

Mise en place d'un module de synthèse des enseignements Réseaux, Systèmes et Télécoms

Gérard Chalhoub, Joël Toussaint
Département Réseaux et Télécommunications
IUT de Clermont-Ferrand – Université d'Auvergne
BP 86 – 63172 AUBIERE CEDEX
gerard.chalhoub@udamail.fr, joel.toussaint@udamail.fr

Abstract— Ce papier décrit un module d'enseignement qui permet de synthétiser les connaissances et les compétences acquises durant les 2 années de DUT dans les modules réseaux, systèmes et télécommunications. Il s'agit d'une série de travaux pratiques pendant laquelle les étudiants doivent répondre au cahier des charges d'une entreprise souhaitant mettre en place une infrastructure de réseau complète et sécurisée. Sur les deux années depuis que nous avons mis en place ce module, le retour des étudiants montre qu'ils l'ont beaucoup apprécié et notre expérience nous a convaincu de sa nécessité.

Keywords— *réseau d'entreprise, services réseaux, interconnexion, module de synthèse.*

I. INTRODUCTION

Le découpage en modules du Programme Pédagogique National implique que les compétences enseignées aux étudiants se fait de façon morcelée, sans qu'une synthèse ou un enseignement transversal ne soit fait. Nous avons jugé intéressant pour les étudiants de proposer un module permettant aux étudiants de mobiliser les connaissances acquises dans les modules réseaux, système et télécommunications. Concrètement, il est demandé aux étudiants de concevoir, installer, configurer l'infrastructure réseau d'une petite entreprise fictive, et de déployer un maximum de services réseaux. Le premier objectif est technique. Il s'agit d'être capable non seulement de refaire ce qui a été vu dans les modules réalisés au cours des deux années de formation de DUT mais aussi de faire fonctionner l'ensemble, de faire un travail d'intégration : s'apercevoir de l'inter-dépendance entre les éléments mis en place et par conséquent travailler sur l'interconnexion entre ces éléments. Le second objectif est d'apprendre à mettre en place un travail de groupe. Le projet est en effet proposé à des groupes de quatre étudiants en moyenne, et pour pouvoir obtenir un résultat satisfaisant dans un temps limité, cela nécessite un partage du travail. Il y a donc un antagonisme entre la nécessité de mettre en place une solution qui fonctionne dans son ensemble et ce partage. Ainsi, une réflexion est nécessaire de la part des étudiants sur une stratégie de résolution des problèmes de façon efficace.

Après avoir décrit la démarche proposée, la solution attendue et les moyens mis en œuvre, nous décrirons le rôle de l'enseignant dans sa démarche d'accompagnement et

d'évaluation. Ce module est mis en place depuis deux ans, nous présenterons un retour d'expérience issu à la fois de ce que nous avons constaté et d'une évaluation faite par les étudiants. Nous terminerons par une présentation critique de l'intérêt effectif de ce module et évoquerons des pistes d'amélioration.

II. Description du module

II.A - Descriptif de la démarche

L'exercice est proposé aux étudiants au semestre 4 dans le cadre d'un module complémentaire constitué d'une série de 7 séances de trois heures de Travaux Pratiques, pour un volume global de 21h de TP. Il n'y a ni cours magistraux, ni travaux dirigés. Le travail est effectué par groupe de quatre étudiants (plus ou moins un si la taille du groupe de TP n'est pas exactement de 12). Le déroulement des séances permet successivement de mener une réflexion sur la solution à installer, de mettre en place une infrastructure de base, d'installer des serveurs puis de faire l'évaluation du travail réalisé. De façon plus fine, le découpage par séance est le suivant :

Séance 1

La première séance est consacrée à la présentation par l'enseignant de la démarche et du cahier des charges, à un temps de réflexion par chaque groupe d'étudiants pour constituer les grandes lignes de leur solution, puis d'une présentation orale de cette solution. S'il reste du temps, les étudiants commencent à travailler sur le matériel pour mettre en place la solution.

Le cahier des charges fourni (annexe 1) est relativement informel afin de ne pas donner d'indications techniques et donc d'obliger les étudiants à imaginer une solution complète et cohérente, tant du point de vue matériel et logiciel que sur les aspects organisation du travail. Nous insistons également sur la nécessité de fiabiliser et sécuriser la solution. Au bout d'une heure trente, chaque groupe vient présenter sa solution dans une salle indépendante de la salle de TP. L'enseignant souligne les manques, rediscute et redéfinit si nécessaire les priorités. Suite à cette discussion, chaque groupe d'étudiants rédige sa proposition qui constitue également son engagement de réalisation.

A titre d'exemple, la figure 1 présente une solution -qui nous paraît répondre à la problématique.

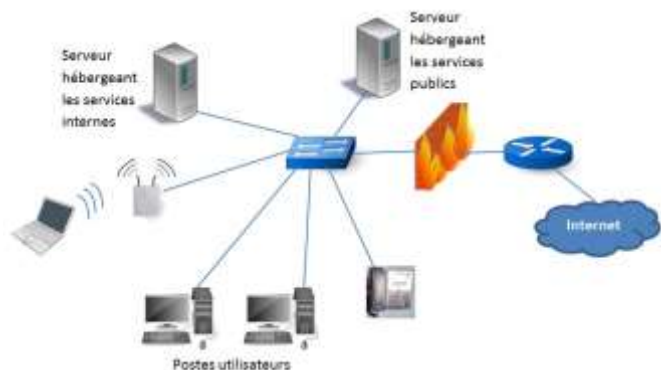


Figure 1. Exemple d'infrastructure possible

Outre ce schéma nous attendons des étudiants une traduction technique succincte des besoins de l'entreprise qui ont été exprimés dans le cahier des charges. Cela peut se résumer par le descriptif qui suit :

Une dizaine de postes Utilisateur :

Chaque poste sera composé d'un ordinateur, d'un téléphone/softphone, d'un compte utilisateur, d'une adresse email et d'un accès à une imprimante.

Équipements Réseau :

- 1 Switch
- 1 Switch PoE
- 1 point d'accès Wi-Fi

Architecture du réseau :

- Découpage en sous réseau et en VLAN.
- Mise en place d'un serveur qui héberge les machines virtuelles.

Services:

- LDAP : authentification des utilisateurs via leur compte sur chaque machine.
- DHCP : gestion de la configuration IP de tous les PC des employés et des infos de config des téléphones.
- DNS : gestion du domaine de l'entreprise, mise en place d'une politique *split horizon*.
- Web : accès possible depuis l'intérieur et l'extérieur de l'entreprise au site web de l'entreprise.
- Mail : gestion des boîtes mail de l'entreprise (émission/réception).
- Serveur de téléphonie : mise en place d'un call server de ToIP.
- Fiabilité : mise en place d'un système de backup/sauvegarde, centralisation des comptes à l'aide de samba, partage de dossier à travers le réseau.
- Impression : service d'impression via le réseau.

Sécurité :

- Filtrage/NAT : mis en place des règles de filtrage et de NAT sur le trafic entrant et le trafic sortant.

- Monitoring : surveillance des équipements actifs et des machines critiques.
- VLAN : téléphonie, employés, Wi-Fi, routage inter-VLAN.
- Authentification centralisée : compte utilisateur, client de messagerie.
- Proxy : mise en place des restrictions d'url.
- Anti-virus : un système d'anti-virus centralisé.
- Sécurisation du réseau WI-FI

Séance 2 et 3

Elles sont destinées à la mise en place de l'infrastructure de base : configuration de VLAN sur les équipements, interconnexion à Internet via le réseau de l'IUT (configuration du routage, en particulier du routage inter-VLAN), configuration minimale des clients et serveurs afin que toutes les connectivités IP requises soient assurées.

Réussir cette première étape est important : nous nous sommes aperçus que si cette mise en place n'était pas clairement définie comme un objectif dès le départ avec une échéance au bout de deux séances, les étudiants avaient parfois tendance à la négliger et à travailler sur la mise en place de serveurs indépendants. L'intégration globale s'avère alors difficile et cela a des conséquences négatives sur la réussite globale du projet.

Séance 4 à 6

Elles sont destinées à la mise en place des autres services : annuaires, DNS, DHCP, système de fichier partagé, mail, web, téléphonie, wifi... en considérant les aspects sécurité et fiabilité.

Séance 7

Elle est destinée à l'évaluation sous forme de présentation et démonstration du bon fonctionnement ainsi que d'un travail d'auto-évaluation par les étudiants. Cette démarche d'évaluation est expliquée au paragraphe II.D. Le module se termine par une évaluation de l'enseignement : chaque étudiant remplit un questionnaire anonyme : nous en ferons une synthèse au paragraphe III.B.

II.B - Descriptif du matériel et des logiciels fournis :

Matériel à disposition dans la salle de TP

Chaque groupe d'étudiants dispose de 4 ordinateurs. De façon native, ces machines sont équipées d'un système de double boot linux-wheezy et windows, les étudiants en sont administrateurs. Comme ces machines sont « clonables » et que les étudiants n'ont donc pas la garantie de récupérer la configuration faite d'une séance à l'autre, nous leurs confions pour la durée du module deux disques durs amovibles sur lesquels ils vont faire les configurations qu'ils souhaitent pérenniser d'une séance à l'autre. Ces disques sont pré-configurés avec un système Linux disposant du logiciel VMware Player et de machines virtuelles Linux et windows préconfigurées que les étudiants peuvent copier selon leurs

besoins à l'aide d'un utilitaire de copie créé par le technicien de la DSI rattaché au département.

Chaque groupe dispose en outre d'un switch et d'un point d'accès. Pour la partie routeur et pare-feu, nous leur conseillons de le faire sur PC avec Iptables plutôt que d'utiliser des routeurs et firewall matériel : les étudiants sont familiarisés avec cet outil et cela leur permet de gagner du temps.

Intégration dans l'infrastructure du département et de l'IUT

Pour pouvoir accéder à Internet, les étudiants passent par l'infrastructure de l'IUT et, pour les accès web, par le proxy de l'IUT. S'ils désirent mettre en place de la téléphonie, ils ont la possibilité soit d'utiliser les IPBX ou les Serveurs d'appels que nous utilisons en TP avec soit une interconnexion RNIS avec Orange, soit un trunk SIP avec l'opérateur Hexatel. Le DNS que les étudiants configurent n'est pas interconnecté à une infrastructure globale : c'est un point que l'on ne peut aborder dans le temps imparti.

Pour installer des paquets linux, les étudiants disposent d'une image locale des dépôts apt officiels.

Enfin, l'ensemble des ressources dont disposent les étudiants (infrastructure et configuration du réseau du département, mise à disposition de matériels et logiciels...) est documenté sur le serveur web du département.

II.C - Rôle des enseignants

Durant cette série de TP, chaque groupe d'étudiants avance à son rythme pour réaliser la proposition validée et qui répond au cahier des charges. L'enseignant, après avoir présenté et expliqué le cahier des charges, veille durant les séances au bon avancement du travail.

Nous laissons les groupes d'étudiants réfléchir librement à la réponse au cahier des charges, notre rôle est de pointer les manques, de leur indiquer qu'il faut penser non seulement aux aspects techniques (la conception de l'architecture matérielle, sa configuration, les choix de serveurs) mais aussi organisationnels, la démarche à mettre en œuvre (l'ordre dans lequel déployer les solutions, quelles priorités se donner, comment se partager le travail).

Une première évaluation intermédiaire est faite pour vérifier que les étudiants ne soient pas partis sur de mauvaises pistes et pour les recadrer si besoin. Au cours des séances, le rôle de l'enseignant reste au niveau du guidage avec moins de soutien technique qu'en séance de TP classique. Le but étant de sensibiliser les étudiants aux bonnes pratiques d'un travail en équipe. En effet, apprendre à s'organiser, planifier et répartir les tâches, tester et valider les installations, identifier et résoudre les problèmes, font tous partie de l'apprentissage de ce module.

Les étudiants sont attendus pour fournir une infrastructure opérationnelle au bout des 6 séances de TP avec un maximum de fonctionnalités et de services déployés conformément à la proposition validée dans les premières séances. Ils sont donc

responsables de rendre un travail conséquent avec une échéance précise. Les étudiants doivent veiller à ce que leur solution fonctionne le jour de l'évaluation et résoudre les problèmes en adoptant une stratégie efficace de débogage et de troubleshooting. L'enseignant accompagne les étudiants dans leur réflexion, leur démarche et leur méthodologie de travail sans pour autant participer à la réalisation du travail sauf dans des cas bloquants et exceptionnels qui empêchent l'avancement et l'apprentissage.

II.D - Evaluation

L'évaluation du travail rendu se fait de la façon suivante. Durant la dernière séance de TP, chaque groupe d'étudiants met en place l'infrastructure qu'il a pu réaliser et l'enseignant vérifie le bon fonctionnement des différents éléments attendus. Durant cette phase de vérification, l'enseignant interroge les étudiants sur les aspects techniques de la solution. Un score est ainsi donné à chaque groupe à l'issue de cette phase.

Ensuite, une grille d'évaluation individuelle est proposée à chaque étudiant lui permettant de s'auto-évaluer et d'évaluer les autres étudiants du même groupe. Dans cette grille, il est demandé à chaque étudiant de répartir 60 points à l'ensemble des étudiants du même groupe. Le but de l'évaluation individuelle est de permettre aux étudiants de prendre la responsabilité de se juger et de juger l'apport de chacun.

La grille recense 4 critères d'évaluation avec 5 niveaux de notation (5: Très satisfaisant / 4 : Satisfaisant / 3 : Juste correct / 2 : Insuffisant / 1 : Très insuffisant) :

- Etre force de proposition, et prendre des initiatives constructives.
- L'efficacité et la fiabilité d'un travail réalisé individuellement.
- Avoir une attitude constructive : écoute de l'autre, aide en cas de besoin, reconnaissance de ses erreurs, etc.
- Niveau d'expertise : rechercher et apporter des connaissances nécessaires, expliquer aux autres.

Une moyenne des scores attribués par les étudiants est ainsi obtenue pour chaque étudiant. Cette moyenne est ensuite rapportée proportionnellement au score du groupe. Par exemple, pour un groupe qui aurait obtenu un score de 53/60, un étudiant de ce groupe avec une moyenne de score individuel de 16,25 est converti en 14,35. Ainsi, 14,35/20 constitue la note de cet étudiant.

III - Retour d'expérience et intérêt de la démarche

Ce type d'exercice comporte plusieurs nouveautés pour les étudiants. Nous proposons ici un retour sur les points qui nous semblent importants :

- Le travail d'intégration. Le travail demandé dans les TPs classiques porte sur la mise en place de solutions

répondant à une problématique très ciblée. Les étudiants prennent ici conscience de la difficulté d'intégrer les solutions techniques les unes avec les autres. Il faut non seulement maîtriser la technique elle-même mais le travail d'intégration nécessite un effort spécifique de réflexion et d'organisation. Si dans l'ensemble les étudiants parviennent à une solution opérationnelle, certains objectifs ne sont pas atteints, en particulier l'utilisation d'annuaire par d'autres services. C'est clairement un élément à améliorer dans la démarche.

- Le travail en équipe. Les étudiants sont habitués à travailler en binôme que ce soit pour les travaux pratiques ou le projet. Nous leur demandons ici de travailler par quatre. Ils s'aperçoivent rapidement que pour avancer, ils ne peuvent plus compter uniquement sur le « bon élève » du groupe, chacun doit se prendre en main et apporter sa contribution. Ils prennent également conscience de la nécessité de se coordonner efficacement même si dans les faits l'organisation n'était pas toujours optimale.

- La gestion des absences. Un étudiant qui s'absente pénalise le groupe. Cela a parfois eu des effets bénéfiques : lorsqu'un bon étudiant est absent, cela impose aux autres étudiants de se prendre en main, cela a aussi incité certains à être plus assidus. Lorsque nous jugeons les raisons de l'absence pertinentes, nous en tenons compte dans la note finale.

- L'auto-évaluation. Nous nous attendions à un rejet de la part des étudiants mais cela n'a pas eu lieu. Les stratégies adoptées par les étudiants pour mener à bien cette auto-évaluation sont très variables : certains groupes continuent le travail en commun et s'entendent pour répartir les points : soit en essayant de se répartir les points conformément à la contribution de chacun (cas général), soit en attribuant le même nombre de points à chaque étudiant du groupe (plus rare). D'autres groupes décident de faire une évaluation indépendante. En général la répartition des points correspond plutôt bien à ce que nous constatons lors des séances. Nous sommes parfois surpris par certains étudiants qui se sous-estiment, moins par d'autres qui se surestiment !

III.B – Retour des étudiants

A la fin de la dernière séance, nous avons demandé aux étudiants d'évaluer le module suivi. Le but étant de récolter les opinions des étudiants afin d'améliorer certains aspects. Suite à la première année, un point a été remonté par une bonne partie des étudiants réclamant un meilleur cadrage de leur travail afin de mieux gérer leur temps et avoir une solution opérationnelle à la fin de la série. Effectivement, les étudiants perdaient trop de temps à faire des choses dans le désordre. Ceci leur a coûté trop d'heures de travail sans que ce soit profitable pour l'objectif visé. Ainsi, l'année suivante nous avons mis en place une évaluation intermédiaire qui consiste à vérifier le bon fonctionnement de l'infrastructure du réseau. De cette façon, les étudiants adoptent un planning qui leur permet d'avoir une infrastructure de base opérationnelle qui hébergera par la suite les différents services prévus dans la proposition initiale.

D'autres points récurrents sont aussi remontés comme le manque du temps pour tout finir (qui est en partie lié au point évoqué précédemment) ou bien la demande d'avoir davantage de soutien technique. En effet, sur ce dernier point, les étudiants n'ont pas l'habitude de travailler en autonomie pendant une longue durée. C'est un peu ce qu'ils font par exemple en projet tutoré mais pas en TP. Ainsi, le fait d'avancer seul, prendre des initiatives et résoudre les problèmes de configuration en autonomie est un exercice difficile pour certains.

Certains étudiants nous ont proposé de concentrer les séances de TP sur une période plus courte (pour le moment nous faisons une séance de 3h par semaine). Ceci leur permettra de faire ce module après la fin d'autres modules qui peuvent leur servir. L'année prochaine nous comptons en effet organiser les séances de TP de façon à faire 2 séances de TP consécutives par semaine de façon à ce que les étudiants puissent travailler avec un minimum d'interruption.

La quasi-totalité des étudiants nous ont fait savoir qu'ils ont apprécié le module qui leur permet de traiter un cas d'étude complet qui regroupe une bonne partie des compétences acquises durant la formation.

III.D – Difficultés du travail en équipe

L'exercice que présente ce module est très formateur pour les étudiants. Cela commence par la constitution des groupes. Pour travailler efficacement, il faut réunir un groupe de 4 étudiants qui ont une certaine entente et des compétences techniques qui leur permettent de réaliser ce qui est demandé. Ensuite, le travail en équipe de 4 étudiants impose une bonne gestion et une répartition intelligente des tâches en fonction des qualités de chacun. Quand il s'agit de répartir les tâches, un planning est impérativement à respecter afin de ne pas retarder l'ensemble.

De façon naturelle, et dans la majorité des cas, cette organisation permet à un leader de se manifester dans chaque groupe. Ce leader représente d'une façon ou d'une autre ce qu'un chef d'équipe de techniciens représente dans un service d'informatique d'une entreprise. Ce rôle, que peu de personnes sont qualifiés pour remplir, quand il est assumé par la bonne personne affecté directement le travail final qui est le résultat des efforts de l'ensemble de l'équipe. L'absence d'organisation pénalise très fortement le groupe et retarde l'avancement du travail.

IV. Conclusion

Au bout de 21 heures de TP, les étudiants sont parvenus à mettre en place l'infrastructure requise. Mais pour ce qui est des services, ils ne sont pas forcément allés suffisamment loin que nous l'aurions désiré dans le travail d'intégration. Il y a à cela deux causes essentielles : le manque de temps, le manque de connaissances (notamment l'incapacité à mobiliser des connaissances normalement acquises au cours des modules précédemment enseignés).

Concernant le manque de temps, nous n'aurons localement pas la possibilité d'augmenter le volume horaire. Nous allons cependant regrouper les séances deux par deux (au cours de la même journée) pour que les étudiants perdent moins de temps à retrouver leur configuration d'une séance à l'autre. Ce manque de temps est souvent accentué par une organisation du travail de groupe non optimale, le point d'étape à mi-chemin où l'on demande aux étudiants d'avoir terminé le déploiement de l'infrastructure de base est essentiel.

Concernant le manque de connaissances, les résultats obtenus par les étudiants nous ont aussi permis de nous apercevoir de certains manques dans la formation. A titre d'exemple, l'enseignement des annuaires doit être amélioré notamment dans la perspective d'être capable d'interconnecter un annuaire avec les autres services.

Pour que ce travail fonctionne bien, il faut évidemment qu'il soit placé le plus tard possible, après que les modules dont il dépend aient été enseignés. A Clermont ce n'est que partiellement possible ce qui amène les étudiants à faire des choix par défaut de services à déployer ce qui n'est en soit pas grave : ils n'ont de toute façon pas le temps de tout faire.

Cet enseignement a globalement permis aux étudiants de prendre conscience que la mise en place d'une infrastructure réseau n'est pas chose aisée, qu'elle mobilise non seulement des compétences techniques mais aussi une capacité à travailler ensemble. C'est un très bon travail de synthèse apprécié des étudiants mais aussi des enseignants !

Annexe 1 : le cahier des charge proposé

Vous travaillez au sein de RTOptimum, société qui propose du déploiement de systèmes d'informations dont le slogan est « Un travail optimum pour une solution optimale ! ».

Vous êtes contacté par une autre petite entreprise d'une quinzaine de personne qui, à l'occasion d'un déménagement, souhaite renouveler complètement son infrastructure réseaux-informatique.

Elle vous sollicite pour répondre au cahier des charges suivant.

Dans les locaux prévus, une infrastructure passive (le câblage, les baies) a déjà été réalisée. Vous devez mettre en place toute l'infrastructure active, réseau et système, nécessaire au bon fonctionnement de l'entreprise : installation, configuration, test des équipements (serveurs, clients, actifs du réseau).

Cette société doit disposer :

- d'une capacité à communiquer (internet, téléphonie) en interne et avec le reste du monde ;
- d'un nom de domaine ;
- d'un site web.

Les employés de cette société devront disposer d'un compte informatique, d'une boîte mail, d'une solution de communication unifiée, d'un espace de stockage de ses données.

La mise en place de l'infrastructure doit donc permettre :

- l'accès à des ressources matérielles (imprimantes...) ;

- l'accès à des ressources logicielles ;
- l'accès à un espace commun de stockage.

Les postes « clients » sont des machines sous Windows XP, Seven ou sous Linux Debian Wheezy. Ce sont pour certains des postes portables donc une solution permettant la mobilité à l'intérieur des locaux de l'entreprise devra être mise en place.

Votre client exige que votre solution soit fiable, disponible et sécurisée : elle désire se prémunir contre les malveillances (que la source de ces malveillances soit externe à l'entreprise ou interne), que ses données soient pérennisées, que son infrastructure reste opérationnelle avec un taux de disponibilité élevé.

Le client désire également minimiser les coûts en licence donc privilégie des solutions libres.