Atelier "réseau de terrain" : retour d'expérience

Tuyêt-Trâm Dang-Ngoc[1] , Pierre Andry[2]
dntt@u-cergy.fr, andry@ensea.fr
Département des Sciences Informatiques / Laboratoire ETIS
Université de Cergy-Pontoise
2, rue Adolphe Chauvin, 9500 Pontoise

RESUME : Cet article décrit l'atelier « réseau de terrain » mis en place depuis 2001 dans le master SIC (Systèmes Intelligents et Communicants) de l'université de Cergy-Pontoise. Il s'agit dans cet atelier de concevoir et déployer un réseau de surveillance par capteur et caméra, d'en programmer tous les composants et d'effectuer les remontées d'alerte et le pilotage de la caméra sur la tablette Android de l'utilisateur. Une robustesse du système dans son fonctionnement et sa maintenabilité est particulièrement exigée. Les étudiants travaillent sur cet atelier en petits groupes (4 à 6 personnes) durant une semaine, précédée par une séance de préparation et se clôturant par une soutenance. La pédagogie employée est un apprentissage par projet, intégrant des techniques de pédagogie active : du tutorat actif, des grilles critériées, de l'auto-évaluation et de la méta-réflexion. Une évaluation de ce dispositif pédagogique par les étudiants est présentée. Cet atelier étant animé depuis 11 ans par les deux auteurs de cet article, nous analyserons également l'évolution des pratiques pédagogiques mises en œuvre dans cet atelier.

Mots clés : réseau de terrain, atelier, systèmes embarqués, programmation réseau, systèmes communicants, capteurs, autonomie, petit groupe tutoré, évaluation, grille critériée, tutorat actif, évaluation des apprentissages, ÉEÉ (Évaluation des Enseignements par les Étudiants).

1 INTRODUCTION

Le master « Systèmes Intelligents et Communicants » de l'université de Cergy-Pontoise forme des étudiants ayant des compétences en réseaux informatiques, traitement d'images, IA, systèmes embarqués, bases de données et gestion de projets. En deuxième année de ce master, dans la filière professionalisante, les 16 à 24 (suivant les années) étudiants du master doivent participer à des ateliers. Ces ateliers d'une durée variant d'une demi-semaine à une semaine et demi sont inscrits dans leurs cursus. Un mois sur deux étant occupé par l'alternance en entreprise, l'atelier se situe en général en début du mois consacré aux cours à l'université. Nous décrirons dans cet article un de ces ateliers : l'atelier « réseau de terrain ».

Cet atelier existe depuis le début du master (en 2001) et consiste en la surveillance d'une maison à l'aide de capteurs et d'une caméra montée sur servo-moteurs. De gros TP, il a progressivement évolué sous sa forme actuelle d'atelier au fil des années et intègre à présent des remontés sur tablette/smartphone, la gestion de traces, l'administration et de fortes contraintes en terme de robustesse.

Une des principales caractéristiques de cet atelier est sa dimension pluridisciplinaire, faisant appel à des compétences provenant des domaines de l'embarqué, des réseaux, des bases de données, des applications mobiles, etc. Si chacun de ces points est abordé dans des enseignements séparés du master (en 1ère ou en 2ème année, voire pour certains en licence), l'atelier est une des rares occasions pour les étudiants de tester la mise en commun de connaissances relevant *a priori* de domaines différents mais qui apparaissent toutes nécessaires à la réalisation du délivrable. Au fur et à mesure des années, cet atelier est devenu un des fils rouges de notre formation mettant en relation, par la pratique, une partie des enseignements théoriques et appliqués de notre master, avec une approche du type *« le tout est plus que la somme des parties »*, dans un temps relativement concentré.

Dans cet article, nous présentons tout d'abord le contexte et le sujet de l'atelier tels que présentés aux étudiants ainsi que ses objectifs d'apprentissage. Ensuite nous expliquerons son déroulement en montrant comment les conditions nécessaires à l'autonomie des étudiants sont mises en œuvre. Cet atelier étant animé par les deux auteurs de cet article depuis 11 ans, nous consacrerons une section à un retour sur cette expérience et une réflexion critique sur la démarche et sur ses évolutions. Et enfin nous conclurons.

2 CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ATELIER RÉSEAU DE TERRAIN

2.1 Présentation du sujet

Le sujet de l'atelier (fig 1) consiste en la surveillance d'une maison à l'aide de capteurs (bouton pression et cellule photo-électrique) et d'une caméra montée sur un servo-moteur. La présence d'un intrus dans la maison peut ainsi être détectée par le bouton (qu'on imagine par exemple caché sous le tapis), la cellule photo-électrique ou éventuellement la caméra. Lorsqu'un tel événement est détecté, une alerte est remontée à l'utilisateur sur sa tablette/smartphone. L'utilisateur ainsi alerté peut grâce à sa caméra qu'il pilote depuis son smartphone, visualiser les causes de l'incident et prendre les dispositions nécessaires en cas de vraie alerte (par exemple appeler la police), ou éteindre et ré-armer ses capteurs en cas de fausse alerte (par exemple si c'est le chat qui a déclenché les alertes).

L'un des points important de cet atelier est la robustesse (que faire si le cambrioleur coupe un fil ? si la liaison entre l'opérateur et le smartphone est momentanément coupée) et l'utilisabilité du système

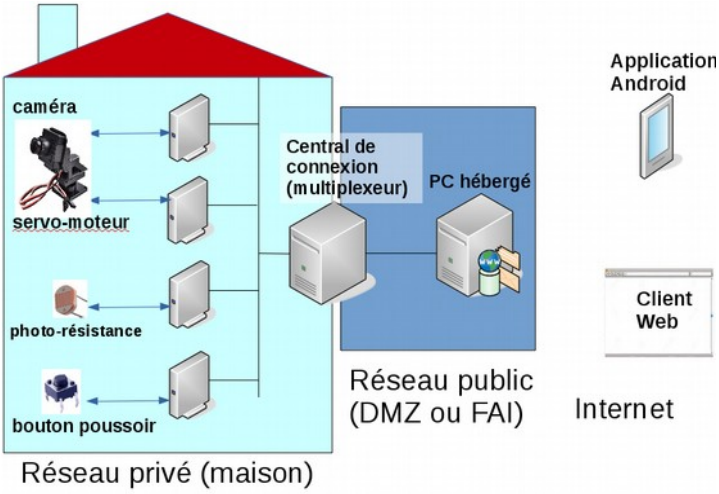


fig 1: Schéma global de l'atelier

(ergonomie, maintenance). Il ne suffit pas de faire simplement un prototype « qui semble marcher » dans les conditions idéales, mais d'identifier et de prendre en compte les points de défaillance possibles du système.

2.2 Objectifs de l'atelier réseau de terrain

Les objectifs disciplinaires de l'atelier sont :

- en informatique embarquée :
  - câbler les composants
  - programmer la carte Arduino,
  - programmer en C la communication avec un port série
  - récupérer un flux vidéo provenant d'une caméra (et en utilisant éventuellement un programme de stabilisation d'image écrit dans un atelier précédent)
- en réseau :
  - écrire un protocole applicatif permettant de transmettre de façon adaptée (délai, fiabilité), les données provenant de capteurs ou à destination d'actionneurs
  - programmer en C un client et un serveur UDP
  - gérer le multiplexage des données reçues pour traitement, stockage et retransmission
  - programmer la retransmission réseau d'un flux vidéo
  - comprendre et utiliser l'architecture réseau fournie (réseau privé, DMZ, zone publique wifi) pour connecter les différents composants du système
  - programmer un client réseau embarqué sur système android
- en web et base de données
  - concevoir une base de données et écrire le programme stockant les données dans cette base
  - lancer un serveur web et écrire les pages web interagissant avec une base de données
  - concevoir des pages web ergonomiques adaptées à une tablette/smartphone permettant d'administrer le système

Les objectifs interdisciplinaires de l'atelier sont :

- en ingénierie des systèmes
  - intégrer de façon pertinente les connaissances acquises dans différents domaines
  - produire un prototype démontrable
  - identifier les points de faiblesse d'un système et concevoir les éléments permettant de les détecter, les contrer ou du moins les tracer
  - produire des tests, des scénarios et des traces exploitables
  - concevoir des IHM et des utilisations adaptées au contexte
- en gestion de projet : collaborer en équipe (de 4 à 6 étudiants) vers un objectif et se consacrer à un travail conséquent commun en temps limité.

3 DÉROULEMENT

L'atelier se déroule sur une semaine complète. Elle se termine par la soutenance le vendredi après-midi et est précédée d'une séance de préparation le vendredi après-midi précédant la semaine.

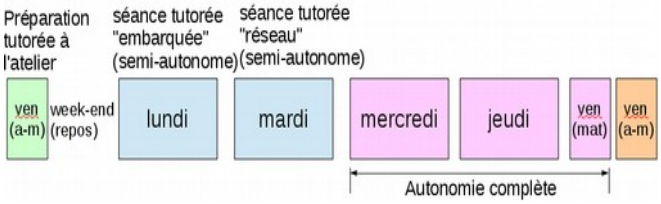


fig 2: planning de l'atelier

Du fait de l'ampleur du projet sur un temps très court (une semaine), le travail en équipe soudée, l'autonomie et l'appropriation complète du sujet sont les trois facteurs essentiels de la réussite du projet. De ce fait, un après-midi de préparation permet de maximiser ces trois aspects avant le début effectif de l'atelier.

3.1 Préparation de l'atelier : immersion dans le groupe et dans le sujet

Une séance de préparation à l'atelier est réalisée le vendredi précédant l'atelier. Durant cette séance, l'aspect technique n'est pas abordé (la séance se déroule sans ordinateur, et le matériel qui sera exactement utilisé n'est même pas décrit). Cette séance commence par 20 minutes d'annonce à l'ensemble des étudiants et comprend :

- une description très succincte et très générale du sujet en quelques mots : *« construire un système de surveillance de maison communicant avec un smartphone »*
- le planning général de l'atelier (fig 2)
- une mise en confiance : *« vous y arriverez, les années précédentes cela s'est bien passé et vous avez toutes les compétences pour y arriver ».*

Ensuite, les groupes sont formés (les étudiants sont libres de choisir leur groupe) et le sujet est distribué. L'immersion dans le groupe et dans le sujet est une étape importante de la préparation.

3.1.1 Immersion dans le groupe

Il s'agit d'impulser la cohésion de chaque groupe par des actions telles que :

- un seul sujet est imprimé par groupe, ce qui oblige implicitement un étudiant à lire le sujet aux autres et créer des conditions d'écoute dans le groupe ;
- obliger à travailler dans la même direction en imposant l'utilisation d'un « poster » unique (une feuille de *paperboard* scotché au mur) pour noter leurs idées
- lorsqu'un étudiant pose une question au tuteur, celui-ci renvoie la question (éventuellement en la reformulant) au groupe [1] afin que les étudiants s'habituent à ce que les réponses puissent venir d'eux-même.

3.1.2 Immersion dans le sujet

L'immersion dans le sujet se fait en petits groupes tutorés.

On laisse chaque groupe interpréter le sujet et dessiner l'architecture fonctionnelle sur le poster. Le sujet semblant relativement directif, les schémas sont en général plutôt naïfs. Puis le tuteur passe de groupe en groupe et en regardant les posters provoque la réflexion par des questions faussement naïves : *« Je ne comprends pas très bien pourquoi vous avez écrit ça, vous pouvez m'expliquer ?, et si mon chat passe sur les capteurs ? Et si le cambrioleur coupe le fil téléphonique avant de rentrer ? Et s'il y a une coupure Internet pile au moment où le voleur rentre ? Et si le câble série se débranche ? Et vous croyez que ma grand-mère arrivera à utiliser l'application ? À supposer que le voleur a tout volé y compris certains capteurs et PC, qu'est ce que je pourrais fournir comme indices pour les enquêteurs ? »*

On amène ainsi les étudiants à s'interroger et à trouver par eux-mêmes tous les problèmes sur lesquels ils vont devoir réfléchir mais également être confrontés. Nous les incitons à débattre, confronter leurs idées et à argumenter avant de se lancer. L'idée principale étant de les mener à ce qu'ils se posent eux-même la question : *« que va-t-on vouloir montrer à la fin ? Quel scénario allons nous dérouler ? »*

Nous adoptons un style d'animation à mi-chemin entre actif et incitatif [1] en facilitant les interactions dans le groupe et en faisant s'exprimer à travers un échange de questions-réponses que l'on adresse au groupe.

3.1.3 En fin de séance de préparation

Par les besoins qu'ils ont eux-même exprimés, le fait qu'ils ont dû interpréter le sujet en groupe, se justifier entre pairs, et se motiver, le sujet du projet prend tout son sens pour chacun et chacun garde en tête les éléments du projet dans l'ensemble du système, ses interactions, le but final du projet et les contraintes liées à celui-ci.

Nous prenons enfin bien soin [2] de terminer la séance de façon positive et bienveillante, en reconnaissant les efforts des étudiants durant la séance et en recommandant en fin de séance de bien profiter du week-end pour se reposer et prendre des forces avant l'atelier.

3.2 Partie embarquée

L'atelier proprement dit commence le lundi matin par la partie embarquée (fig 3). Un enseignant initie les étudiants au montage des capteurs et actionneur ①, à la programmation sur carte Arduino ② et la programmation en C pour communiquer avec la liaison série ③. De la documentation est également fournie. A l'issue de cette séance, les étudiants ont les éléments nécessaires pour monter et communiquer avec des capteurs boutons-poussoir, des capteurs photo-résistance et des actionneurs Pan-Tilt.

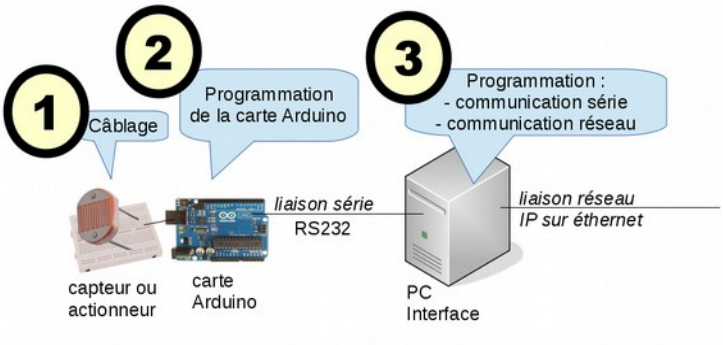


fig 3: Travail sur la partie embarquée

3.3 Partie réseau

La journée suivante est consacrée à la partie réseau. Les étudiants ont déjà réalisé des programmes client/serveur UDP et TCP, en C et Java les années précédentes. Dans le cadre de cette journée, les étudiants réfléchissent tout d'abord à un protocole applicatif (basé sur UDP) approprié aux besoins de leur système. Les éléments rentrant dans les réflexions générales des étudiants sont les acquittements, l'identification des capteurs, les *timestamps*, le *heartbeat*, les pertes et les délais acceptables ou pas. Des documents sur la programmation réseau sont ensuite mis à disposition des étudiants.

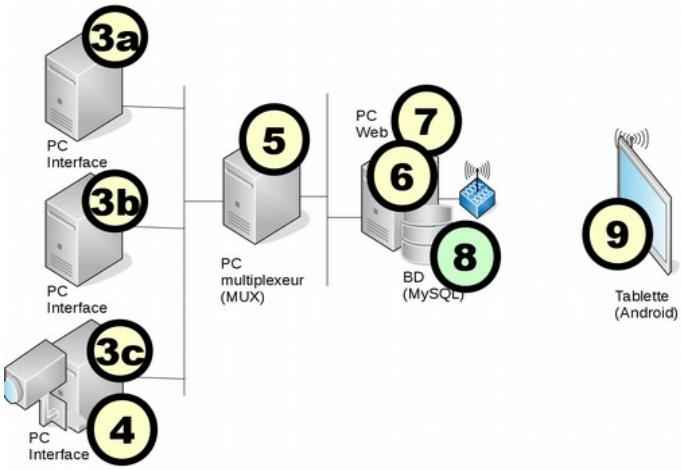


fig 4: Travail sur la partie réseau

Les programmes réseaux identifiés et réalisés par les étudiants sont les suivants :

- les programmes (③a, ③b, ③c) résidant sur les PC interfaces et dialoguant à la fois avec les cartes Arduino via la liaison série et le PC multiplexeur. De ce fait, ces programmes doivent :
  - écouter et transmettre les données entre liaison série et liaison éthernet
  - gérer le « *ping* », le traçage, les pertes et la retransmission
- le programme ④ résidant sur le PC interface gère la caméra et transmet le flux vidéo vers le PC Multiplexeur
- le programme ⑤ résidant sur le PC Multiplexeur qui :
  - écoute, traitement et transmission des messages UDP provenant de tous les PC interface et du PCWeb
  - gère le « *ping* », le traçage, les pertes et la retransmission
- Le programme ⑥ résidant sur le PCWeb qui
  - dialogue avec le MUX
  - réalise le stockage dans la BD
  - dialogue avec l'application Android
- Le programme ⑦ qui est une application qui sera chargée sur la tablette Android et qui
  - communique avec le PCWeb
  - affiche l'IHM (fig 5) à l'utilisateur pour
    - remonter les alertes
    - désactiver les alertes et réarmer le capteur
    - activer/désactiver manuellement les capteurs
    - permettre le pilotage à distance des servo-moteur de la caméra
    - afficher le flux vidéo

En plus de ces différents programmes que les étudiants sont amenés à écrire, ils doivent également concevoir une BD sous MySQL ⑧ pour gérer les traces, les alertes et l'état du système. Mais également écrire des pages web ⑨ qu'ils placeront sur le serveur web pour permettre une administration et une visualisation des données de la base.

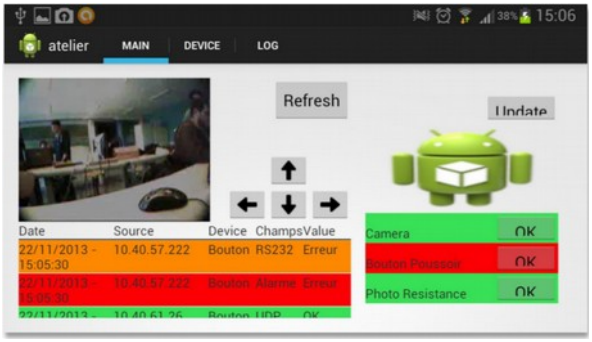


fig 5: IHM sur tablette Android (grp 3 promo 2013-2014)

3.4 Intégration et travail en autonomie

A l'issue de ces deux journées semi-tutorées, les étudiants sont en autonomie complète pour réaliser/achever les programmes précédemment cités. La salle leur est ouverte sans surveillance et le matériel en libre accès. Nous avons dès le début pris le parti de faire confiance aux étudiants et de le leur montrer. Et nous n'avons jamais eu à déplorer un seul incident.

Afin de favoriser l'autonomie des étudiants, la grille critériée d'évaluation (section 4.1) leur est distribuée à la fin de cette deuxième journée. Cette divulgation précoce des critères d'évaluation a trois buts : (1) que les étudiants ne perdent pas de vue leurs objectifs (2) qu'ils savent exactement sur quoi ils sont évalués et ont donc la liberté de s'organiser et de choisir les techniques qu'ils veulent pour réaliser ces objectifs et enfin (3) pour leur servir de *checklist*.

salle de travail sans surveillance,

des composants en libre accès,

...tout en autonomie...

et avec le sourire !

Et sauf demande explicite de leur part, nous n'intervenons plus dans la salle jusqu'à la soutenance.

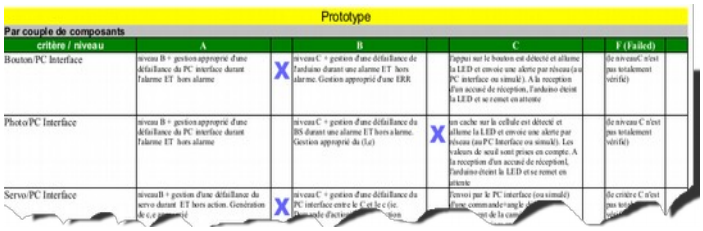
4 ÉVALUATION DE L'ATELIER

Dans cette section, nous allons tout d'abord montrer comment le travail des étudiants peut être évalué aussi bien par les enseignants que par les étudiants eux-mêmes. L'évaluation servira de base à la notation et est accompagnée de *feedback* personnalisé.

Dans un second temps, une évaluation du dispositif pédagogique en lui-même est réalisée. Elle est constituée des résultats des ÉEÉ (Évaluation de l'Enseignement par l'Étudiant) et d'une réflexion des enseignants sur la pertinence de cette activité.

4.1 Évaluation des apprentissages

Nous distribuons durant l'atelier une grille critériée (ou *rubrics* en anglais) [3]. Cette grille (fig 6) explicite les critères d'évaluation qui serviront à évaluer la production des étudiants et contient une description des niveaux de performance (A, B, C, F) possibles ou attendus.



Prototype

Par couple de composants

critère / niveau	A		B		C		F (Failed)	
Bouton/PC Interface	niveau B + gestion approprié d'une défaillance du PC interface durant l'alarme ET hors alarme	X	niveau C + gestion d'une défaillance de l'arduino durant une alarme ET hors alarme. Gestion approprié d'une ERR		l'appui sur le bouton est détecté et allume la LED et envoie une alerte par réseau (au PC interface ou simulé). A la reception d'un accusé de réception, l'arduino éteint la LED et se remet en attente		(le niveau C n'est pas totalement vérifié)	
Photo/PC Interface	niveau B + gestion approprié d'une défaillance du PC interface durant l'alarme ET hors alarme		niveau C + gestion d'une défaillance du RS durant une alarme ET hors alarme. Gestion approprié du (Le)	X	un cache sur la cellule est détecté et allume la LED et envoie une alerte par réseau (au PC Interface ou simulé). Les valeurs de seuil sont prises en compte. A la reception d'un accusé de réception, l'arduino éteint la LED et se remet en attente		(le niveau C n'est pas totalement vérifié)	
Servo/PC Interface	niveau B + gestion d'une défaillance du servo durant ET hors action. Génération de c.e		niveau C + gestion d'une défaillance du PC interface entre le C et le c (ie. couple d'acti	X	l'envoi par le PC interface (ou simulé) d'une commande/angle		(le critère C n'est pas to	

fig 6: Grilles critériées à remplir par les étudiants

Les critères évalués sont répartis en différentes sections :

- Les tests unitaire et les tests par couple de composants (Bouton/PCInt, LED/PCInt, Servo/PCInt, PCInt/MUX, MUX/Web, Web/client tablette, Web/admin client web)
- Le test du système complet : est-ce fonctionnel ? La stabilité de la chaîne et sa cohérence
- La préparation de la démonstration :
  - Le matériel est installé, démarré et vérifié.
  - Chaque composant produit des « traces » exploitables.
  - Le scénario de démonstration, et les tests unitaire et globaux pour les cas moyens et extrêmes ont été préparé.
- L'attitude durant la soutenance : le contexte et les objectifs de ce qui est en cours de démonstration doivent être correctement énoncés et les résultats expliqués
- Les réponses aux questions (éventuellement individualisé) : les réponses sont précises, synthétiques et pertinentes
- Le rapport écrit à rendre

Les étudiants sont invités à se servir de la grille critériée durant l'atelier afin de s'auto-évaluer. Ils doivent la remettre complétée juste avant la soutenance. Lors de la soutenance en elle-même, l'enseignant se contentera simplement de vérifier que les étudiants ont correctement rempli leur grille d'évaluation par rapport aux critères et au niveau attendu pour chaque critère. Celle-ci étant déjà remplie, l'enseignant sera alors plus attentif au groupe et pourra s'intéresser de plus près à la réalisation du système et échanger avec les étudiants. Des coefficients associés aux critères et à leur niveau d'atteinte sont fixés et permettent d'en produire une note.

Démonstration très complète et très homogène où chaque membre de l'équipe est à sa place. Il en résulte une chaine de transmission complète et extrêmement robuste, avec une excellente gestion des logs. Nous regrettons juste une IHM Android bien trop limitée par rapport au potentiel de ce qui a été développé tout au long de la chaine. Il faut très souvent se reporter au site web avec une lecture ligne à ligne des logs pour avoir des informations que l'on aurai aimé avoir en graphique sur l'interface android.
La caméra est non gérée. L'enchaînement et le traitement de la gestion des alarmes n'est pas très logique.

fig 7: Feedback (groupe 4 promo 2014-2015)

Toutefois, ainsi que le souligne Berthiaume [4], *« si les grilles permettent de réduire la subjectivité de l'enseignant, elles ne l'éliminent pas complètement. Certains paramètres, qui doivent être pris en compte par les enseignants (enthousiasme, créativité intellectuelle, persévérance, etc.), sont en effet impossibles à fixer dans une grille, sous peine de l'étendre à l'infini »*. De ce fait, après les soutenances, les notes générées par la grille sont ensuite pondérées en concertation par les enseignants de l'atelier en fonction de l'implication des membres au sein du groupe, du comportement du groupe et des idées et développement novateurs du groupe. La note finale de l'atelier est rendue au groupe en même temps qu'un *feedback* (fig 7) sous forme de texte écrit en soulignant tous les points (positifs ou négatifs) qui n'ont pas pu être rendus par la grille.

4.2 Évaluation de l'atelier en lui-même

Afin de pouvoir juger de la pertinence de l'atelier, nous demandons ensuite aux étudiants d'évaluer ce dispositif pédagogique en lui-même.
Toutefois, jusqu'à cette année, cette évaluation s'est faite de façon très informelle au gré de discussions impromptues. Et même si au fil des années, le retour des étudiants est positif (voire enthousiaste) sur cet atelier, nous avons décidé cette année de procéder de façon plus rigoureuse en proposant le formulaire suivant à remplir *anonymement*

A) Estimation des apports de l'atelier dans votre apprentissage (Estimez de 0 à 10 votre niveau avant l'atelier puis après l'atelier)	
A1) gérer un capteur ou actionneur depuis un programme informatique	avant : ___/**10** après : ___/**10**
A2) écrire des programmes réseaux en UDP avec des contraintes en terme de multiplexage, perte, et temps-réel	avant : ___/**10** après : ___/**10**
A3) concevoir un système robuste et complet de bout en bout	avant : ___/**10** après : ___/**10**
A4) travailler en équipe sur la réalisation d'un objectif complexe	avant : ___/**10** après : ___/**10**
B) Bilan de satisfaction	
B1) Sur la manière dont s'est déroulé cet atelier (rythme d'apprentissage et la quantité de travail requise)	___ /**10**
B2) Sur la place de ce module dans mon cursus a. j'avais les pré-requis nécessaires au suivi de ce module b. l'utilité de ce module dans mon cursus de formation	___ /**10** ___ /**10**
B3) Satisfaction globale sur l'atelier	___ /**10**
B4) J'ai trouvé cet atelier : ❑ pas du tout motivant ❑peu motivant ❑assez motivant ❑ très motivant	

La première partie du formulaire permet d'estimer l'efficacité de l'action de formation selon la méthode [5] en terme de progression et de variation d'hétérogénéité. Suivant cette méthode, il a été demandé à chaque participant de s'auto-évaluer sur le niveau qu'il pensait avoir avant l'atelier et après l'atelier, ceci pour chacun des objectifs. On considère

qu'il y a un effet positif lorsque le gain relatif[1] est supérieur à 30 ou 40%.

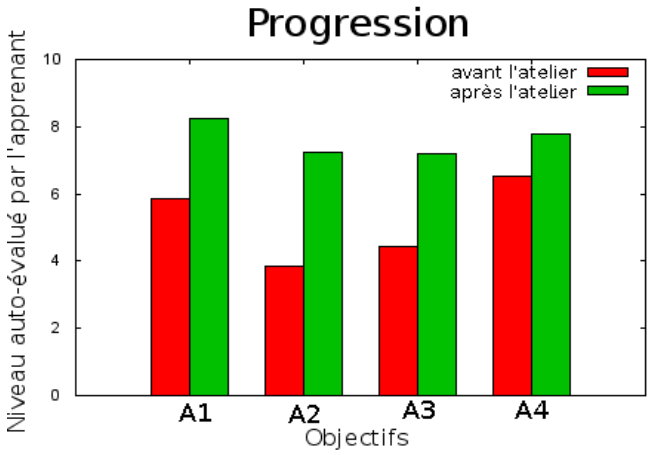


fig 8: Progression relative

Augmenter le niveau n'est pas tout, une bonne formation doit également réduire les inégalités. On calcule donc l'hétérogénéité de la promotion pour chacun des objectifs (calcul des écarts-types entre les réponses). On considère qu'en dessous de 15%, l'homogénéité est important(e), alors qu'au-dessus de 30%, il existe une hétérogénéité important(e) [6].

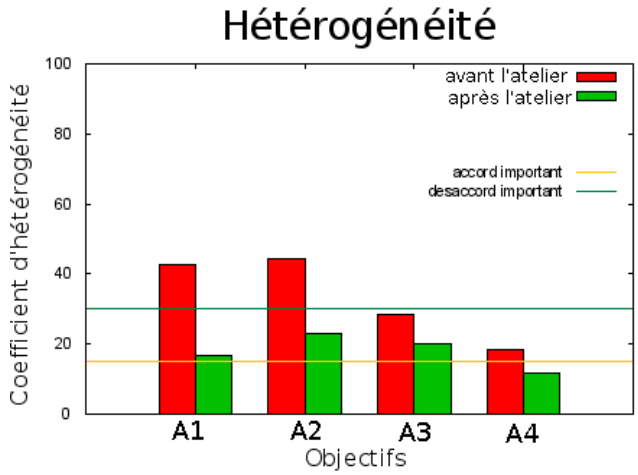


fig 9: Évolution de l'hétérogénéité

Le taux de retour a été de 22 formulaires sur 24. On voit d'après le diagramme de progression (a) que les étudiants ont progressé. Le gain relatif pour chacun des objectifs est respectivement de 57%, 54%, 49% et 35%. Ceci démontre un réel effet positif de l'apprentissage dans les objectifs A1, A2, A3. Il est plus modéré pour l'objectif A4. Ceci s'explique par le fait que les étudiants ont déjà été amené à travailler plusieurs fois en équipe dans de nombreux projets de notre cursus. D'après le diagramme (b), l'hétérogénéité s'est réduite : alors que dans les objectifs disciplinaires (A1: informatique embarqué et A2 : réseau), l'hétérogénéité était forte (> 40%) dû aux parcours différents des étudiants ; après l'atelier, cet hétérogénéité est passée à resp. 16% et 22%. Ce résultat nous a agréablement surpris. En effet, nous pensions que les étudiants se partageant les tâches suivant leur spécialité, l'écart aurait plutôt dû se creuser, mais, au contraire, en bonne équipe, les étudiants se sont plutôt intéressés et imprégnés des autres aspects disciplinaires. Cela s'est d'ailleurs ressenti lors des soutenances, où les étudiants se sentaient tous concernés par tous les aspects du système.

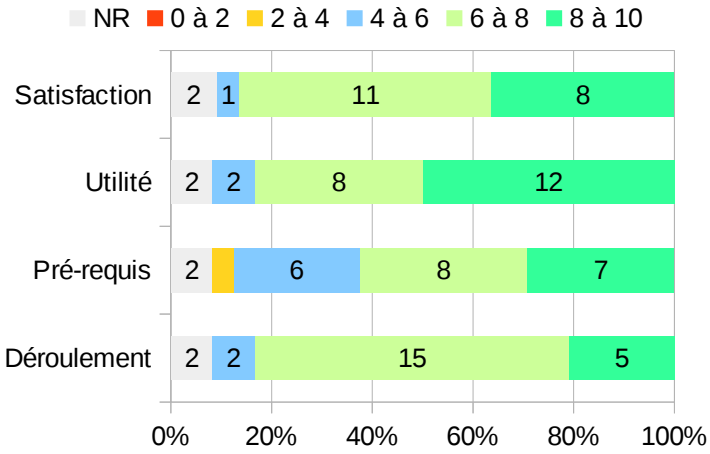


fig 10: Bilan de satisfaction

Le deuxième questionnaire traite du bilan de satisfaction et l'impact. Il est extrêmement positif, en terme de satisfaction globale (B3), de ressenti sur l'utilité (B2b), du déroulé (B1). L'atelier est bien placé en terme de pré-requis, puisque 7 étudiants ont jugé avoir quasi tous les pré-requis, 8 sur presque tous les pré-requis et 6 sur un nombre moyen de pré-requis. Seul un étudiant a jugé que ses pré-requis étaient trop faibles pour l'atelier.
Enfin, à la question B4, 16 étudiants ont trouvé l'atelier "très motivant" et 6 "assez motivant".
Notons enfin, qu'au delà de la simple récolte de statistiques, remplir ce formulaire (la partie A sur l'estimation des apports de l'atelier) mène les étudiants à une méta-réflexion sur leur propre progression sur les objectifs indiqués et les rend *conscients* des apprentissages réalisés.

4.3 Réflexions pédagogique

Du « gros TP noté » de 2001, cette activité a évolué au pour devenir l'atelier présenté dans cet article.

4.3.1 Effet de l'autonomie et de la confiance

En donnant plus d'autonomie aux étudiants et en faisant confiance en leurs ressources et leurs compétences, nous nous sommes aperçus qu'ils étaient capables de réaliser beaucoup plus que ce que l'on s'était imaginé avec un TP trop cadré. C'est par les

1 par rapport au gain brut moyen qui fait la simple différence avant/après, le gain relatif moyen est le rapport entre ce qui a été gagné et ce qui pouvait être gagné (il est plus aisé de passer de 0 à 7 que de 8 à 9)

innovations que les étudiants se permettent grâce à cette liberté et cette mise en confiance, que l'on fait évoluer constamment le sujet. Ainsi, celui-ci fait toujours sens pour les étudiants, utilise les techniques actuelles et représente toujours un défi -néanmoins atteignable- pour les étudiants.

4.3.2 Utilisation d'outils et pratiques pédagogiques

Des formations en pédagogie ont permis aux enseignants d'améliorer cet atelier en se documentant sur certains outils (grilles critériées, ÉEÉ), pratiques pédagogique (tutorat actif, APP) et bases pédagogiques (clarification des objectifs et alignement). Ce qui n'était fait que partiellement et intuitivement auparavant est à présent mis en place plus rigoureusement. On a ainsi pu constater que les conditions de la dynamique motivationnelle décrite par Viau [7] sont toutes présentes dans cet atelier.

4.3.3 Influence de la composition du groupe dans la réussite de l'atelier

La composition des équipe également est un facteur à étudier. Des groupes composés que d'étudiants « forts » n'ont pas forcément donné de bons résultats et on a l'inverse de très bonnes surprises avec des groupes constitués d'étudiants jugés *a priori* faibles. Les groupes hétérogènes semblent globalement mieux fonctionner, mais nous n'avons pas poussé les investigations suffisamment loin (ni gardé suffisamment de traces) pour pouvoir émettre d'hypothèses pertinentes.

5 CONCLUSION

L'atelier réseau de terrain proposé en deuxième année du master SIC est un dispositif pédagogique donnant satisfaction depuis plus de dix ans. Au delà des objectifs disciplinaires et interdisciplinaire, il rencontre toujours une grande motivation auprès des étudiants. Cela s'explique peut-être par le fait que les leviers de motivation [7][8] sont activés : (1) rendre l'étudiant plus actif (2) augmenter la valeur de l'activité aux yeux de l'étudiant en réalisant une activité qui a du sens, complexe mais atteignable (3) augmenter le sentiment de maîtrise (4) donner du contrôle sur les tâches proposées (5) l'alignement pédagogique (les activités à réaliser et leur évaluation sont en accord avec les objectifs qui ont clairement été définis en amont) (6) le caractère interdisciplinaire et dans une moindre mesure, l'utilisation implicite des TICs.

6 CRÉDITS

Nous remercions tous les étudiants du master SIC pro (*ex* DESS SMC, M2 SIIC, ISIM SIC) ayant participé à l'atelier. Merci en particulier à Kevin Le Dret et Benoît Gaillard, étudiants enthousiastes de la promotion M2 SIC Pro de cette année, qui présenteront l'atelier aux POMMADES. Les photos illustrant cet article proviennent également de l'atelier de cette année (du 25 nov au 2 déc 2016). On y distingue en particulier les visages concentrés et motivés des étudiants : Kevin Furet-Stricher, Mouhamad Koreissi et Belkacem Taberkane.

L'atelier "réseaux de terrain" a montré l'intérêt pédagogique indéniable d'avoir un lieu (section 3.4) incitant à travailler en autonomie dans le domaine des bases de données, des réseaux et de l'informatique embarqué. Aussi, afin d'élargir cette expérience à d'autres ateliers et activités pédagogiques, depuis l'an dernier, les salles utilisées pour l'atelier réseaux de terrain forment les composants majeurs de la plate-forme ConnectLab financée par la fondation de l'université de Cergy-Pontoise et Orange.

7 BIBLIOGRAPHIE

[1] Christelle Lison, Denis Bédard et Josée-Anne Côté, « Être tuteur en apprentissage par problèmes : quels styles d'animation ? », *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur* 31-1, 2015, http://ripes.revues.org/900

[2] Louise Langevin : « Réussir en enseignement, c'est réussir la relation maître-élève », *Congrès de l'Association Québécoise de pédagogie Collégiale*, 1996

[3] Dannelle D. Stevens et Antonia J. Levi Introduction to Rubrics: An Assessment Tool to Save Grading Time, Convey Effective Feedback, and Promote Student Learning 2nd Edition, *Stylus Publishing*, 2013

[4] Denis Berthiaume, Jérôme David et Thomas David, « Réduire la subjectivité lors de l'évaluation des apprentissages à l'aide d'une grille critériée : repères théoriques et applications à un enseignement interdisciplinaire », *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur*, 27-2 | 2011, http://ripes.revues.org/524

[5] François-Marie Gérard, L'évaluation de l'efficacité d'une formation, *Gestion 2000*, Vol. 20, n°3, 13-33, 2003

[6] L. D'Hainaut Concepts et méthodes de la statistique (Vol. 1). Bruxelles, 1975

[7] Rolland Viau Des conditions à respecter pour susciter la motivation des élèves; *Correspondance*, Volume 5, numéro 3, 2000

[8] Marianne Poumay, « Six leviers pour améliorer l'apprentissage des étudiants du supérieur », *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur,* 30-1, 2014, http://ripes.revues.org/778