

# Pédagogie Inductive « Pour et Par Projet A Minima »

Patrick Bonnin<sup>1,2</sup>, Pierre Blazevic<sup>1</sup>, Olivier Snoeck<sup>1</sup>, Dominique Gentile<sup>1,2</sup>, Hatem Zenzri<sup>3,2</sup>, Joseph Haggège<sup>3</sup>  
Adresse méil : patrick.bonnin@uvsq.fr

Adresses :

<sup>1</sup> : ISTY, 28 Boulevard Roger Salengro, 78711 Mantes la Ville,

<sup>2</sup> : CITEF, 4 place de la Sorbonne, 75005 Paris,

<sup>3</sup> : ENIT, BP 37, Le Belvédère, 1002, Tunis, Tunisie

**RESUME** : Ayant constaté depuis une dizaine d'années que les aspirations de notre public d'apprentis avaient changé, nous avons remis en cause notre pédagogie de manière à s'y adapter. Nous présentons une pédagogie « Inductive Pour et Par Projet A Minima » : basée sur la pratique, « Pour » : en amont, en préparation de, et « Par » de manière plus classique « Projet », et « à Minima » incluant les concepts nécessaires uniquement, vus et matérialisés séparément, puis agencés dans l'optique d'une réalisation complexe.

**Mots clés** : retour d'expérience pédagogique, pédagogie inductive, pédagogie par projet.

## 1 INTRODUCTION

Nous présentons dans cet article notre méthode pédagogique qui résulte d'une bonne dizaine d'années d'expérimentations et de réflexions sur notre enseignement à l'ISTY, et que nous partageons aujourd'hui via le réseau des adhérents de la CITEF<sup>1</sup>.

Ayant constaté au cours du temps les nouvelles aspirations de notre public d'apprentis des spécialités ingénieurs en « Mécatronique » et en « Systèmes Electroniques Embarqués », et cherchant à les satisfaire, nous en sommes arrivés à cette pédagogie inductive : basée sur la pratique, « Pour » : en amont, en préparation de, et « Par » de manière plus classique « Projet », et « à Minima » incluant les concepts nécessaires uniquement, vus et matérialisés séparément, puis agencés dans l'optique d'une réalisation complexe, un peu comme dans la méthode de gestion de projet « scrum » où chaque notion pourrait être considérée comme une étape ou « sprint »<sup>2</sup>.

Enfin, cette pédagogie développée à l'attention de nos apprentis nous sert aujourd'hui pour la formation continue en présentiel et en distanciel d'un public de formateurs d'établissements francophones adhérents à la CITEF, dans le domaine de l'Informatique Industrielle et notamment des Systèmes Electroniques Embarqués.

## 2 MOTIVATIONS

Nos motivations de faire évoluer notre pédagogie ont résulté en un premier temps d'un double constat : des attentes de notre public, ainsi qu'un regard critique sur notre méthode classique d'enseignement. Puis nous nous sommes inspirés d'une solution que nous pensions prometteuse l'"Edutainment", pour la transposer compte tenu des nouveaux matériels de hobbyistes disponibles à bas coûts.

<sup>1</sup> CITEF : Conférence Internationale des formations d'Ingénieurs et Techniciens d'Expression Française

<sup>2</sup> A la manière dont cela nous a été enseigné (P.Blazevic et PBonnin) en section A'2 physique appliquée à l'ENS de Cachan en 1985.

### 2.1 Double constat

Notre public étudiant (constitué uniquement d'apprentis) est de moins en moins intéressé par la théorie. On constate de sa part peu d'attrait pour les cours magistraux, alors qu'il est beaucoup plus réceptif lors des Travaux Pratiques et des Projets, c'est-à-dire là où il devient acteur. Il est important de capter son attention sinon le risque de dissipation augmente.

Nos méthodes pédagogiques étaient traditionnelles, composées de Cours Magistraux, Travaux Dirigés et Travaux Pratiques. Certaines matières comportaient des projets. Les matières à caractère « informatique » (programmation en C/C++, graphique Qt, système LINUX, traitement d'image) étaient enseignées sur PC.

Les évaluations des enseignements réalisées par les apprentis ont relevé le manque de visibilité en termes de cohérence entre les diverses matières des maquettes pédagogiques.

### 2.2 Un concept prometteur : l'Edutainment

Le concept connu sous le vocable anglo-saxon de l'"Edutainment" mixte le ludique "Entertainment" avec l'enseignement "Education". Ce concept a été parfaitement illustré et popularisé au sein de la "RoboCup" [1] [2], compétition de robotique mobile à laquelle Pierre Blazevic et Patrick Bonnin ont participé à partir de 1998 en catégorie "Robots à Pattes jouant au football en équipe".

Proche du concept de la "Pédagogie par Projets", l'"Edutainment" tel que nous le voyons s'appuie sur des "Points de Cours" de théorie appliquée : mathématique, physique et de "pratique de haut niveau" de manière attrayante, ce qui reste la seule manière de réaliser des applications de robotique sérieuses.

Nous avons remarqué notre engouement personnel lors de nos participations à cette compétition. Nous avons également remarqué celui de nos apprentis participant à l'édition européenne en catégorie « Rescue » pendant plusieurs années. C'est pour cela que nous avons essayé de transmettre cet enthousiasme à l'ensemble de nos apprentis.

## 2.3 Notre transposition

Le domaine de la robotique mobile requiert l'ensemble des compétences attendues de nos apprentis en spécialités « Mécatronique » et « Systèmes Electroniques Embarqués ». Il nécessite ainsi l'enseignement de toutes les matières des deux maquettes pédagogiques. Il est attractif aussi bien pour les apprentis que pour les entreprises qui les emploient.

Ainsi, grâce à ce domaine, les matières vont être décloisonnées, notamment par l'introduction de projets transverses dans les trois années du cycle de spécialité d'ingénieur. En quatrième année le « projet commun » regroupe les quatre spécialités de l'Ecole : « Mécatronique » et « Systèmes Electroniques Embarqués » mais également « Informatique » et « Systèmes Numériques pour la Production Industrielle », et a un volume horaire de 80h, soit 40h par semestre.

De plus, grâce à l'apparition de cartes électroniques de hobbyistes bon marché telles que : arduino, raspberry PI, Nvidia jetson nano etc ... il est possible de réaliser tous les enseignements à caractère « informatique » sur ces cartes qui seront ensuite embarquées sur les robots mobiles. C'est un second décloisonnement notable. La puissance de ces cartes (raspberry PI et Nvidia jetson nano) est impressionnante : elle permet d'embarquer des logiciels puissants tels qu'OpenCV pour la Vision Temps Réel et le « middleware » ROS permettant l'utilisation d'un grand nombre de capteurs : Lidar, Caméra 3D (Real Sense) et l'implantation d'un système informatique distribué comportant cartes arduino (contrôle / capteurs / commande des moteurs) et raspberry PI / Nvidia jetson nano pour le traitement des données capteur ainsi que la planification de la trajectoire et de la tâche des robots. Ces deux logiciels, du monde « libre », largement utilisés dans les entreprises sont chacun une ligne incontournable du CV de nos futurs diplômés.

## 3 CARACTERISTIQUES

### 3.1 Pédagogie Inductive :

En tant qu'anciens enseignants d'IUT, c'est une pédagogie que nous connaissons particulièrement bien, incluant beaucoup de pratique (TP, projet), sans pour autant renier les concepts qui sont fondamentaux pour capitaliser les acquis de l'expérience en termes de compétences à réutiliser dans un cadre non identique, mais légèrement différent.

Pour répondre à l'attente des apprentis nous avons dans la mesure du possible banni la structuration de l'enseignement en Cours Magistral / Travaux Dirigés / Travaux Pratiques séparés pour le structurer en Cours / TP regroupés, du moins pour l'enseignement à caractère « informatique ».

### 3.2 Pour (Projet) :

La caractéristique « Pour » représente l'enseignement classique de la matière, mais « baigné » dans le contexte du projet : « le fil rouge ». C'est l'occasion d'apprendre à se servir des cartes électroniques Arduino, raspberry PI, du Système d'Exploitation Linux Embarqué (couvrant environ 90% des applications du monde de l'embarqué), des logiciels ROS et OpenCV, en intégrant tous les concepts de base et leur agencement. Les compétences acquises seront ensuite mises en œuvre en projet.

Ainsi chaque concept de base est présenté : rôle, principe, puis immédiatement matérialisé (*ie* programmé) sur carte électronique (arduino, ou raspberry PI). Les résultats obtenus sont analysés puis commentés. Il est intéressant de montrer des problèmes : par exemple la fonctionnalité de partage des ressources « load balancing » du système d'exploitation Raspbian de la raspberry PI donne de moins bonnes performances qu'un placement par programmation des tâches sur les quatre cœurs du processeur.

Une séance d'enseignement enchaîne ainsi l'apprentissage de plusieurs concepts différents ainsi que leur agencement dans un cadre applicatif plus complexe.

Grâce à cette mise en œuvre sur cartes informatiques dans ce contexte « fil rouge » la cohérence est mise en évidence entre les modules :

- de l'électronique numérique : entrées / sorties numériques, analogique (arduino)
- de la programmation : C / C++ (embarquée), Python (pour le machine learning uniquement), Système Linux Temps Réel, IHM Graphique GTK / Qt ;
- de la robotique, notamment l'utilisation de ROS ;
- de la perception notamment vision avec OpenCV, mais également « from scratch »;

### 3.3 Par (Projet) :

La Phase « Par » est le projet proprement dit. Les projets sont « correctement encadrés » : ce n'est pas de la pédagogie au rabais, où les étudiants sont autonomes sans la participation des enseignants ... Les apprentis ont leur autonomie, mais ne sont pas autonomes ...

En effet, par exemple pour le projet commun, nous présentons aux apprentis lors de la première séance le matériel disponible, et énumérons un certain nombre de sujets de projets possibles autour des thèmes : « Mobilité, Autonomie, Assistance ». Le terme d'Assistance réfère à l'homme. Il englobe à la fois la cobotique, présente dans l'industrie 4.0, que la robotique mobile d'assistance à l'homme, voir par exemple la ligue « social robotics » de la catégorie « robo@home » de la « RoboCup » que les dispositifs d'assistance par

exemple un fauteuil roulant électrique se déplaçant de manière semi autonome (*ie* avec l'intervention de la personne) à autonome.

Les sujets présentés sont volontairement vagues, ceci de manière à ne pas les contraindre et à faire appel à la créativité de nos apprentis : c'est notre manière pratique de les sensibiliser à l'Innovation<sup>3</sup>. Une fois les groupes formés (environ une dizaine de personnes) comprenant impérativement les apprentis et étudiants de toutes les spécialités, le but de la première journée est de spécifier correctement le sujet, puis de répartir les tâches par petites équipes.

Notre rôle est à ce moment de « canaliser » les apprentis sans restreindre leur créativité. En effet, ce rôle est important pour éviter « une frustration de fin de projet » liée à un sujet trop ambitieux et achevé que très partiellement. L'objectif étant fixé, il faut maintenant le décomposer en étapes (ou « sprint » de la méthode « scrum ») et identifier les verrous ...

Les premières séances de projet (4h) commencent par un « Point Pratique » : - soit d'organisation (management de projet, outils : réalisé par un ancien diplômé aujourd'hui dans l'industrie), - soit pratique (installation de logiciel, utilisation ROS / OpenCV, contrôle/commande du robot), - ou séminaire d'ouverture (marche humanoïde).

Ensuite, les apprentis sont répartis dans leurs salles. Notre rôle est alors de passer de groupe en groupe, de « valider » leurs options et surtout de les dépanner si problème, ce qui est malheureusement la majeure partie de notre travail. C'est paradoxalement, la partie la plus enrichissante. Bien que nous sortions de « notre zone de confort » car nous n'avons généralement pas la solution clef en mains, nous travaillons alors en équipe avec nos apprentis, comme un collègue « expert » de l'entreprise à résoudre un problème concret.

La figure 1 représente deux groupes de projets devant l'ISTY avec deux quads d'enfants : l'un électrique, l'autre thermique qu'ils ont robotisés.



fig 1 : Groupe de Projet devant l'ISTY

<sup>3</sup> L'Innovation est préconisée par la CTI.

Les plateformes disponibles sont diverses et variées en termes de taille (du modèle réduit au véhicule pour enfants), robots d'intérieur / extérieur, robots d'accueil (Pepper), cobot, fauteuil électrique etc.

### 3.4 A Minima

Nous constatons malheureusement que nos apprentis ne lisent plus ni les ouvrages de référence [3] [4] [5], ni nos photocopiés [6], trop complets. En revanche ils sont friands de tutoriels sur internet, pire de vidéos youtube qui leur permettent d'avoir des recettes toutes faites : « Il faut aller vite ».

L'inconvénient de ces nouvelles sources d'information est qu'elles ne prennent pas assez de recul. Elles présentent généralement un exemple, en informatique un code source, sans grandes explications, que nos apprentis savent utiliser mais sans savoir adapter ni changer la moindre ligne de code.

Notre solution, en cours d'expérimentation, est de proposer des photocopiés incluant :

- les concepts de base présentés succinctement : rôle, principe, puis codes source,
- leurs enchaînements pour des applications de plus en plus complexes.

Pour des opérateurs complexes, tels qu'en Vision, nous présentons également le « domaine d'utilisation » ainsi que leur paramétrisation (cf §4.2).

## 4 MISE EN OEUVRE

### 4.1 Matériel

Les cartes électroniques arduino et raspberry PI<sup>4</sup> étant d'un prix abordable, un certain nombre d'apprentis en font l'acquisition.

La difficulté majeure étant l'installation des logiciels ROS et OpenCV, ceux-ci sont naturellement installés en salle de CM-TP sur les raspberry PI. Pour les apprentis utilisant leur propre matériel nous leur configurons leur carte mémoire SD personnelle.

Pour ceux qui ne possèdent pas de raspberry PI, nous proposons plusieurs machines virtuelles sous Oracle Virtual Box, pouvant s'installer sur un PC Windows classique. Ainsi tous peuvent travailler sur les logiciels en dehors des salles de TP de l'Ecole. Il est à noter que les cartes SD et la VM partagent la même version de Linux UBUNTU 20.04, la même version de ROS Noetic et des versions peu différentes d'OpenCV 4.

Nous fournissons également un mode d'emploi, un guide d'installation remis régulièrement à jour au fur et à mesure de l'installation de nouvelles versions (nouveaux problèmes à résoudre !). Les nombreuses ques-

<sup>4</sup> Ceci n'est malheureusement plus vrai en cette période de pénurie. En effet, les raspberry PI conçues comme carte pour l'enseignement, sont victimes de leur succès et aujourd'hui réservées aux industriels qui les utilisent massivement.

tions sur les forums internet montrent la difficulté des installations ...

#### 4.2 Pédagogie

Il ne faut pas perdre de vue qu'aujourd'hui la ligne « connaissance de telle ou telle bibliothèque » est incontournable sur le CV. De plus, l'utilisation de « briques de base » fournies par les bibliothèques pour réaliser des applications est plébiscité par les apprentis : c'est une autre facette du « Il faut aller vite ».

Malheureusement :

- les briques de base, généralement génériques, ne s'adaptent pas aux cas particuliers à traiter ;
- lorsqu'elles s'adaptent, elles comportent généralement de nombreux paramètres à régler, et le réglage de ceux-ci est fastidieux (car mal documenté) et doit être précis. La connaissance du principe (algorithme) ainsi que le sens « physique » pour le réglage s'avèrent être nécessaires.

Nous citons à titres d'exemples :

- pour le premier point : la détection de contours en imagerie couleur. En effet, celle-ci s'avère être nécessaire pour la détection d'un contour de chrominance et non de luminance telle qu'une ligne jaune de travaux sur du bitume ;
- pour le second : la détection des panneaux d'interdiction par détection de deux cercles co-centriques. En effet, l'exemple de la bibliothèque (« sample ») d'OpenCV, mal documenté) comporte un paramètre de distance entre deux centres de cercles détectés. Celui-ci est réglé à une distance relativement importante. Le réglage à une valeur nulle, solution recherchée, termine prématurément le programme. Seules les deux éléments précédemment énoncés, permettent de résoudre le problème.

Ainsi notre pédagogie comporte les deux volets essentiels :

- la création de briques de base « from scratch » ;
- la création d'applications à partir de briques de base.

La connaissance « from scratch » permet de démystifier la complexité de certaines briques de base. En vision, par exemple, certains opérateurs simples tels que des seuillages ou lissages d'images peuvent être codés (en langage C) en une dizaine de minutes, alors que d'autres bien plus complexes nécessitent le temps d'un doctorat.

Elle permet également la programmation simple de la carte arduino, par configuration directe des registres, sans avoir à passer par une bibliothèque spécifique.

De même, la programmation système Linux multi-tâche (*ie* parallèle : multi-application (`fork()`) ou multi-thread) ainsi que les communications et synchronisations entre les tâches permettent de comprendre les

mécanismes utilisés par ROS, et par conséquent de programmer ROS plus efficacement.

#### 4.3 Evaluation de la partie « Pour »

Nous avons également longuement réfléchi sur l'évaluation correspondant à la partie « Pour » basée sur cette pratique « à Minima ». Pour rester en phase avec les méthodes de travail d'aujourd'hui « Tout disponible sur Internet », les apprentis ont le droit lors de l'évaluation (sous forme de contrôle continu classique) à tous les documents papiers, y compris les photocopiés, les codes source réalisés pendant le module, leurs propres notes. Le sujet de l'évaluation consiste en un questionnement sur la compréhension des concepts, puis en leur adaptation ainsi que des codes sources associés, à un sujet légèrement différent.

#### 4.4 Un exemple de la partie « Par »

Une réalisation qui illustre nos propos est le bras de poursuite de tâche colorée réalisé par nos apprentis en première année de cycle ingénieur (figure 2).



fig 2 : Architecture du bras robotique : réalisation d'une apprentie

L'objectif est de monter une webcam OEM sur un bras motorisé avec des servomoteurs AX12 de dynamixel. Au cours de ce projet les apprentis sont confrontés à de nombreuses matières qu'ils rencontreront.

La structure hardware est décrite dans la figure 3. Les apprentis ont ainsi l'occasion d'utiliser des servomoteurs complexes interfacés nécessairement sur une arduino, le pilotage de l'ensemble est réalisé indifféremment selon les groupes par une VM ou par une raspberry PI en utilisant le couple OpenCV et ROS. Cet exemple est particulièrement intéressant car l'algorithme de poursuite permet d'esquisser des problèmes d'automatique, de modélisation robotique, et de détection de couleurs relativement invariante aux conditions d'éclairage.

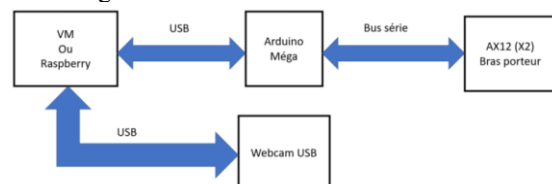


fig 3 : Structure Hardware

Outre ces aspects logiciels la conception et la réalisation des pièces mécaniques de fixations leur permet d'utiliser des logiciels de CAO et des machines de prototypage mécaniques, imprimantes 3D et machine de découpe laser (cf fig 4).

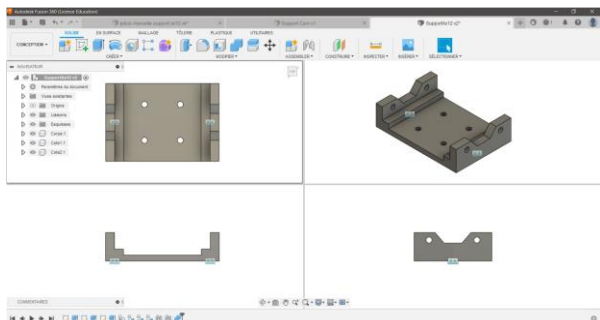


fig 4 : Exemple de pièce conçue pour l'imprimante 3D

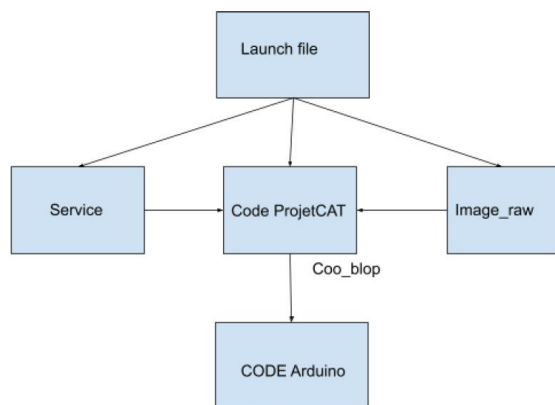


fig 5 : Architecture logique du projet d'apprentis

Dans l'exemple présenté les apprentis ont écrit des programmes en C++ dans l'environnement ROS qui ont traité l'image (topic image\_raw) en utilisant un seuillage dans l'espace HSV (cf fig 5) en seuillant finement sur la teinte (H), largement sur la saturation (S) et pas sur l'intensité (V).

Ils ont été amené à utiliser des bibliothèques dédiées à l'utilisation de servomoteurs AX12 de dynamixel dans des programmes écrits en C++ dans l'IDE Arduino en utilisant des mécanismes de communication ROS (roscpp, serial\_node.py).

Enfin ils ont mis au point un mécanisme de poursuite plutôt empirique à partir du barycentre de la plus grosse tache de couleur verte. Le manque de temps n'ayant pas permis une meilleure formalisation de la commande dans cet exemple.

## 5 BILAN

Nous tirons un bilan très positif de cette expérience sur l'évolution de nos méthodes d'enseignement sur une

bonne dizaine d'année<sup>5</sup>, même si nous n'avons pas de mesure quantitative liée à une enquête spécifique auprès de nos apprentis. Tout d'abord nous voudrions souligner la proximité avec eux : plus d'attention par rapport aux cours magistraux, une meilleure participation de leur part : nous posons et résolvons les problèmes ensemble, ils n'hésitent plus à faire appel à nous : nous sommes devenus « une ressource humaine », comme c'est le cas d'un collègue « expert » dans leur entreprise, une meilleure vue de leur part sur la cohérence de la maquette pédagogique et la nécessité des différents modules qui la composent. Les évaluations des enseignements sont dans l'ensemble meilleures, avec des retours positifs.

L'évolution a été très progressive, ce qui explique pourquoi nous n'avons pas rencontré de réelle difficulté, et que nous ne voyons pas d'inconvénient.

Cette expérience décrite dans les rapports d'auto évaluation de deux campagnes précédentes d'habilitation par la CTI a été relevée à chaque fois comme « Bonne Pratique » dans le rapport d'évaluation.

Elle est présentée régulièrement aux entreprises lors des journées tutorales ou au cours des Comités Métier. Les entreprises adhèrent sans réserve.

L'implication d'entreprises partenaires a déjà été envisagée dans le cadre d'un projet impliquant la mise à disposition d'une maquette d'un véhicule à échelle réduite impliquée dans des développements. Cependant le statut d'apprenti a compliqué singulièrement cette tentative car nous avons dû valider la participation d'autres apprentis pouvant être en conflit avec le partenaire en raison de leur employeur potentiel en concurrence.

En revanche, nos sujets sont très proches des préoccupations des entreprises, il arrive que des entreprises guident leur apprenti sur le choix d'un projet particulier que nous proposons. De même, certains apprentis orientent leurs entreprises en fonction de ce qu'ils ont réalisé en projet à l'École.

Cette méthode pédagogique a été partagée avec nos collègues de l'ENIT. Puis, dans le cadre de la CITEF nous avons fait ensuite ensemble une proposition de projet de formation à l'attention des formateurs des établissements du réseau dans le cadre d'un appel à projet de l'AUF. Cette proposition, sélectionnée et financée a donné lieu à une semaine de formation en présentiel réalisée à l'ENIT en décembre 2022. Les enseignants formés sont au nombre de 24 et sont spécialistes en Informatique, Informatique Industrielle et Electronique. Ils sont issus de 10 établissements d'enseignement supérieur membres titulaires de la CI-

<sup>5</sup> Cette partie, ainsi que l'exemple précédent ont été étoffées par rapport à la version soumise pour répondre aux questions fort pertinentes posées par le rapporteur que nous remercions.

TEF répartis dans 5 pays de l'espace francophone : Madagascar (2 enseignants de 2 établissements), Maroc (7 enseignants de 3 établissements), Roumanie (1 enseignant), Sénégal (8 enseignants de 2 établissements) et Tunisie (6 enseignants de 2 établissements). Nous présentons figure 4 une photo du groupe devant l'ENIT à Tunis.

Les évaluations ont été très positives, ce qui nous a agréablement surpris compte tenu de l'hétérogénéité de niveau du groupe. En effet, sur 24 participants, l'unanimité a répondu positivement très satisfait ou satisfait aux questions relatives aux relations avec les formateurs et aux supports fournis. 2 n'ont pas été satisfaits du contenu de la formation et des méthodes pédagogiques.

Ceci qui nous a incité à déposer un nouveau projet, dans le cadre de l'appel du Ministère de l'Europe et des Affaires Etrangères : « Fonds d'amorçage d'Appui au Développement de l'Enseignement Supérieur Français en Afrique ADESFA » avec les mêmes établissements, de formation sur deux ans en distanciel, avec deux semaines de présentiel en Afrique. Ce projet, porté par nos collègues de PolyTech Paris Saclay qui nous ont rejoint a été retenu et financé à hauteur de 119 k€. D'autres partenaires, notamment camerounais se sont joints à nous.



fig 4 : Photo souvenir à l'ENIT

## 6 CONCLUSION

Ayant constaté depuis une dizaine d'années que les aspirations de notre public d'apprentis avaient changé, nous avons remis en cause notre pédagogie de manière à s'y adapter. Aujourd'hui nous sommes humainement satisfaits de travailler en mode plus proche du monde de l'entreprise en tant que « collègue expert ».

Nous avons détaillé les caractéristiques et la mise en œuvre de cette pédagogie que nous avons intitulée « Inductive Pour et Par Projet, A Minima ».

Nous partageons aujourd'hui cette expérience via le réseau de la CITEF, en proposant aux établissements francophones d'enseignement supérieur du réseau, une

formation des formateurs à l'Informatique Industrielle, et notamment aux Systèmes Electroniques Embarqués.

Enfin, nous pensons que les principes cette pédagogie inspirée de l'"Edutainment" (Ludique + Education) que nous avons découvert lors de nos participations à la RoboCup pourront être appliquées également à un public d'étudiants, ainsi qu'à d'autres disciplines. Les jeux de rôle en sont à notre avis également un exemple.

## Bibliographie

- [1] M. Asada, M. Veloso, M.Tambe, I. Noda, H. Kitano, G.Kraetzschmar, "Overview of RoboCup 98", *AI Magazine* vol 21, n°1, Spring 2000
- [2] M. Asada, M. Veloso, M.Tambe, I. Noda, H. Kitano, G.Kraetzschmar, "Overview of RoboCup 98", *AI Magazine* vol 21, n°1, Spring 2000
- [3] C. Delannoye, , "Le guide complet du langage C" « Programmer en C++ moderne », *Editions Eyrolles*
- [4] C. Blaess, "Développement Système sous Linux" « Solutions Temps Réel sous Linux », *Editions Eyrolles*
- [5] P.Bonnin, « Les bases du traitement d'image et de la vision industrielle et robotique », *Auto Editions Lulu.com*
- [6] P.Bonnin, Extraits de « Les bases du traitement d'image et de la vision industrielle et robotique », [www.researchgate.com](http://www.researchgate.com), [www.developpez.com](http://www.developpez.com)