

CFA/VISHNO 2016

Utilisation de la Pédagogie Par Passion, présentation de la section Musique & Technologie de l'ISEN

N. Côte et I. Lefebvre

IEMN - UMR CNRS 8520 - Département ISEN, 41 Boulevard Vauban, 59046 Lille,
France
nicolas.cote@isen.fr



LE MANS

De nombreux lycéens sont attirés par les métiers de l'ingénierie sonore mais les postes sont rares. Ces lycéens, provenant bien souvent de baccalauréat scientifique, s'inscrivent dans des filières scientifiques et techniques, en particulier des formations d'ingénieur. De nos jours, par l'introduction des nouvelles technologies de prototypage rapide, le métier d'ingénieur évolue et oblige à une certaine transversalité. En effet, l'ingénieur doit avant tout innover pour améliorer la compétitivité de son entreprise. Fort de ce constat, l'Institut Supérieur de l'Électronique et du Numérique fait évoluer la formation de ses ingénieurs. En 2009, il crée la section "Musique & Technologies" qui permet aux élèves ingénieurs d'associer passion pour la musique et goût pour les technologies numériques en intégrant une école d'ingénieur. Cette section n'est pas une option pour former au métier d'ingénieur du son. En effet, les étudiants reçoivent le diplôme d'ingénieur en électronique et informatique comme l'ensemble des autres étudiants de cette école. La particularité de cette section réside dans une pédagogie spécifique : la "Pédagogie Par Passion". Elle propose ainsi un apprentissage basé sur l'application des sciences et techniques au monde de la musique, en particulier dans le cadre de travaux pratiques, de séances de Codesign ou de projets en partenariat avec la communauté artistique. Pour cela, la section Musique & Technologies utilise des modules d'enseignement "pratique" dès la première année (présentation des outils de l'ingénierie sonore, organisation d'un concert, enregistrements sonores) pour associer dans les années supérieures leurs connaissances pratiques à certains aspects scientifiques et techniques (traitement du signal, acoustique). Elle permet aux futurs ingénieurs de développer leur créativité et de favoriser leur intégration dans le monde de l'emploi. Cet article présentera l'organisation spécifique de cette section ainsi que le détail de projets organisés en collaboration avec des artistes.

1 Un constat ; la démotivation pour les sciences et techniques

Les statistiques montrent que la part des étudiants se tournant vers les sciences et techniques est stable depuis 2011 (24 % des étudiants en enseignement supérieur). Néanmoins, les écoles d'ingénieurs semblent peu touchées par cette stagnation. En effet, leurs effectifs ont augmenté de 50,3 % depuis 2004 [1]. Ainsi, les sciences et technologies continuent à attirer des étudiants.

Cependant, avec l'introduction massive du numérique (accès quasi généralisé à l'outil informatique, connexion continue à internet, ...) nous assistons à une évolution du mode d'apprentissage des étudiants. En particulier, nous observons que les étudiants ont bien du mal à faire les efforts nécessaires pour acquérir les outils mathématiques nécessaires à la compréhension des théories scientifiques utilisées pour résoudre un problème d'ingénierie (conception d'un produit ou d'un service). Ainsi, malgré un nombre croissant d'étudiants en école d'ingénieurs, les motivations pour intégrer une telle formation ont probablement changé.

En parallèle, de nombreux lycéens ont une pratique instrumentale en autodidacte ou au sein d'un établissement d'enseignement musical [2]. Cependant, le début des études supérieures sonne bien souvent le glas de cette pratique. Néanmoins les étudiants montrent un intérêt pour les expériences artistiques innovantes, en particulier celles ayant trait aux musiques électroniques. Une grande partie d'entre eux souhaite poursuivre leurs études dans ce domaine via les différentes formations proposées : BTS Audiovisuel, École Nationale Supérieure Louis-Lumière (ENSL), Conservatoire National Supérieur de Musique et de Danse de Paris. Cependant, seuls 7 % des étudiants se présentant au concours d'entrée de l'ENSL intégreront cette école tandis que 11 % des inscrits à l'école polytechnique en réussissent le concours d'entrée.

2 Une réponse ; les cursus couplés artistiques et scientifiques

Ainsi, plusieurs établissements d'enseignement supérieur, comme l'Institut Supérieur de l'Électronique et du Numérique (ISEN), mais également l'université polytechnique de Mons en Belgique ou l'École Supérieure d'Informatique, Électronique, Automatique (ESIEA) proposent des parcours intégrant une dimension artistique aux études d'ingénierie. Ces cursus sont associés à des lieux de création où peuvent se rencontrer artistes et futurs ingénieurs. Le but de ce type de cursus est double : améliorer l'apprentissage des savoirs et savoir-faire liés aux technologies du numérique par la réalisation de projets culturels et développer la créativité des étudiants.

L'université polytechnique de Mons propose une série de cours du soir depuis 2011. Ce cursus, nommé *Créactif!* [3], créé par Thierry Dutoit est adossé à un laboratoire de recherche sur les technologies numériques pour la création artistique : *Numédiart* [3]. Le cursus se décompose en deux semestres. Durant le premier semestre, les étudiants peuvent suivre des cours du soir, en dehors de leur cursus initial, sur les technologies numériques en lien avec la création artistique : prototypage rapide avec *Arduino*, production sonore avec *SuperCollider*, traitement sonore avec *Pure Data*. Durant ce premier semestre les étudiants peuvent proposer des sujets de projet sur lesquels ils pourront travailler durant le second semestre. Ces projets sont valorisés dans leur cursus par l'obtention de crédits (ECTS). Cependant, de nombreux projets sont proposés par des artistes et des entreprises de Wallonie en lien avec la production multimédia. Cet environnement semble être une réussite dans le sens où la très grande majorité des projets donne lieu à un démonstrateur présenté dans des lieux ouverts au public. *Créactif!* bénéficie d'un environnement favorable en particulier le soutien de la région Wallonne et la communication autour de Mons capitale Européenne de la culture 2015.

Au sein de l'École Supérieure d'Informatique, Électronique, Automatique (ESIEA), école d'ingénieur

spécialisée dans le monde du numérique, Claire Leroux a mis en place un espace de création nommé Exploratoire ARNUM (Art et Recherche Numérique) en 2007. Étudiants, artistes et acteurs culturels sont réunis en un même lieu d'échange favorisant l'interdisciplinarité.

Ces formations mêlant ingénierie et culture, ont pour vocation de mettre en place une pédagogie innovante afin de casser la relation habituelle apprenant-sachant entre enseignants et étudiants. Ici les supports de cours sont remplacés par un dialogue entre artistes, étudiants et enseignants. En parallèle, il est également intéressant de constater que l'ingénieur est devenu un maillon essentiel d'un secteur culturel dynamique. De nombreuses réalisations artistiques contemporaines utilisent des techniques numériques et interactives comme la réalité augmentée, la réalité virtuelle ou la reconnaissance de geste ou de son.

Cet article présente la section Musique & Technologies de l'ISEN. Le parcours des étudiants est présenté dans la section 3. Des exemples de projets réalisés par les étudiants de cette section sont présentés dans la section 4 tandis que la section 5 discute les problématiques liées à l'intégration d'une telle section dans un environnement pédagogique normé comme les écoles d'ingénieurs.

3 Présentation de la section Musique & Technologies

3.1 Genèse de la section

L'Institut Supérieur de l'Électronique et du Numérique (ISEN) est une école d'ingénieurs en électronique et en informatique. Isabelle Lefebvre a créé en 2009 la section Musique & Technologies où les étudiants des cinq années d'apprentissage sont mis en relation avec des professionnels du secteur culturel.

Au sein de l'ISEN, l'idée d'utiliser la passion des étudiants pour la matière sonore dans le but d'aider à l'apprentissage "traditionnel" des matières enseignées dans l'Institut a présidé à la création d'une section Musique et Technologies (M&T) proposée aux étudiants. Ainsi, depuis Septembre 2009, 66 étudiants ont choisi de suivre ce parcours. Ils obtiennent le même diplôme d'ingénieur que les autres élèves de l'école. En effet, ils acquièrent les mêmes compétences mais en bénéficiant de modules d'apprentissage supplémentaires spécifiques et de projets adaptés.

Il est également intéressant de noter que la section bénéficie de manière indirecte d'un environnement culturel local favorable. En effet, la culture est un axe fort de la politique de la ville de Lille et l'environnement culturel y est très développé depuis de nombreuses années : Opéra de Lille, Orchestre National de Lille, Théâtre du Nord, et un ensemble de salle de musiques actuelles (Aéronef, Grand Mix, ...). De plus, des séries d'événements culturels nommés Lille3000 sont organisées depuis Lille 2004 capitale Européenne de la culture. En particulier, des étudiants de la section M&T ont participé à la dernière série (Renaissance [4]) dans le cadre



FIGURE 1 – Flyer de l'événement Cathodique 2.0 qui s'est déroulé lors de la quatrième édition de Lille 3000.

du projet "Cathodique 2.0" qui avait pour but de produire un mapping interactif sur la façade de l'Université Catholique de Lille (Figure 1).

La section M&T est portée par deux personnes au sein de l'ISEN mais elle fait appel à des vacataires dont l'enseignement n'est pas le métier. En effet, la majorité de cette formation est assurée par des professionnels en lien avec le domaine artistique : ingénieurs du son, musiciens, performeurs ...

3.2 Une Pédagogie Par Passion (PPP)

De nos jours, nous savons que toute pédagogie doit d'abord débiter par motiver les apprenants. Or, la passion de certains étudiants pour le domaine de l'ingénierie sonore est un facteur de motivation en particulier pour la poursuite d'étude dans une école d'ingénieur. Ainsi, la section M&T n'est pas une option mais propose une méthode pédagogique spécifique où les étudiants ont la possibilité d'appréhender les problèmes des ingénieurs via des projets en lien avec le milieu musical ou plus généralement le milieu de l'ingénierie sonore. Il s'agit donc dans cette section d'appliquer aux signaux audio des concepts généraux enseignés en école d'ingénieur en espérant que les étudiants

- sachent utiliser leurs connaissances scientifiques et techniques pour innover dans leur futur domaine professionnel,
- développent leur créativité, et surtout
- se fassent plaisir durant leur formation.

3.3 Un parcours adapté sur les cinq années du cursus

Le cursus M&T se déroule sur les cinq années de la formation ISEN intégrant les deux années de cycle préparatoire et les trois années du cycle ingénieur (voir Figure 2). Il est en effet important de commencer dès la première année afin d'une part de ne pas faire attendre les étudiants, d'autre part de créer une dynamique pour la création de projets. Pour atteindre l'ensemble des objectifs fixés à la genèse de la section, il a semblé important d'utiliser des vecteurs pédagogiques différents du mode de travail "transmissif" où l'étudiant est placé dans une posture d'apprenant et l'enseignant dans celle de sachant. Ainsi, la section M&T repose sur six piliers.

1. **Une pédagogie active** Dès la première année, les étudiants doivent organiser un concert en intégrant tous les éléments techniques (sonorisation, gestion du matériel et du backline) mais également les aspects de gestion comme la programmation ou la communication. L'organisation se déroule sur l'année, débutant en septembre pour un concert en avril. En deuxième année, les cours de *Synthèse et effets sonores* et *Interaction avec l'audio* sont dispensés sous la forme d'un enseignement de proximité (tous les acteurs sont disposés autour d'une table) où sont réalisés des mini-projets (proposés par l'enseignant). Ces modules permettent d'acquérir par la pratique des connaissances dans des domaines scientifiques (électronique / informatique / traitement du signal) et des savoirs technologiques (prototypage rapide, utilisation de capteurs).
2. **De la pratique avant et pendant la théorie** Le cursus M&T commence par le module *Nature of Sound* en première année. Celui-ci est une "mise en bouche" où les étudiants expérimentent différents aspects de la prise de son. Ils doivent ensuite réaliser une production sonore où les sons ont une "intention poétique". C'est à ce moment que le cours *Outils* leur fournit la théorie de la construction d'un tel projet. Les deux enseignants participent conjointement au suivi et à l'évaluation du projet. De même, le cours *Outils* procure la théorie nécessaire aux aspects techniques de la mise en place du concert.
3. **Être dans le concret** Le cours *Outils* dispense les notions utilisées en ingénierie sonore. Il est basé sur le caractère concret de l'écoute, par exemple, pour appréhender les notions de filtre, de décibel, d'octave ou de directivité de microphones. Ce module présente également une introduction aux critères de qualité sonore, à l'acoustique, à la perception sonore et aux techniques de diffusion sonore et de traitement audio numérique. Les cours *Synthèse et effets sonores* et *Interaction avec l'audio* utilisent le logiciel *Pure Data* qui permet de travailler en temps-réel ce qui permet de percevoir tout de suite le traitement du signal implémenté.
4. **Une collaboration avec des artistes** Il semble important pour développer la créativité des étudiants de les faire travailler avec des artistes. Par exemple, nous avons mis en place des séances de Codesign

où étudiants et artistes participaient afin de définir des projets. Ces séances sont des réunions de travail co-élaboratif où étudiants, artistes et enseignant sont travail sur une question commune. Un animateur extérieur au projet met en place des exercices courts, en petit groupes ou en commun, faisant des allers/retours entre abstraction et aspect concret de la problématique, permettant de favoriser la créativité [5]. Ainsi, enseignants et étudiants se sont mutuellement relancés dans l'élaboration de projet qui ont pour certains donné lieu à des démonstrateurs utilisés durant les journées portes ouvertes de l'école.

5. **Apprentissage par projet** Il apparaît nécessaire de mettre en œuvre rapidement les connaissances des étudiants dans la réalisation de projets concrets. La définition du projet en amont avec les artistes permet d'intégrer un aspect créatif et autorise l'originalité en évitant de refaire pour la énième fois le même projet/TP. Les aspects techniques des projets sont fortement liés à la thématique de l'école (capteurs, traitement numérique temps-réel, Big Data). Un projet étiqueté M&T est proposé dans le cadre du cursus ISEN pour chaque année du cursus. De plus certains étudiants peuvent travailler sur des projets personnels en dehors de leur cursus mais avec le soutien matériel de l'école, par exemple dans le cadre de la "Journée des Arts et de la Culture dans l'Enseignement Supérieur" ou de la "Semaine du Son".
6. **Approfondir durant le cycle ingénieur** Des modules d'enseignement spécifiques sont dispensés dans le cycle Master afin d'approfondir et maîtriser des techniques rencontrées dans les années précédentes (audio numérique, acoustique environnementale, électroacoustique). L'idée est de ne pas arriver dans les modules sans avoir pratiqué et en ayant perçu les besoins de perfectionnement nécessaires des connaissances théoriques.

Enfin, le parcours M&T permet aux étudiants des cinq années de la formation de travailler ensemble. Des conférences thématiques de professionnels et entreprises partenaires sont organisées auxquelles tous les étudiants de la section sont conviés. Sur les dernières années, plusieurs thèmes ont été abordés comme la sonification, la spatialisation du son ou la cognition musicale.

4 Un exemple concret de projet

Cette section présente deux projets réalisés par des étudiants de la section M&T et en partenariat avec un artiste. Ces projets ont été proposés par l'artiste ou les étudiants puis co-construits pour arriver à un démonstrateur ou à une performance.

4.1 Projet Escalier sonore

Le projet escalier sonore est à l'initiative de deux étudiants de la section et de l'artiste Marjorie Van Halteren. Il consiste en la captation des vibrations des marches d'un escalier. Ces vibrations sont ensuite traitées pour

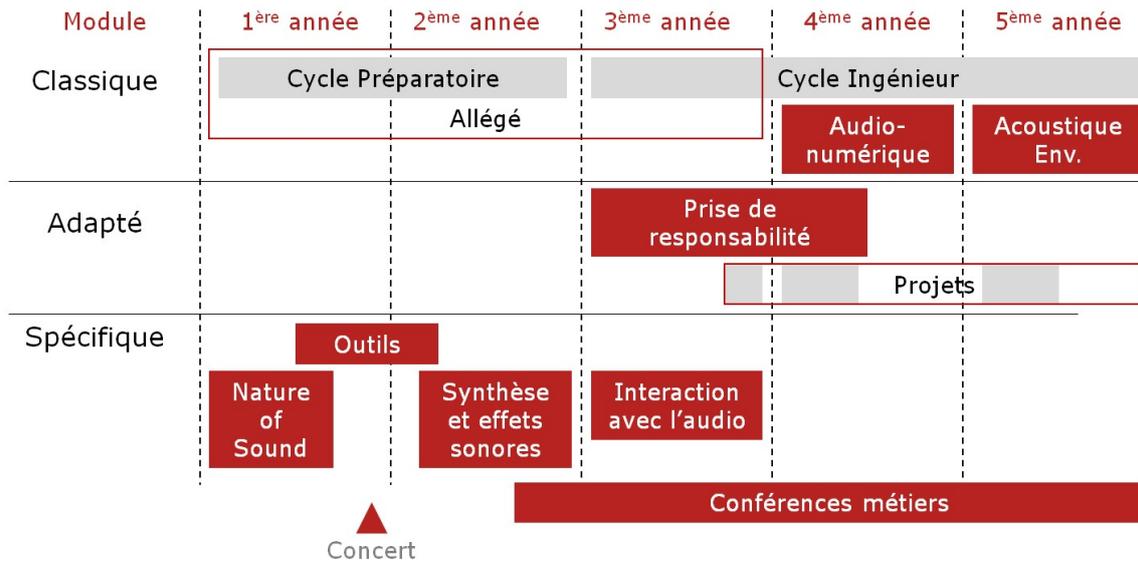


FIGURE 2 – Parcours des étudiants en section Musique & Technologies de l'ISEN.

paramétrer un logiciel de synthèse musical. Ainsi, les spectateurs en se déplaçant dans l'escalier sont eux-mêmes acteurs de la performance sonore. Le premier démonstrateur a été présenté lors de la Semaine du son en 2015. Il est depuis régulièrement amélioré et présenté (journées portes ouvertes, Journée des Arts et de la Culture dans l'Enseignement Supérieur).

4.2 Projet Atsunobu

Dans le cadre d'une résidence ComUE-Lille Nord de France, quelques étudiants de la section ont participé à un geste artistique, proposant de découvrir une exposition-performance où il s'agissait de faire vaciller la flamme de bougies en fonction de la musique d'orgue jouée en live dans la chapelle voisine de la salle d'exposition, voir Figure 3. Il est à noter que les étudiants étaient volontaires (travail en dehors des heures de cours, absence de bonification) et appartenaient à des promotions différentes. Ce projet les a obligés à travailler avec un client (université) en restant à l'écoute d'un artiste (Atsunobu Kohira). Bien que contraint (date limite, budget ...), ce type de projet entraîne l'adhésion des étudiants au sens où la réalisation se termine devant un public.

5 Discussion

5.1 Des projets de plus grande ampleur

Jusque l'année universitaire 2014-2015, la section fonctionnait avec des projets faisant intervenir uniquement l'ISEN et des artistes partenaires. Cependant, depuis 2015, les projets sont en collaboration avec des organismes extérieur à l'ISEN : universités et écoles partenaires (ICL, SupInfoGame) mais également des entreprises. Cette infrastructure plus lourde nécessite une réorganisation de la section Musique & Technologies passant d'un fonctionnement artisanal à un processus plus professionnel :

ARTISTE RENCONTRE
TERRITOIRE UNIVERSITAIRE (ARTU)
**ATSUNOBU
KOHIRA**

INVITATION

Philippe ROLLET
Président de la Communauté d'Universités
et d'Établissements Lille Nord de France

Pierre Giorgini
Président-Recteur de l'Université Catholique de Lille

ont le plaisir de vous inviter
au vernissage de l'exposition

**ATSUNOBU
KOHIRA**

« Trinité »

Mardi 31 mars 2015 à 18h30
Salle d'exposition - 60 boulevard Vauban
Université Catholique de Lille

« Trinité »
1^{er} AVRIL >> 24 AVRIL 2015

Originaire d'Hiroshima, la démarche de l'artiste plasticien Atsunobu KOHIRA, se nourrit de sa culture japonaise et de ses formations aux Beaux-Arts de Paris et au Fresnoy de Toucoing. La redécouverte et le déboulement de la perception des sens sont les réflexions artistiques qui orientent son travail. Dans le cadre de la semaine de développement durable et des « fenêtres qui parlent », l'artiste réalise un travail sur l'énergie et l'environnement. Ce travail collectif, accompli avec des étudiants en

environnement, en médiation et à l'ISEN, donne lieu à une performance exceptionnelle. Un herbarium créé pour l'occasion, est exposé sur les vitres de la salle d'exposition. Les plantes sont éclairées par des bougies en cire d'abeille. Imaginez, en plus de cela, un concert d'orgue dans la chapelle, retentissant notamment dans la salle d'exposition. Le traitement des vibrations sonores joue alors sur le vacillement des flammes et sur les ombres de l'herbarium.

La résidence de l'artiste Atsunobu KOHIRA est soutenue, accueillie et accompagnée par l'équipe de l'Espace culturel - Université Catholique de Lille.

Renseignements : aveille.doual@pres-unt.fr / 03 20 79 87 29

ACTUALITÉS ET PROGRAMME DE LA RÉSIDENCE :
artudrac2015.tumblr.com/

FIGURE 3 – Invitation à la performance de Atsunobu Kohira.

salle de travail réservée aux étudiants en projet, budget spécifique, support du service communication.

5.2 Évaluation suivant les critères d'une école d'ingénieur

En ce qui concerne les trois premières années, les notes M&T viennent en lieu et place des dispenses accordées dans le cursus normal (sport, action associative,...) tandis que pour le cursus Master (deux dernières années), une partie des enseignements de la section est sanctionnée par une évaluation permettant l'attribution de crédits (ECTS), crédits permettant de valider l'acquisition de connaissances.

L'une des premières difficultés d'évaluation vient du fait que la pédagogie est fortement basée sur la réalisation de projets, avec toute la difficulté de noter individuellement un travail de groupe. Mais nous retrouvons là une difficulté existante dans le cursus normal (à une moindre échelle). La pédagogie active introduit également une difficulté dans l'évaluation des étudiants : il ne s'agit pas de montrer sur une copie que ce qui a été démontré en cours est compris. La section s'est plutôt tournée pour les cours en pédagogie active vers une évaluation sur la réalisation de micro-projets où l'enseignant épaulé l'étudiant en notant ses capacités au cours de la réalisation.

Une autre difficulté, non la moindre, vient du fait qu'il apparaît normal de "récompenser" des étudiants s'impliquant fortement dans des petits projets (comme celui de Atsunobu Kohira) qui ne sont pas réalisés dans le cadre d'un enseignement mais tout de même encadrés par la section M&T. Jusqu'à présent, la réponse à cette difficulté a été l'ajout d'une bonification.

Nous pouvons indiquer ici que, fort heureusement, dans le cadre des cours M&T les étudiants s'impliquent généralement au-delà d'une note (ce qui n'est pas le cas des autres modules).

5.3 Participation des artistes

La rencontre avec des artistes motive les étudiants et bouscule parfois leurs idées reçues. Il semble donc essentiel que des artistes soient associés à la section. Néanmoins, il est aussi important que les rencontres puissent être variées et que le fruit de ces collaborations puisse être présenté au public. Cet aspect devrait être pleinement réalisé en établissant des collaborations à long terme avec des organismes culturels locaux (CNC, DRAC, Maisons folies, ...).

Ces buts pourraient être atteints dans le cadre d'un "Hôtel à projets artistiques" où des rencontres seraient organisées et où les différents projets seraient réalisés. Une fois posée l'idée générale, diverses conditions d'application se posent : Comment amener les artistes à venir d'eux-mêmes ? Comment organiser et animer ces rencontres ? Comment encadrer les relations artistes/étudiants quand ces rencontres débouchent sur un projet ? Comment financer la réalisation des projets ? Ces questions devraient trouver une solution au fur et à mesure de l'établissement de l'Hôtel.

5.4 Création d'un domaine professionnel

Développer la section Musique & Technologies dans le cadre d'une école d'ingénieur demande de considérer deux aspects qui se rejoignent : i) L'utilité de cette section pour l'école d'un point de vue pédagogique (ce en quoi les paragraphes précédents ont tenté de répondre : motivation et créativité) et ii) La tendance actuelle des étudiants en Master d'étudier utile pour l'avenir, au sens où tout est jaugé en vue de l'emploi futur à trouver.

Pour répondre à ces aspects, il semble intéressant de mettre en place une option en quatrième et cinquième année de la formation ISEN pour permettre aux étudiants de la section M&T et également aux autres étudiants de l'école intéressés d'orienter leur parcours professionnel dans le domaine de l'ingénierie sonore pour l'art et la culture. Cette option, appelée Domaine Professionnel au sein de l'école, se baserait sur les modules de base d'un ingénieur ISEN tout en ajoutant l'aspect créatif et la connotation artistique. Il s'agirait là d'apporter à l'environnement des écoles d'ingénieurs Françaises une formation alliant aspect scientifique de haut niveau et développement artistique et créatif.

6 Conclusion

Musique & Technologies peut permettre de (re-)motiver des étudiants et de les rendre plus créatifs. Les évolutions proposées à la section (créations d'un Hôtel à projet et d'un Domaine professionnel) conduiraient à ce qui nous semble être une section idéale. Néanmoins, force est de constater à travers l'ensemble des projets réalisés qu'il est difficile de se cantonner au seul aspect musical. La perfection pourrait être d'ouvrir l'enseignement spécifique à d'autres arts, en particulier là où le numérique est présent (vision, tactile, ...). Cependant, il est important de mentionner que le financement de ce type d'enseignement est difficile, les enseignements de la section Musique & Technologies étant actuellement financés par la seule structure ISEN.

Remerciements

Les auteurs souhaitent remercier l'ISEN pour son soutien ainsi que les artistes et professionnels participant à la section : Alexandre Tanguy, Eddy Depoorter, Marjorie Van Halteren.

Références

- [1] Ministère de l'éducation nationale de l'enseignement supérieur et de la recherche, Repères & Références Statistiques, Enseignement - Formation - Recherche, *direction de l'évaluation, de la prospection et de la performance* (2015).
- [2] B. Dietsch, and M.-F. Sotto, L'enseignement spécialisé de la musique, de la danse et de l'art dramatique en 2008-2009, *Culture chiffrés*, septembre (2010).
- [3] Numédiart, *UMons Institute For Creative Technologies*, Mars 2016, <http://www.numediart.org/>.

- [4] Lille3000, Plongez dans un monde en pleine renaissance! 26 sept. – 17 jan. 2016, <http://renaissance-lille.com/>.
- [5] C. Roche, *Regards Croisés sur le codesign, L'expérience du codesign dans trois écoles d'ingénieurs de Lille*, l'Harmattan, 2014.