

# Éthologie de l'étudiant R&T

## Des étudiants qui travaillent, c'est possible !

Arnaud Février, IUT Aix-Marseille  
163 avenue de Luminy  
13288 Marseille cedex 09  
arnaud.fevrier@univ-amu.fr

### ABSTRACT

Nous avons mis en place une nouvelle pédagogie pour les enseignements de télécoms et de réseaux sur GNU-Linux. Cette pédagogie, qui se déroule sur l'ensemble des deux années, a prouvé les bénéfices que les étudiants en retirent. Elle s'appuie sur la classe inversée et l'acquisition de compétences. Nous présentons la méthode et analysons ici les raisons du succès de cette méthode.

### 1. INTRODUCTION

Pendant des années, j'ai enseigné Linux et les télécoms dans notre diplôme. Pour la partie GNU-Linux, la propagande actuelle et passée fait que les étudiants croient (ou plus malheureusement *savent*) que c'est difficile. Pour les télécoms, c'est différent, mais c'est pareil. Les télécoms, c'est des maths, alors c'est difficile !

Donc, les étudiants arrivaient dans mes cours en sachant que *c'est difficile*. Du coup, ils *savaient* qu'il n'y arriveraient pas. Donc, ils n'essayaient pas. Finalement, ils obtenaient de mauvaises notes. Conclusion : ils avaient raison !

Finalement, un peu par hasard, j'ai trouvé une méthode qui donne de bons résultats. Elle reste cependant à améliorer, je suis prêt à lancer une activité avec les autres enseignants intéressés sur le sujet.

Les étudiants arrivent toujours dans mes modules en sachant que ce sera difficile. Je renforce cela ! Je commence par leur expliquer que "*Si ce n'est pas difficile, pourquoi veux-tu que quelqu'un te donne des sous tous les mois pour le faire ?*"

À la fin du premier module, ils ont installé de nombreuses fois Debian GNU-Linux. Je me retourne vers eux, et je leur pose la question : "*Si on vous avait dit, l'été dernier, que vous installeriez un serveur GNU-Linux en 10 minutes, vous l'auriez cru ?*". C'est la première brèche !

Tous les étudiants ne commencent pas dès le premier TP à travailler. Mais à part ceux qui veulent aller suivre une autre formation, tous vont s'y mettre. Même des étudiants qui ont passé les premières séances sur leur Maître-Téléphone me surprennent à s'activer lors des dernières sessions.

En fin de scolarité, la comparaison entre ce que les étudiants peuvent faire par rapport à ce que pouvaient faire ceux qui avaient suivi la méthode doctrinale (Cours, TD, TP, Contrôle) montre qu'ils ont tous plus de compétences.

Cela fonctionne bien, mais pourquoi ?

Nous allons commencer par détailler la méthode suivie en expliquant ses intérêts. Ensuite, nous proposerons quelques voies prometteuses, puis nous regarderons quelques défauts qui restent à améliorer.

Il me faut insister que c'est ce que j'ai fait tout seul dans *ma* salle de TP avec *mes* modules. Je suis content du résultat actuel, mais je suis sûr de pouvoir bénéficier des réflexions des autres.

Tout d'abord, la méthode mise en place.

### 2. LA MÉTHODE

Nous présentons ici la méthode suivie. Nous commençons par lister les éléments que nous détaillons ensuite. La méthode mise en pratique repose sur des éléments simples que nous allons présenter.

Le premier élément consiste à donner aux étudiants un cadre dans lequel ils peuvent se retrouver au cours de la formation. Ce cadre, c'est la salle de Travaux pratiques télécoms. La suite des modules permet de mettre en place des répétitions qui rassurent les étudiants. Nous présentons la liste des modules enseignés en mettant l'accent sur la continuité.

Le second élément, ce sont des règles constantes jamais transgressables. C'est blanc ou noir, jamais gris.

Le troisième élément, c'est de motiver les étudiants à réaliser une tâche. Ceci leur paraît plus concret que de travailler pour un examen lointain. Il doivent *réaliser*, pas *préparer un contrôle*.

Le quatrième élément, c'est la logique des petits pas. L'objectif d'un module paraît souvent impossible à atteindre. Les étudiants se découragent et donc échouent. De plus, le programme pédagogique est parfois trop ambitieux dans ses objectifs. Nous décomposons le module en dix points. Les étudiants peuvent voir que ces points sont possibles à réaliser.

Le cinquième élément, c'est l'utilisation du groupe. Bien que la plupart des actions soient à réaliser en monôme, la dynamique de groupe facilite l'apprentissage.

Cette méthode est construite sur l'ensemble des modules que présente. Cette liste est relativement artificielle, puisque le choix des modules que j'enseigne est du, en partie, à des raisons historiques et de partages avec des collègues.

### 3. LES MODULES

Je présente ici la liste des modules impliqués dans cette méthode. Les modules sont ceux dans lesquels j'interviens. Cette liste est issue pour des raisons principalement historique. Une autre liste serait tout à fait possible. J'ai construit cette méthode à partir des modules. Je n'ai pas essayé d'appliquer la méthode en choisissant la liste des modules en fonction de celle-ci.

Mon enseignement est concentré sur le DUT R&T. Je n'interviens que peu en LP et pas du tout ailleurs. Mon enseignement se déroule le long des quatre semestres du DUT. Je liste ici les modules que j'ai mis en place.

Les modules sont centrés sur les télécoms opérationnelles. C'est à dire mettre des systèmes en fonctionnement en tenant compte des problématiques industrielles : pragmatisme, coût, facilité de reproduction. Pour caricaturer, il faut téléphoner (donc connaître les services téléphoniques), régler un central de téléphonie privée (donc maîtriser GNU-Linux, caractériser les problèmes (donc pouvoir utiliser un analyseur de spectre ou un analyseur réseau, tout en baissant les coûts. Par contre, connaître finement le détail des protocoles ou des modulations, c'est moins important dans ces modules.

J'ai le privilège d'avoir une salle de travaux pratiques qui fait peur au centre de ressources informatiques. Alors, j'ai une souplesse certaine (contre un peu de bénévolat) dans ma salle de TP. C'est une salle de TP télécoms classique (quoique) avec des PCs, des AXS12, des Switchs POE, des téléphones IP, des téléphones analogiques, des visiophones, un réseau RNIS, une arrivée TNT...

Les modules que je déroule dans cette salle permettent donc de mettre en place un système de téléphonie d'entreprise et un petit réseau d'entreprise. Nous montrons comment sont fabriqués les boîtiers télécoms les plus courants (PABX, Box internet, Téléphone). Les modules sont les suivants :

#### Semestre 1

- Introduction aux réseaux d'entreprise (partie Linux) ;
- Introduction à la téléphonie d'entreprise.

#### Semestre 2

- Base des services réseaux ;
- Téléphonie IP.

#### Semestre 3

- Technologies sans fil (partie Linux) ;
- Techniques d'accès.

#### Semestre 4

- Téléphonie avancée

Et nous souhaitons ajouter des TPs Arduino et Raspberry Pi pour introduire la domotique, l'Internet des Objets (IoT)...

La salle que j'ai mis en place a commencé à se généraliser. Les enseignements d'électronique et physique utilisent des ordinateurs configurés de manière similaire. Le département a aussi mis en place une salle dédiée aux apprentissages de l'administration système (dont Windows) qui est gérée identiquement.

Je commence par présenter comment j'annonce les modules aux étudiants en insistant sur la continuité. Ensuite,

je montrerai comment j'ai fait évoluer les énoncés, puis je montrerai comment les étudiants peuvent capitaliser sur les TPs précédents pour aller plus vite plus loin.

### 3.1 Présentation des modules aux étudiants

Pour montrer la continuité des modules tout au long du DUT, j'ai mis en place une séquence de dessins qui permet d'illustrer cela. Lors de ma première intervention, je leur déroule les écrans suivants pour qu'ils prennent conscience du déroulement du parcours.

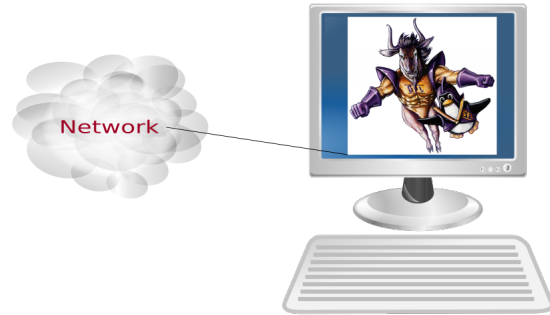


Figure 1: Le premier module, un ordinateur.

Le premier module commence par l'installation d'une station de travail : figure 1. Je leur présente donc une machine physique reliée à Internet. J'insiste sur le fait que cette machine, c'est celle qu'ils ont devant eux.



Figure 2: Le premier module, on ajoute une machine virtuelle.

Très rapidement, les étudiants manipulent les machines virtuelles : figure 2. J'utilise la solution KVM/QEMU avec des commutateurs virtuels VDE2. J'explique de nombreuses fois que cette solution permet d'utiliser les *mêmes commandes* que si les ordinateurs étaient physiques. Je commence alors à insister sur l'importance du dessin en leur expliquant qu'ils ont deux ordinateurs et qu'il y en aura de plus en plus.

Ensuite, je présente la mise en place d'un réseau virtuel avec des téléphones physiques et des serveurs de téléphonie



**Figure 3: Et on fait de la téléphonie en réseau.**

installés dans une machine physique ou virtuelle. Je leur explique que, bientôt, ils auront un ordinateur physique devant eux, mais aussi accès à un serveur distant (de l'autre côté du couloir). L'ordinateur local sera réinstallé lorsqu'il quittera la salle car il n'est pas possible de faire un TP sur un ordinateur qui n'a pas été installé après les étudiants précédents. Comme les données seront effacées, ils ont accès au serveur distant qui leur permettra de conserver leurs données, dont les machines virtuelles.

Ce serveur distant leur permettra de construire un réseau virtuel dans lequel ils installeront un serveur DHCP puis d'autres serveurs dont un serveur LAMP ou Asterisk.

Le dessin de la figure 3 leur montre la station sur laquelle ils peuvent installer des machines virtuelles et le serveur distant sur lequel ils peuvent installer tous (enfin presque tous) les serveurs qu'ils souhaitent. Pour information, sur un serveur vieux de cinq ans, la charge maximum atteinte n'a jamais dépassé cinq avec deux groupes d'étudiants simultanés. Je liste les éléments du réseau que j'administre avec les quelques centaines de réseaux et près d'une centaine d'ordinateurs physiques. Je conclus sur l'importance des dessins explicatifs.

La séquence contient une dizaine de dessins qui sont donc évolutifs. Je ne les présente pas tous ici.

### 3.2 Les énoncés de TP

Je présente ici comment je rédige les énoncés. Ce titre est mensonger. Les énoncés de TP disparaissent car les TPs sont transformés en projets. Parmi les messages émis vers les étudiants lors du discours initial, il y a les éléments suivants :

- il s'agit d'un seul TP sur deux ans ;
- c'est toujours la même chose, juste un cran plus loin à chaque fois ;
- nous allons construire un réseau privé de télécommunications lors du DUT ;
- le tout premier TP du premier semestre, sera utilisé lors du dernier semestre ;
- il faut conserver ses notes, surtout les erreurs pour aller de plus en plus vite ;
- faire des dessins pour visualiser les différents éléments.

Pour renforcer cela, j'ai transformé ma documentation. Les notes de cours, les énoncés de TD/TP ont été transformés en un document unique qui contient trois divisions principales :

1. le réseau *ici* ;
2. les modules (construits pour les notes) ;
3. construire un réseau d'entreprise.

La première division explique les modifications locales apportées à une installation standard. les adresses des serveurs, les adaptations spécifiques, comme les réseaux virtuels préinstallés, et la procédure pour pouvoir aller sur Internet. Les étudiants étant potentiellement administrateur des ordinateurs, ils sont identifiés par un proxy.

De plus, certains TPs, comme le provisioning de téléphones IP, que ce soit avec les AXS12 ou Asterisk impose une séparation des paillasses pour que les serveurs DHCP ne soient pas en conflit.

La deuxième division liste les éléments à réaliser par module. Pour chaque module, le texte commence par les objectifs et les compétences visées, puis explique la mise en œuvre locale et la notation du module.

Pour chaque module, il y a dix éléments à présenter. Les éléments sont sensés recouvrir les connaissances à acquérir pour le module. J'ai retravaillé les éléments pour que la note 20/20 soit possible, mais difficile. Certains éléments sont très faciles pour que tous puissent avoir quelques points dans le module et faciliter le début. Un des éléments du module *Introduction à la Téléphonie d'Entreprise* regroupe les actions suivantes :

#### Module ITE : élément numéro 1

Il s'agit ici de d'installer le serveur de téléphonie Asterisk. Puis connecter un téléphone physique sur ce serveur. Ensuite, il faut utiliser la console Asterisk pour passer des demi-appels vers et depuis le téléphone. Enfin, il faut montrer les fichiers de logs d'asterisk pour mettre en évidence un événement arrivé lors de la présence de l'enseignant et de montrer les données d'appel dans les fichiers CDR.

1. installation d'Asterisk ;
2. utilisation de la console ;
3. branchement d'un téléphone matériel ;
4. demi-appels depuis ce téléphone et vers ce téléphone ;
5. montrer une action qui se retrouve dans le fichier de log d'Asterisk ;
6. Montrer une donnée d'un appel passé dans les fichiers de données d'appel (CDR).

La troisième division est la plus grande. Elle est présentée comme un ouvrage permettant à une petite entreprise de construire son réseau privé sécurisé. J'explique aux étudiants que c'est comme dans la *vraie vie*, ils vont aller sur Internet et extraire de différents sites les informations utiles pour résoudre leur problème actuel. La documentation sur Internet ne répondra jamais exactement à leur question. J'en profite pour rappeler que google n'est pas leur ami.

La documentation est en ligne uniquement et accessible depuis le qrcode de la figure 4.

Les étudiants disposent tous d'un téléphone Android ou similaire et disposent d'un lecteur de code barre qui les redirige vers leur navigateur internet. Précédemment, lors de l'installation de la machine physique, comme ils n'avaient



Figure 4: Le qrcode vers la documentation.

plus d'accès à Internet et, surtout, pas de navigateur internet graphique, j'imprimais les consignes. C'était (presque) le dernier élément papier que j'utilisais dans mes cours. Avec le qrcode, ils ont les instructions sur leur téléphone, donc plus de papier !

J'ai donc présenté la liste des modules, la documentation et les actions demandées. Je mets aussi en place des méthodes de travail qui leur permet de rendre leur tâche de plus en plus facile.

### 3.3 C'est toujours la même chose, mais pas pareil !

J'ai donc expliqué aux étudiants, qu'il fallait travailler dans la continuité. Il y a donc le travail spécifique au module, et le travail que les étudiants peuvent réutiliser d'un module à l'autre. Le tout premier module montre les commandes fondamentales qu'ils utiliseront tout au long de la formation et plus tard, s'ils continuent dans les disciplines scientifiques.

Cette méthodologie se déroule sur tous les modules dans lesquels j'interviens sur les quatre semestres. Les éléments constants leur permet de se rassurer, de maîtriser leur environnement dans lequel ils peuvent évoluer. Je leur rappelle que ce qui est fait lors du premier TP leur servira constamment. Ensuite, je demande presque systématiquement qu'ils ressortent les notes passées s'il ont une difficulté sur un problème déjà vu.

Il faut aussi, leur faire remarquer les constantes qu'ils peuvent utiliser, comme :

- Vous arrivez sur une machine IP, vous commencez par identifier ses quatre paramètres (adresse, masque, route par défaut, adresse du serveur de nom).
- C'est un protocole IP : le client fait une requête, `tshark` doit la voir passer. Si `tshark` ne la voit pas passer, le problème est du côté client, sinon, que dit le serveur ?
- Certains serveurs utilisent une console pour obtenir des messages en temps réel et pouvoir interagir avec le serveur comme Asterisk, utilisez la !
- La plupart des serveurs fournissent des logs. Ils sont dans `/var/log`, allez les consulter.
- Les fichiers de configuration sont toujours dans `/etc/`.
- Utilisez le multi fenêtrage ! La plupart des étudiants abusent du *plein écran*. Certes, ils sont un peu formés. Il faut insister pour qu'ils aient (par exemple) un `tshark` sur chaque interface réseau, une fenêtre sur le poste distant et une fenêtre pour entrer les commandes sur le firewall.

Certains étudiants vont acquérir ces méthodes de travail. D'autres pas du tout. La majorité ne va pas les utiliser spontanément dans mes modules mais les utiliseront faci-

lement quand on leur pose la question, comme "*et que te dis tshark ?*"

J'ai montré comment je mettais les modules en place. J'ai rapidement constaté le besoin de mettre des règles de fonctionnement en place.

## 4. LA LOI !

Il y a quelques années, des étudiants qui étaient sûrs d'eux m'ont branché les câbles Ethernet sur les prises de téléphone analogique (ce sont toutes les deux des prises RJ45). J'ai donc pris l'habitude de devenir paranoïaque quand je vois un étudiant toucher une prise. Et donc, j'ai mis en place des règles de bon fonctionnement qui devraient, certes, être d'usage dans tous les locaux.

L'utilisation de règles de bon fonctionnement permet non seulement de limiter l'usure du matériel, mais aussi de fournir un cadre aux étudiants. De plus, cela leur enseigne qu'ils ne doivent pas faire n'importe quoi, ce qui est important pour les AXS, par exemple.

La salle comporte plusieurs réseaux différents : téléphone analogique, RNIS, IP avec POE, Ethernet (plusieurs VLANs), DVB. Certains PCs sont munis d'une clef Bluetooth, certains d'une clef WiFi et certains d'une clef TNT. Il est donc important que les étudiants ne débranchent rien, et ne branchent rien. Ils ont une forte tendance à croire qu'ils ont tout bon et que c'est l'ordinateur qui est en faute.

**Règle 1 :** Ne rien brancher, ne rien débrancher !

J'insiste beaucoup. Je n'hésite pas, quand c'est la cas à reconnaître que l'erreur est de mon fait. Mais, je tiens à savoir ce qui se passe.

**Règle 2 :** Par de nourriture !

C'est la seule salle du bâtiment dans laquelle la règle officielle est appliquée. En début d'année, certains me font remarquer que je ne respecte pas la règle 2. Je leur fait remarquer que si *un étudiant* fait tomber quelque chose sur le clavier, alors *je* doit réparer, et que si *c'est moi* qui fait tomber quelque chose sur le clavier, c'est aussi *moi* qui doit intervenir. Et qu'en conséquence, ce n'est pas symétrique. Les étudiants en conviennent facilement.

**Règle 3 :** On ne se balance pas sur les chaises de l'État !

Là, c'est une règle facile, mais elle a son intérêt. Depuis que nous avons investi dans de nouvelles chaises, je pourrais relâcher cette règle, mais non.

Ces règles sont simples, facilement admises et les étudiants trouvent qu'elles sont raisonnables. Ils les acceptent facilement et sont même confus, quand dans d'autres circonstances, je les croise avec une canette dans une (autre) salle avec du matériel technique.

La méthode est en place, laissons les jeunes faire leur premiers pas.

## 5. AVANCER PAS À PAS

J'avais constaté que les étudiants ne travaillaient pas pour un examen distant. Avoir instantanément la note les motive beaucoup pour travailler. Ils ne travaillent donc plus pour une note importante qui représenterait le travail du module, mais doivent effectuer des éléments plus simples qu'ils doivent valider par une mini-soutenance. C'est une notion classique de psychologie, si la tâche paraît trop difficile, il faut la diviser en sous-tâches envisageables.

Historiquement, je disposais de sujets de TPs pour chaque module. J'ai extrait de ces sujets dix éléments. Les étudiants

doivent réaliser chacun de ces dix éléments. Chaque élément est noté sur deux points. Pour obtenir ces points, chaque étudiant doit montrer ce qu'il a réalisé. Cela fait donc dix mini-soutenances par étudiant. Cela me fait quelques kilomètres par séance.

Il n'y a donc plus de contrôle classique. Les étudiants ont chacun dix notes potentielles par module. L'affichage se fait en direct-live (figure 5). Si un étudiant quitte la salle, c'est qu'il est d'accord avec sa note. J'invite les étudiants à me rappeler relativement rapidement si j'ai oublié une note.



Figure 5: La salle de TP avec les résultats.

La notation valide que l'étudiant a réussi (une fois) à faire l'action demandée. Je n'hésite pas à poser des questions complémentaires si j'ai un doute. Mais en général, c'est bien l'étudiant qui a fait l'action. Souvent avec l'aide de ses collègues.

Une des premières actions concrète à été donc de remplacer le contrôle, qu'il soit sur papier ou sur moodle, par dix compétences à démontrer. Ceci permet de limiter le découragement initial. Un autre effet de cette méthode, c'est de rapprocher la note du travail réalisé.

## 6. RAPPROCHER LA RÉCOMPENSE

L'éloignement du contrôle ne motive pas les étudiants. Ils considèrent qu'il auront le temps et donc qu'il n'est pas utile de travailler pendant les sessions. J'ai donc tenu à rapprocher la notation et aussi de la diviser. Plutôt qu'une seule note représentant le module (voire deux pour satisfaire l'administration), j'ai souhaité mettre le plus de notes possibles, le plus près de l'action. Je suis resté sur le compromis de dix notes, ce qui est acceptable pour l'enseignant (60 étudiants fois dix notes, cela fait 600 soutenances par module (plus les erreurs)).

Les étudiants peuvent recommencer autant de fois que nécessaire dans la limite du temps disponible. Cela éloigne aussi la peur de l'échec.

À l'issue de chaque soutenance, je dois donc regagner le poste central et appliquer la modification (figure 6). Il faut se tenir à cette action, car parfois, en particulier vers la fin de l'année scolaire, il est difficile de se souvenir quel élément un étudiant a validé ou si il a bien tout validé.

Parfois, j'oublie et l'étudiant sors de la salle sans vérifier.

Prénom	A	le	S	S	op	V	Ce	Sy	Sy	Ax
Chemseddine	2	2								
Yann										
Cyan	2	2								
Florent	2	2								
Julien										
Marion	2	2								
Matthew										
Pierre	2	2								
Dany	2	2								
Florian	2	2								
Matthew	2	2								
A Eric										
Thomas	2	2								
Benjamin	8	2	2	2	2					
Sacha										
Andréa	2	2								

Figure 6: L'écran des résultats.

Lors de la séance d'après, il vient contester. Je rappelle alors la règle 4 :

**Règle 4 :** si vous sortez de la salle, c'est que vous êtes d'accord avec la notation !

Les étudiants essaient aussi de grappiller des parties d'éléments. Il faut éviter cela qui risque d'augmenter le nombre de soutenances. De plus, quelques jours plus tard, si l'étudiant veut valider complètement l'élément, il est difficile de se souvenir de ce qui a déjà été fait. Dans ce cas, il doit tout revalider. Donc, l'étudiant doit tout soutenir en une fois, quitte à recommencer s'ils ratent un élément. Cela les aide à préparer ce qu'ils doivent dire. Pour être gentil, lors de la dernière session, j'accepte les soutenances partielles.

Les étudiants se rendent compte assez facilement que ce qui est difficile, c'est d'y arriver une fois. Le refaire est assez facile et ils sont facilement d'accord pour refaire la soutenance s'il y a eu un problème.

J'ai donc montré ce que j'ai mis en place. Comme les étudiants viennent dans un groupe de TP, ils sont attirés par le travail de groupe. C'est un élément de la réussite de cette méthode.

## 7. C'EST UN TRAVAIL DE GROUPE

Les notations sont individuelles, mais je ne dissuade pas le travail de groupe, je l'encourage bien au contraire. Je mets en place quelques limites : les étudiants ne doivent pas toucher le clavier du collègue, et pendant la soutenance, ils ne doivent pas dicter la solution. J'ai remarqué plusieurs intérêts :

- si un collègue le dit, alors c'est vrai ;
- si lui, il l'a fait, alors je peux le faire ;
- je ne veux pas rester tout seul !

Le premier constat, c'est que je suis un prof, et que ce que je demande est trop compliqué. Mais les bons étudiants

expliquent de nouveau aux autres ce que j'ai dit. Les actions deviennent alors possibles. J'évite d'intervenir dans ces explications.

L'autre constat, c'est qu'en arrivant, la plupart des étudiants savent que *c'est trop dur!* Néanmoins, dans chaque groupe, certains étudiants commencent à faire quelques éléments. Ils collectent quelques points et expliquent aux autres que ce n'est pas si dur.

Donc, la plupart se mettent à travailler, engrangeant quelques points et se rendent compte qu'ils peuvent y arriver.

Il en reste peu qui ne font vraiment rien. Mais alors, ils se retrouvent isolés. Ils tentent alors de rejoindre le groupe et quémangent à leur collègues quelques questions simples, et se mettent à leur tour à travailler. Il reste à les encourager. Ceci reste à modérer. L'année dernière deux étudiants restaient loin derrière leur groupe. Ils avaient donc, en quelque sorte, créé un petit groupe de deux, ce qui leur permettait de ne pas souffrir de leur isolement. L'un des deux a abandonné, l'autre s'est remis au travail. Un des intérêts notables, c'est que l'étudiant restant a pu glaner des points et ne s'est pas senti perdu définitivement. Les étudiants en retard sentent qu'ils peuvent revenir sur la scène, ils ne sont pas définitivement exclus.

Je n'avais certes pas prévu tous ces bénéfices lors de la mise en place de ma méthode, mais j'essaie de capitaliser dessus. Je suis de plus en plus conscient que ma méthode reste artisanale et qu'elle mérite d'être développée.

## 8. POUR ALLER PLUS LOIN

La suppression des cours et des documents papier est certes une approche attractive pour les étudiants, mais elle crée des vides. Le discours magistral reste important. Pour le moment, je le dilue dans les séances en faisant cinq minutes d'intervention en début de cours ou quand de nombreux étudiants butent sur le même problème.

Je voudrais enregistrer ces interventions pour que les étudiants puissent les consulter chez eux. Pour cela, je voudrais investir dans un micro sans fil. Je pourrais alors enregistrer le son du discours et les transparents. Dans le cas d'un discours sans transparents préparés à l'avance, il serait possible d'enregistrer le tableau à l'aide d'un raspberry-pi et de sa caméra.

L'utilisation de documents électronique ouvre aussi la possibilité de faire des explications à l'aide de petits films. Il est possible de créer un enregistrement vidéo d'une partie de l'écran avec `recordmydesktop` ou d'autres logiciels. J'ai donc commencé par filmer l'installation d'un ordinateur sous GNU-Linux (figure 7). Je présente ce film en classe, mais je n'ai pas enregistré le son.



Figure 7: Histoire sans paroles : l'installation.

Ce genre de films a aussi l'avantage de *prouver* que l'installation prend le temps indiqué. Il suffit de faire apparaître la durée d'enregistrement. Pour l'instant, je n'ai pas cherché à optimiser la taille du fichier ou intégrer cela sur un serveur de vidéos.

J'ai aussi commencé à regarder comment faire des dessins animés pour illustrer une explication. Le logiciel `ffDiaporama` permet de faire facilement des petites animations. Il faut créer les étapes du dessin et les images intermédiaires sont construites automatiquement. Au bout de quelques minutes, j'avais fait ma première animation. Je ne souhaite pas réaliser des dessins animés professionnels, mais c'est suffisant pour commencer.

Pour travailler sur la motivation des étudiants, nous mettons en place un `Fablab`, orienté télécoms. Il s'agit de pousser les étudiants à avoir *envie de faire*. Notre partie `Fablab` est, pour l'instant, une annexe du *Laboratoire d'Aix-périmentation et de Bidouille* hébergé dans les locaux de l'IUT à Aix en provence.

Après avoir dit du bien de ma méthode, j'avoue avoir quelques éléments qui me chagrinent un peu. J'essaie de les surpasser, mais l'aide de collègues serait la bienvenue.

## 9. LES ÉCUEILS

Au bout de quelques années, je fais le point et j'essaie d'évaluer les faiblesses. J'en ai remarqué plusieurs.

La première faiblesse, c'est la sélection des dix éléments. Faut-il harmoniser la notation? C'est à dire, est-ce que les points doivent toujours avoir le même poids ou doit-il y avoir des éléments plus chers que d'autres? De plus, il faut faire la part des choses entre couvrir ce qui est écrit dans le PPN et ce que les étudiants peuvent faire. Ce qui me rassure, c'est que les questions sont chaque année plus difficiles. Les étudiants progressent d'une année sur l'autre.

L'autre faiblesse, c'est comment mettre une note à un étudiant. Je commence, malgré la réécriture des questions, à avoir de plus en plus d'étudiants qui vont avoir un joli 20/20. Les notes basses augmentent aussi d'un an sur l'autre. Pour le moment, j'ai une question ou deux très facile que tous vont faire et j'ai des questions difficiles pour limiter la note maximum.

Il est parfois difficile de détecter un étudiant renfermé. Il faudrait faire la différence entre l'étudiant qui ne veut pas travailler et celui qui n'ose pas appeler. Certains étudiants préfèrent appeler une fois à la fin et dérouler tous les éléments en une fois, ce ne sont ni les meilleurs, ni les pires.

Je reste tout seul pour le moment et il me manque les éléments de propagande qui font préférer aux étudiants ce qui est soutenu par un industriel. Je me suis rapproché de Libertis (commission Logiciel libre de l'association d'entreprises Medinsoft) afin que des industriels viennent dans mes sessions de TPs pour assurer cette partie de propagande.

## 10. CONCLUSION

La méthode fonctionne bien et est bien perçue par les étudiants. Je constate un réel progrès des étudiants, que ce soit pour leur motivation ou pour leurs compétences acquises. Les modules de seconde année permettent de clairement vérifier ce point.

Encore une fois, pour aller plus loin, il faut constituer un groupe d'enseignants motivés.