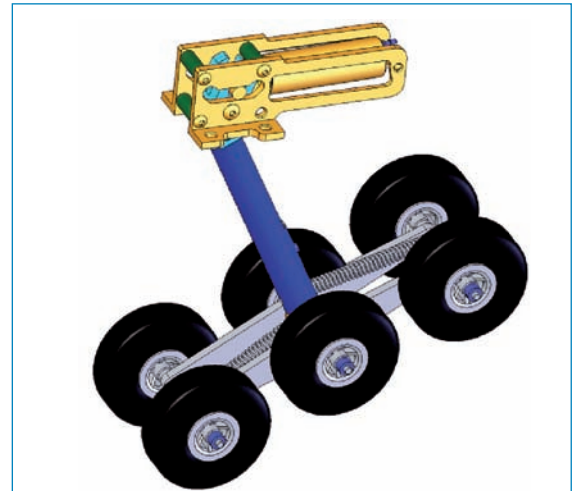
- **De janvier à mai 2011** : Ajuster et assembler les trains d'atterrissage, puis finir la décoration de l'avion. Préparer l'accueil des autres écoles pour les essais en vol.

Le travail préalable des enseignants

Un projet de cette dimension demande un investissement important de la part des enseignants. Pour Marc Treilhou, aidé de ses collègues du lycée René-Perrin, l'année scolaire 2008-2009 a été consacrée en grande partie à l'étude et la conception des trains d'atterrissage.

Le cahier des charges comportait quelques défis techniques, car les fonctions devaient être le plus proches possible de celles de l'avion réel, avec son train de 2 roues dirigeables à l'avant, ses 2 trains de 4 roues sous les ailes et ses 2 trains de 6 roues **2** sous le corps de l'appareil. Les actionneurs qui rentrent les trains devaient être « simple effet », pour une raison de sécurité à l'ouverture, et le poids minimal, pour que la masse totale de l'avion ne dépasse pas 10 kg. Il a donc fallu étudier le fonctionnement de véritables trains d'atterrissage, et se rendre dans une entreprise spécialisée dans la fabrication de trains d'atterrissage pour le modélisme. À partir de l'observation de ces derniers et des nombreuses études, la modélisation de toutes les pièces a pu se faire – non sans certaines difficultés.

Pour la partie pédagogique, Marc a décidé de confier la plus grande partie de la réalisation des trains d'atterrissage à une classe de 1^{re}



2 Le train d'atterrissage 6 roues conçu par Marc Treilhou

bac pro Technicien d'usinage, afin d'étaler, comme prévu, le travail de septembre 2009 à mai 2011, donc, pour les élèves de cette classe, sur la première et la terminale. D'autres classes du lycée ont été impliquées pendant la seconde année du projet. Les nouveaux élèves de première bac pro TU ont usiné certaines pièces des trains d'atterrissage, ceux de seconde ont réalisé des séries de pièces dont le processus était stabilisé, et les étudiants de BTS IPM ont fabriqué quelques éléments sur une machine à commande numérique UGV.

Le cadre pédagogique

Le support étant pluritechnique, tout a été pensé pour impliquer les collègues de l'équipe éducative et intégrer au projet les différents champs disciplinaires. Chacun a ainsi pu développer des activités pédagogiques autour du projet :

- **Construction mécanique**

Concevoir et modéliser complètement une partie des pièces de l'ensemble du train d'atterrissage (modèle numérique).

Schématiser les dessins de définition, les dessins d'ensemble et les vues éclatées des ensembles et sous-ensembles.



3 Les 2 pièces du carter d'un propulseur réalisées sur machine de prototypage rapide par fil ABS

Calculer la résistance des matériaux pour diverses pièces de l'ensemble du train d'atterrissage (rupture à l'effort, au cisaillement,) et choisir les matériaux. Calculer les efforts pour trouver les ressorts adéquats pour le piston et la jambe des trains d'atterrissage.

● **Fabrication de pièces mécaniques**

Réaliser les pièces pour les 20 trains d'atterrissages des 4 avions.
Réaliser les 2 pièces du carter des 16 propulseurs pour les 4 avions **3**.

● **Gestion de production**

Établir un diagramme de Gantt prévisionnel afin de gérer le temps de travail en respectant les jalons.
Gérer les commandes de matériel et de matière première.

● **Électrotechnique**

Schématiser et valider le circuit pneumatique.

● **Arts appliqués**

Organiser un concours auprès de quatre classes pour la création des décorations de l'avion.

● **Français**

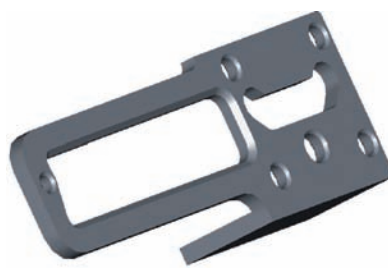
Rédiger un compte rendu après chaque mobilité.

● **Anglais**

Traduire et rendre compte de l'avancement du travail pour dialoguer avec les partenaires.



4 L'assemblage des trains d'atterrissage



5 Le châssis du train d'atterrissage

Apprendre des mots du vocabulaire technique.

● **Éducation physique et sportive**

Organiser un tournoi de foot européen lors du meeting final en mai 2011.

Les activités suivantes ont aussi été développées :

● Assemblage de tous les trains d'atterrissage **4**.

● Assemblage des 8 propulseurs pour 2 avions.

● Communication avec les partenaires (courriels, courriers, téléphone, Skype...).

● Intégration des élèves de bac pro TU en BTS IPM pour l'usinage sur machine à grande vitesse (UGV).

● Création d'une entreprise virtuelle, responsabilisant les élèves et reprenant les aspects d'une structure industrielle tels que commande, conception produit et processus, réalisation et livraison des produits conformes au cahier des charges, calcul de coûts, recherche des moyens de transport et de logement les moins onéreux lors des mobilités, etc.

Certaines pièces, comme le châssis des trains d'atterrissage **5**, ont été utilisées comme thèmes pour certains sujets de l'examen du bac pro TU. Elles

ont par exemple servi de support à l'unité U33, « Réalisation en autonomie de tout ou partie d'une fabrication », ou encore à l'unité U2, « Élaboration d'un processus d'usinage ». D'autres pièces ont permis de valider les compétences de l'unité U32, « Lancement d'une production », à savoir « installer l'environnement de production (porte-pièces, outils et porte-outils) » (C 3.1), « contrôler une pièce » (C 3.3) et « contrôler et suivre la production » (C 3.4). L'unité U11, « Analyse et exploitation de données techniques », a elle aussi pu être intégrée au projet.

Le meeting final

L'ultime phase du projet avait pour objectif de réunir pendant une semaine l'ensemble des participants au lycée René-Perrin d'Ugine le 21 mai 2011 afin de procéder à l'assemblage final des quatre exemplaires de l'A380 **6** et d'effectuer les multiples tests techniques avant l'envol sur le tarmac de l'aérodrome de Tournon-Albertville le 28 mai. Pendant ces quelques jours, les quatre groupes, soit au total 90 personnes, élèves et professeurs, s'affaireront avec enthousiasme à la finalisation du travail de ces trois années. Côté français, il a fallu organiser la logistique pour accueillir le public le jour J à l'aérodrome tout en veillant à la sécurité, avec l'appui des pompiers et gendarmes, d'autant que l'événement avait été annoncé dans les médias locaux.

Le soleil est au rendez-vous, et des centaines de personnes ont fait le déplacement **7** : représentants de l'Éducation nationale comme le directeur de cabinet du recteur, des IPR et IEN, des proviseurs et principaux des établis-



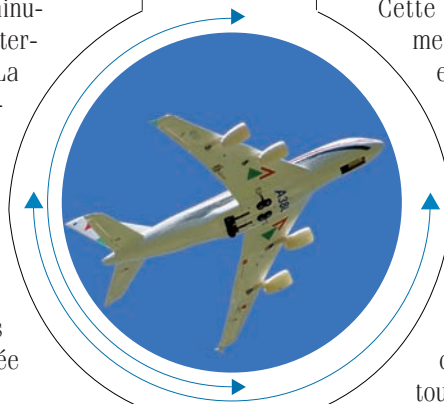
6 La pose des trains d'atterrissage

sements voisins, mais aussi responsables politiques, maires, représentants des conseils régional et général, chefs d'entreprise... et la presse régionale, qui couvre l'événement. La tension est donc à son comble lorsque le premier appareil se présente en bout de piste, contrôlé par Michael Beck. Chacun retient son souffle... C'est parti ! Le décollage est



7 Les 4 avions dévoilés au public

parfait, les trains rentrent, le vol est majestueux 8, de 7 à 8 minutes sans encombre, et l'atterrissage tout en douceur. La tension redescend, l'émotion est palpable, et les congratulations fusent. Un seul appareil restera au sol ce jour-là pour des raisons techniques, mais il en aurait fallu bien plus pour entamer le moral des troupes après cette journée particulièrement réussie.



8 Le 1^{er} avion en vol

Des retombées très positives

Cette coopération a permis de mettre en évidence la richesse et la diversité culturelles en Europe, et participe ainsi à la lutte contre les préjugés et la xénophobie. Dans l'ensemble, les élèves participants se sont sentis investis d'une grande mission et ont fait de ce projet quelque chose de fort et de singulier. Ils ont tous fait beaucoup de progrès sur le plan linguistique, et leur maturité n'a fait que croître au fil du projet. Les élèves ont appris combien il est important d'échanger des idées et des compétences dans le respect de ses coéquipiers afin d'atteindre un résultat optimal. La motivation était très forte de toute part, ils en sont tous sortis grandis (lire en encadré des « Paroles d'élèves »). Certains ont même confessé avoir gagné en estime d'eux-mêmes.

Les retombées sur le lycée se sont fait ressentir dès la rentrée 2011, grâce à l'appui des médias et de différents soutiens : de 7 élèves pour 12 places en seconde TU, la demande est passée à 24 ! Actuellement, les trains d'atterrissage font toujours fonction de supports pour la formation, et certaines pièces sont en cours d'optimisation. Quant aux partenaires allemands, ils viennent de passer une commande de cinq jeux de trains pour un autre projet. ■

PAROLES D'ÉLÈVES

« Nous en sommes très fiers »

Icham : « J'ai apprécié ce projet. La rencontre avec des élèves venus de différents pays nous a permis d'échanger et de découvrir les autres. Réaliser des pièces pour un but précis est bien plus intéressant que faire des pièces ordinaires et qui ne servent à rien. »

Fabien : « Le projet A380 a été très enrichissant. C'est un projet qui sort de l'ordinaire : au final, il y a quatre avions A380 construits par quatre lycées d'Europe. Durant ce projet, notre professeur a donné à chacun de nous la responsabilité de réaliser une pièce. Nous nous sommes pris au jeu, et nous ressentons une grande satisfaction pour le travail accompli. L'avion a décollé, et nous en sommes très fiers ! »

Jérémy : « Nous sommes conscients que c'est une chance pour nous, car ce n'est pas dans tous les lycées français que nous pourrions faire cela. De plus, ce projet nous a permis de découvrir différents pays européens (Allemagne, Espagne, Hongrie), mais aussi de visiter le site Airbus dans son intégralité à Toulouse. »

Jany : « Je trouve que ce projet a constitué une belle aventure humaine, et un sujet très intéressant pour le bac pro. »



En ligne

Le site du lycée René-Perrin, où l'on trouve quelques vidéos :

www.ac-grenoble.fr/ugine

(rubrique « Bac pro -Industrie »)

Le blog de l'équipe espagnole :

<http://comenius.iescarlesvallbona.cat>

Le blog commun :

<http://a380project.blogspot.com>