

---

# PROJET BQE TYPE 1 : Initiative Pédagogique

## A. Titre du projet (acronyme éventuel) :

Open – HTLC (High-Tech Low Cost)

## B. Nom et coordonnées du coordinateur du projet :

NOM : SADOVSKII

Prénom : Dimitrii

Fonction : Professeur des universités

Composante de rattachement : département de Physique

Tél : 0328237613

e-mail : [sadovski@univ-littoral.fr](mailto:sadovski@univ-littoral.fr)

## C : Composition de l'équipe projet (personnes directement impliquées dans le montage et la mise en œuvre du projet) :

1. Dmitrii Sadovskií, Professeur des universités, ULCO/département de physique
2. Arnaud Cuisset, Maître de conférences-HDR, ULCO/département de physique
3. Robin Bocquet Professeur des universités, ULCO/département de physique
4. Weidong Chen Professeur des universités, ULCO/département de physique
5. Christophe Przygodski, Maître de conférences, ULCO/département de physique
6. Pierre Kulinski: Technicien (préparateur TP), ULCO/CGU Dunkerque
7. Wilfried Montagnier Technicien (préparateur TP), ULCO/CGU Calais

## **D. Résumé du projet (1/2 page)**

Depuis une dizaine d'années, Arduino a initié une révolution dans l'électronique à l'échelle mondiale et est devenu le projet le plus influent de son époque dans le monde du [matériel libre](#). Arduino a soulevé un autre défi formidable: comment apprendre aux étudiants à créer rapidement de l'électronique. Arduino permet de promouvoir de nouvelles approches pour la conception interactive. Dans le cadre du projet Open High Tech Low Cost, nous ambitionnons de rompre avec l'approche expérimentale classique des travaux pratiques en plaçant ARDUINO au cœur d'un module expérimental innovant bâti en mode projet. Le projet « Open HTLC » est un projet pilote qui, après rodage, sera intégré dans la maquette de la licence physique-chimie dans la future campagne d'accréditation. Il s'agit de proposer en début d'année aux étudiants de développer et construire communément un instrument modulaire. Notre premier projet « Open HTLC » vise au développement d'un instrument autonome aéroporté pour la détection in situ de polluants industriels avec prise en compte des conditions météorologiques. Les étudiants de la L3 physique-chimie auront à charge de développer, construire et tester différents modules associés à cet instrument. Les étudiants seront évalués : en amont du projet sur la base de cours théoriques et de l'établissement d'un cahier de charges, au cours du projet à travers les compétences techniques et savoir-être développés en travail de groupe et enfin en aval du projet avec d'une part une phase de test de l'instrument conçu et d'autre part un projet de commercialisation du prototype.

### **NB (D. Sadovskii, porteur du projet)**

Suite aux commentaires de Corinne, on a réalisé trop tardivement que notre projet ne peut pas être qualifié comme assez innovant car (au sens galactique) il ne s'agit que du "rattrapage technologique" et que tout le monde est déjà loin devant nous dans ce domaine. Dommage pour nos étudiants de L3 physico-chimie.

En plus, le projet du type 1 n'implique pas le financement du matériel. A ce point je tiens à noter que les coûts que nous avons estimés ici sont provisoires et peuvent être réduits (sans teste drone in vivo, matos supplémentaires ...) mais que dans la majorité il ne s'agit pas du matériel pédagogique à utiliser longtemps de façon répétitive mais plutôt du matériel et équipements nécessaires pour réaliser un instrument (en plusieurs parties selon le nombre des étudiants). Decouper cette proposition en plusieurs projets nous semble inutile. Le projet est déjà bien complexe.

Nous avons décidé de soumettre ce projet comme il est. Peu importe s'il est reconnu comme innovant ou non, nous tenons à essayer de le réaliser en 2017-2018 autant que nous le pourrons. Il faut saisir l'opportunité tant qu'elle se présente (projet industriel de Weidong, les compétences de l'ensemble des participants) et répondre aux besoins de nos étudiants. Cependant, sans soutien BQE (i.e. sans financement et les heures supplémentaires), nous devons réduire et répartir nos coûts, chercher à emprunter les matos et trouver des partenariats en industrie, et aussi réduire (par sélection des meilleurs après TD-TP intro) le nombre des étudiants en phase 2 (projet) à un seul groupe de 2 à 4.

## **E. Montant TTC de l'aide demandée :**

- Equipement : 2020€ TTC
  - o Equipement Arduino « UNO » : 600€
  - o Capteurs (capteur SO<sub>2</sub>, capteurs pression, capteurs GPS, capteurs température, capteur de particules...): 510€
  - o Modules Bluetooth + 433 MHz : 100€
  - o Alimentations stabilisées (5V - LiI): 100€
  - o Raspberry Pi : 110€
  - o Equipements divers (boitiers, connecteurs, composants électroniques, poste à souder...) : 600€
- Fonctionnement : 1080€ TTC
  - o Prestation drone/avion léger : 1000€ (discussion en cours avec la société ISODRONE Marck)
- 24h RNT à distribuer parmi les enseignants coordinateurs de projet

---

**Signature du coordinateur du projet :**

Nom Prénom : Sadovskii Dimitrii

Date : 28 fevrier 2017

Signature :

Handwritten signature in black ink, appearing to read "D Sadovskii".

**Signature du directeur de département ou de la  
composante de rattachement :**

Nom Prénom : Cuisset Arnaud

Date : 27/02/2017

Signature :

Handwritten signature in blue ink, appearing to be a stylized signature.

# BQE 2017 / Annexe pédagogique

Titre du projet : Open HTLC « High-Tech Low Cost »

Responsable du projet : Dimitrii Sadovskii

## Développer le projet sur cinq pages maximum

### - Contexte pédagogique

Sortie en 2005 comme un modeste outil pour les étudiants de Banzi à l'Interaction Design Institute Ivrea (IDII), Arduino a initié une révolution dans l'électronique à l'échelle mondiale. Vous pouvez acheter une carte Arduino pour seulement 30 dollars ou vous construire la vôtre à partir de rien : tous les schémas électroniques et le code source sont disponibles gratuitement sous des licences libres. Le résultat en est qu'Arduino est devenu le projet le plus influent de son époque dans le monde du matériel libre. La petite carte est désormais devenu le couteau suisse de nombreux artistes, passionnés, étudiants, et tous ceux qui rêvaient d'un tel gadget. Plus de 250 000 cartes Arduino ont été vendues à travers le monde — sans compter celles construites à la maison. « *Cela a permis aux gens de faire des choses qu'ils n'auraient pas pu faire autrement.* », explique David A. Mellis, ancien étudiant à l'IDII et diplômé au MIT Media Lab, actuellement développeur en chef de la partie logicielle d'Arduino. On trouve des alcootests, des cubes à LED, des systèmes de domotique, des afficheurs Twitter et même des kits d'analyse ADN basés sur Arduino. Il y a des soirées Arduino et des clubs Arduino. Google a récemment publié un kit de développement basé sur Arduino pour ses smartphones Android. Comme le dit Dale Dougherty, l'éditeur et rédacteur du magazine *Make*, la bible des créateurs passionnés. Arduino est devenu « *la partie intelligente dans les projets créatifs* ».

Mais Arduino n'est pas qu'un projet open source ayant pour but de rendre la technologie plus accessible.

Arduino a soulevé un autre défi formidable: comment apprendre aux étudiants à créer rapidement de l'électronique. Arduino permet de promouvoir de nouvelles approches pour la conception interactive — un champ naissant parfois connu sous le nom d'informatique physique. Mais avec un budget se réduisant et un temps d'enseignement limité, ses options de choix d'outils étaient rares. Aujourd'hui, la technologie ARDUINO s'est installée dans de nombreux établissements du

secondaire et du supérieur français. L'ULCO dans le domaine des sciences et technologies a pris un retard considérable sur ces aspects.

## - Problématique/objectifs/finalité

La licence de physique-chimie avec son parcours Physique-Sciences Physiques-Electronique et Instrumentation à Calais ne contient à l'heure actuelle aucune formation ARDUINO qui sera pourtant essentielle aux métiers de l'enseignement, de la recherche en physique et aux métiers de l'électronique et de l'instrumentation.

Le projet Open High-Tech ambitionne de rompre avec l'approche expérimentale classique des travaux pratiques et se positionne sur 4 volets d'innovation pédagogique :

1. Innovation technologique (voir ci-dessus)
2. Innovation dans la pratique pédagogique : enseignement de l'électronique et de la physique numérique et expérimentale en mode projet et en travail de groupe avec un objectif de réalisation commun.
3. Innovation dans les modalités d'évaluation : les étudiants ne seront pas évalués uniquement sur la réalisation d'un objet fini mais tout au long du processus (établissement du cahier des charges, investissement dans la recherche et le développement, tests finaux, perspectives dans l'utilisation et la commercialisation...). Les axes d'apprentissage liés au travail en groupe, l'esprit d'initiative, les prises de décisions en autonomie seront elles aussi évaluées à partir d'une grille adaptée.
4. Innovation dans l'association de l'enseignement expérimental par projet et les projets de recherche industriels en collaboration avec les acteurs du territoire.

Le projet « Open HTLC » est un projet pilote qui, après rodage, sera intégré dans la maquette de la licence physique-chimie dans la future campagne d'accréditation. Il sera présenté à travers le CIP et la commission CILST aux autres mentions des licences scientifiques de l'ULCO. Il s'agit de proposer en début d'année aux étudiants de développer et construire les briques élémentaires d'un instrument modulaire.

Nous pouvons nous fixer 3 degrés d'aboutissement dans l'objectif technologique à atteindre :

- Objectif minimal : Obtenir un prototype opérationnel pour chaque module.
- Objectif intermédiaire : Obtenir un instrument assemblé répondant au cahier des charges.

- Objectif maximal : Obtenir un instrument testé en situation réelle et commercialisable c'est à dire avec une électronique et un emballage dédiés.

Du point de vue pédagogique, notre finalité est de développer chez les étudiants, à travers un module expérimental à l'approche pédagogique innovante, des compétences communes aux métiers de la recherche et du développement ainsi qu'aux métiers de l'enseignement et de la formation :

- Compétences technologiques et scientifiques (physique-chimie expérimentale, applications environnementales, électronique, informatique, mécanique,...)
- Compétences en gestion de projet (rédaction d'un cahier des charges, planification et distribution des tâches, respect des délais...)
- Savoir-être fondamentaux (autonomie, prises d'initiative, communication, créativité...)

## Description synthétique du projet

A chaque début d'année, l'équipe pédagogique du projet « Open HTLC » se réunira et choisira l'instrument à réaliser sur la base du pilotage ARDUINO. Pour le projet pilote, nous avons décidé de nous joindre au projet de recherche industrielle menée par le Pr. Weidong Chen visant au développement d'un instrument autonome aéroporté pour la détection in situ de polluants industriels avec prise en compte de la position et des conditions météorologiques. Les étudiants de la L3 physique-chimie auront à charge de développer, construire et tester différents modules associés à cet instrument :

- Module de mesures de la pression atmosphérique et de l'altitude barométrique.
- Module GPS pour le positionnement et la mesure de la vitesse de déplacement (éventuellement liaison avec une cartographie).
- Module de mesures de la vitesse du vent (sondes de Pitot).
- Module pour la détection et la quantification du SO<sub>2</sub> et des particules fines.
- Module pour l'enregistrement et la communication des données.

Chaque groupe d'étudiants (binômes ou trinômes) aura la responsabilité d'un de ses modules. Tous ensemble, ils participeront :

- à la réalisation du cahier des charges global
- à l'association des différents éléments et à leur communication
- aux phases de test de l'instrument final

Chaque aspect du projet sera coordonné par un des membres de l'équipe pédagogique, selon la répartition suivante :

- Dmitrií Sadovskií: programmation ARDUINO, communication entre modules, référant informatique
- Arnaud Cuisset: gestion de projet - référant cahier des charges
- Robin Bocquet: micro-contrôleur Arduino et électronique – référant électronique
- Christophe Przygodski : référant physique expérimentale + mécanique
- Weidong Chen: instrumentation embarquée –assemblage des modules
- Pierre Kulinski: développement et assistance technique sur le site de Dunkerque, électronique, instrumentation physique, robotique, informatique, Arduino et Raspberry Pi
- Wilfried Montagnier: assistance technique aux étudiants et enseignants sur le site de Calais, électronique et informatique, aspect projet

## Planification préalable

1. Période avril-septembre 2017 :  
Achat du matériel + Développement de modules prototypes et topos par les enseignants et techniciens + insertion des heures projets dans la maquette de la L3 physique-chimie Calais
2. Semestre 5 d'enseignement (sep. – dec 2017) : Cours-TD théoriques préparatoires (12h en 4 semaines jusqu'à fin octobre pris sur les modules existants)
  - Introduction théorique à la programmation et aux branchements Arduino (2x2h)
  - Introduction pratique aux montages avec Arduino (2x3h) (interrupteur, réglage intensité/voltage, écran lcd, capteurs, servo moteur,...)
  - Outils de gestion de projets et établissement du cahier des charges (2h)
3. Semestre 6 d'enseignement (jan. – mars 2018, avant départ en stage):

- Mode projet (24h demandées en RNT pour les enseignants et une salle de travaux pratiques en accès libre avec créneau hebdomadaire supervisée par un enseignant soit 7 créneaux de 3h + 3h de soutenances orales).
- Phase de test : prise de contact avec la société ISODRONE à Marck pour l'organisation du test avec équipement préalable de l'un de leur drone avec les modules conçus par les étudiants - objectif testé l'instrument aéroporté équipé des différents modules en situation réelle de vol.

## Démarche et moyens mis en œuvre pour évaluer le projet

L'évaluation se déroulera en 4 temps :

1. A la fin du S5 : évaluation – bilan de la partie introductive théorique sous forme de QCM + évaluation du cahier des charges présenté par chaque groupe d'étudiants. Les étudiants seront invités à participer à l'un des 4 MOOCs ARDUINO déjà existants sur la plateforme FUN (Programmer un objet avec Arduino - Fabriquer un objet connecté - Designer et modéliser dans un Fablab - Art-duino : fabriquer des objets connectés créatifs )
2. Evaluation au cours du S6 tout au long du projet par l'équipe pédagogique à partir d'une grille prédéfinie évaluant les compétences technologiques et scientifiques, les compétences en gestion de projet et les savoir-être fondamentaux (cf ci-dessus). A noter que chaque groupe d'étudiants devra prendre contact avec les 4 enseignants impliqués sur les 4 volets du projet (cahier des charges, électronique, physique-chimie expérimentale-mécanique, informatique)
3. Evaluation finale faite par le jury constitué de l'ensemble de l'équipe pédagogique + un invité (industriel) + un représentant du CEL:
  - a. pour chaque groupe d'étudiants sera demandé :
    - a.i. un rapport écrit sous la forme d'un manuel d'utilisation (anglais/français) de leur module : max 5 pages.
    - a.ii. une présentation orale avec démonstration : 15 minutes + questions.
  - b. pour l'ensemble des étudiants :

- b.i. l'instrument globalement conçu sera évalué dans sa phase de test (partenariat avec ISODRONE Marck).
  - b.ii. Tous les étudiants, collectivement, devront explorer les perspectives de développement de Start-up pour commercialiser l'instrument. Sur ce point, ils seront évalués collectivement par une présentation de 15 minutes à la fin du jury de soutenance devant un représentant du Centre d'Entrepreneuriat du Littoral.
4. Un questionnaire conçu par l'équipe pédagogique sera distribué au début du S6 aux étudiants pour qu'ils s'auto-évaluent sur des critères donnés

Une réunion bilan sera réalisée en fin d'année avec l'ensemble de l'équipe pédagogique et les étudiants. Un appel à projet sera lancé aux enseignants chercheurs des laboratoires du pôle de recherche Environnement Milieux Littoraux et Marins.