

---

## L'ingénierie pédagogique d'un système d'apprentissage en ligne: une étude de cas

**Franklin Kimbimbi\*, Martine Willekens\*\***

\* Centre des Technologies au service de l'Enseignement (CTE), Cellule PRAC-TICE (Pédagogie, Recherche- Action et TICE)

Université Libre de Bruxelles

50 avenue F. D. Roosevelt – CP 160/26

1050 Bruxelles

Franklin.Kimbimbi@ulb.ac.be

\*\* Haute Ecole Francisco Ferrer – catégorie paramédicale

4 rue de la Fontaine

1000 Bruxelles

martine.willekens@he-ferrer.eu

---

*RÉSUMÉ. L'évolution des fonctions professionnelles liée à celle des connaissances et des techniques donne lieu à des offres renouvelées de formation dans l'enseignement supérieur. Par ailleurs, l'évolution des profils des publics qui s'engagent dans les études supérieures et l'augmentation des effectifs concernés imposent également une réflexion pédagogique. Dans de telles circonstances, les enseignants sont confrontés à la nécessité de faire évoluer leurs cours. Un besoin de réflexion et de propositions méthodologiques s'impose. Le cas développé dans cet article - l'élaboration d'un système d'apprentissage en ligne consacré à la bactériologie médicale - vise à illustrer, au travers d'une étude de cas, l'intérêt d'adopter une méthode d'ingénierie pédagogique. Plus spécifiquement, l'exemple traité correspond au cas de figure actuellement le plus fréquent dans le domaine de l'e-learning : la transformation d'un cours traditionnel donné sur le mode présentiel en un environnement d'apprentissage virtuel.*

*MOTS-CLÉS : ingénierie pédagogique, système d'apprentissage, apprentissage en ligne, e-learning, bactériologie médicale.*

---

## 1. Introduction

Financé par la Ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche scientifique en Communauté française de Belgique, le projet COUPOLE (janvier 2003-décembre 2005), mené conjointement par le Centre des Technologies au service de l'Enseignement (CTE) de l'Université Libre de Bruxelles et la Haute Ecole Francisco Ferrer, visait à développer l'offre de formations en ligne au sein du pôle universitaire européen Wallonie-Bruxelles<sup>1</sup>. Vu les coûts importants en ressources et en temps qu'occasionne le développement de ce type d'enseignement, il semblait bénéfique que les institutions d'enseignement supérieur du pôle puissent développer des synergies et partager l'expertise en la matière.

Dans le cadre de COUPOLE, il était notamment question que le CTE de l'Université Libre de Bruxelles soutienne les enseignant(e)s de plusieurs hautes écoles du pôle universitaire européen Wallonie-Bruxelles dans la conception et la mise en œuvre de plusieurs cours en ligne. Plus spécifiquement, il s'agissait de les former aux concepts fondamentaux de l'enseignement en ligne (formation pédagogique) ainsi qu'aux technologies propres à cet enseignement (formation technique). Par ailleurs, le CTE était chargé d'accompagner ces enseignant(e)s tout au long de la conception et du développement de leur cours en ligne. Cet accompagnement consistait en conseils, soutien méthodologique ainsi que suivi régulier du cours à mettre en ligne.

Lors de la première phase du projet COUPOLE (janvier 2003-décembre 2003), quatre cours en ligne furent conçus et développés. A la seconde phase du projet (janvier 2004-décembre 2005), trois cours en ligne furent élaborés dont un cours en ligne consacré à la bactériologie médicale. Ce cours, créé à la catégorie paramédicale de la Haute Ecole Francisco Ferrer, servira de cas pour illustrer l'apport d'une méthode d'ingénierie pédagogique.

Pour cerner cet apport, une clarification des notions de « système d'apprentissage » et d'« ingénierie pédagogique » est d'abord présentée au point suivant.

## 2. Les notions de système d'apprentissage et d'ingénierie pédagogique

Un système d'apprentissage (SA) se compose de ressources éducatives, d'infrastructures humaines ou technologiques, de services, de matériels ainsi que d'un environnement dont le but est de soutenir l'apprentissage [PAQUETTE 2002a]. La notion de SA vise à prendre en compte tous les types de formations (milieu scolaire, académique, commercial...) et ne préjuge pas des types de matériels ou de ressources pédagogiques utilisées (imprimés, multimédias, téléconférences...) [PAQUETTE 2002a].

L'expression « système d'apprentissage en ligne » sera ci-après utilisée de préférence à l'expression « cours en ligne » pour désigner un système d'apprentissage supporté par les Technologies de l'Information et de la Communication (TIC).

Pourquoi ce choix ?

La notion de « cours en ligne » ne prend pas suffisamment la mesure du changement de paradigme éducatif introduit par l'usage des TIC. Le paradigme déplace le point de départ de la conception pédagogique du processus d'enseignement vers celui de l'apprentissage.

Dans l'expression « cours en ligne », le terme « cours » connote trop souvent un mode d'enseignement qui se déroule suivant une même unité de temps et de lieu. Or, l'usage des TIC brise cette unité de temps et de lieu en offrant une variété de modes de diffusion (synchrone/asynchrone, à distance/en présence). C'est ainsi qu'un apprentissage supporté par les TIC peut par exemple se dérouler de manière synchrone mais à distance (exemple : la vidéoconférence) ou de manière asynchrone et à distance (exemple : un apprentissage via le web).

L'expression « cours en ligne » risque donc d'apparaître réductive par rapport à la variété des modèles technopédagogiques d'apprentissage supportés par les TIC. A titre d'exemple, un apprentissage supporté par les TIC peut être intégré à la tâche que doit effectuer un apprenant placé en situation réelle de travail. On parle dans ce cas d'un système de soutien à la performance (« Electronic Performance Support System »). Un apprentissage supporté par les TIC peut également viser la collaboration entre des professionnels appartenant à telle ou telle discipline (médecins, ingénieurs...). On parle dans ce cas d'une communauté de pratiques. L'expression

---

<sup>1</sup> Le pôle universitaire européen de Wallonie-Bruxelles rassemble l'Université Libre de Bruxelles, cinq hautes écoles, l'Ecole Royale Militaire, deux instituts d'architecture et quatre écoles supérieures des arts.

« système d'apprentissage en ligne » traduit donc de manière plus adéquate la complexité et la diversité des modes d'apprentissage supportés par les TIC.

L'ingénierie pédagogique<sup>2</sup> désigne quant à elle le processus qui couvre toutes les activités d'élaboration d'un système d'apprentissage (SA), depuis l'identification des besoins d'apprentissage et de formation jusqu'à la mise en place d'un produit qui permette aux apprenants de réaliser ces apprentissages [PAQUETTE 2000a].

Il existe une littérature abondante relative aux diverses méthodes d'élaboration d'un système d'apprentissage<sup>3</sup> [ALESSI & TROLOP 2001] [DESSUS 2006] [THE HERRIDGE GROUP 2004] [KEMP et al. 1996]. L'essentiel de ces méthodes peuvent cependant être ramenées au modèle générique ADDIE (pour Analysis-Design-Development-Implementation-Evaluation) qui distingue classiquement 5 phases dans le processus d'élaboration, à savoir : l'analyse, le design, le développement, l'implantation et enfin, l'évaluation [DICK & CAREY 1996] [BASQUE 2004]. A chacune de ces phases sont associées un certain nombre de tâches à réaliser par le concepteur du système d'apprentissage [BASQUE 2004].

#### 1° L'analyse

Phase au cours de laquelle sont analysées les composantes de l'environnement de formation qui vont orienter le développement du système d'apprentissage. Ces composantes sont par exemple les caractéristiques du public cible, ses besoins en formation, le contexte de la formation, les ressources disponibles...

#### 2° Le design<sup>4</sup>

Phase de conception au cours de laquelle sont définis les objectifs du système d'apprentissage ainsi que la/les stratégie(s) pédagogique(s).

#### 3° Le développement

Phase de production ou de réalisation du SA qui donnera à ce dernier une forme concrète grâce à divers outils tels que le traitement de texte, des logiciels de programmation, un papier, un crayon...

#### 4° L'implantation

Phase de diffusion du système d'apprentissage au cours de laquelle ce dernier est mis à la disposition des apprenants. Cette phase de diffusion nécessite la mise en place d'une infrastructure tant organisationnelle que technologique. Dans le cas d'un cours donné sur le mode présentiel, il s'agit du moment où l'enseignant(e) fait sa prestation devant ses étudiant(e)s.

#### 5° L'évaluation

Phase au cours de laquelle le SA est évalué afin de juger de sa qualité et son efficacité.

Selon [BASQUE 2004], il est important de signaler que la progression dans les diverses phases d'un système d'apprentissage n'est en rien strictement séquentielle. Cela signifie d'une part, que les tâches associées à certaines phases peuvent se dérouler en parallèle, et d'autre part, qu'il existe de nombreuses boucles de rétroactions entre les différentes phases du cycle de vie du système d'apprentissage.

Dans le travail d'accompagnement pédagogique au sein de COUPOLE et donc dans l'étude de cas qui suit, nous avons retenu pour cadre théorique une méthode d'ingénierie pédagogique particulière intitulée MISA<sup>5</sup> (Méthode d'Ingénierie d'un Système d'Apprentissage) A travers son application à l'élaboration d'un cours de bactériologie médicale, notre objectif est de montrer l'apport d'une telle méthode pour (re)bâtir un enseignement traditionnel en le concevant comme un système d'apprentissage en ligne<sup>6</sup>.

<sup>2</sup> Pour une discussion des termes apparentés en anglais et en français, voir [DESSUS 2006].

<sup>3</sup> Pour un inventaire de méthodes, voir l'ouvrage de [GUSTAFSON & BRANCH 2002].

<sup>4</sup> [BASQUE 2004] constate que le terme « design » porte à confusion car chez certains auteurs, ce terme désigne les 5 phases du cycle de vie d'un SA tandis que chez d'autres, il ne désigne que la phase de conception du SA.

<sup>5</sup> MISA est une méthode spécifiquement adaptée à l'apprentissage en ligne qui a été développée au centre de recherche LICEF (Laboratoire en Informatique Cognitive et Environnement de Formation) de la Télé-université au Canada.

<sup>6</sup> Le lecteur intéressé trouvera le détail de la méthode dans plusieurs références de Paquette et al., citées en bibliographie.

### **3. Elaboration d'un système d'apprentissage en ligne : le cas d'un cours de bactériologie médicale**

Au cours de cet article, nous aborderons toutes les phases d'élaboration d'un système d'apprentissage en se concentrant principalement sur les deux premières phases (la phase d'analyse et la phase de design) ainsi que sur la phase d'évaluation.

Les deux premières phases constituent les préalables indispensables à l'élaboration d'un système d'apprentissage. Elles conditionnent par ailleurs la phase de développement, d'implantation et d'évaluation du système d'apprentissage.

Les tâches associées aux deux premières phases sont d'une part, la description du système d'apprentissage (phase d'analyse), d'autre part, la définition de la structure pédagogique du système d'apprentissage ainsi que la définition des scénarios pédagogiques (phase de design). Ces trois tâches font partie selon nous des bonnes pratiques usuelles de tout enseignant.

Détaillons chacune d'entre elles.

#### **3. 1. Description du système d'apprentissage**

Le système d'apprentissage doit être dépeint de manière suffisamment précise pour cerner les problèmes de formation auxquels on souhaite s'attaquer et justifier les choix de solutions. Plus précisément, il s'agit pour l'enseignant(e) de décrire les publics cibles, de décrire la situation de formation et ses attentes vis-à-vis du système d'apprentissage, de décrire les objectifs généraux du système d'apprentissage et d'identifier les ressources documentaires pouvant être utilisées dans le système d'apprentissage [PAQUETTE 2000b].

Synthétisons ci-dessous les principaux résultats de cette tâche.

##### **3. 1. 1. Les publics cibles**

Le système d'apprentissage en ligne consacré au cours de bactériologie médicale est conçu à l'intention des étudiant(e)s des baccalauréats professionnalisants. Il s'adresse prioritairement aux étudiant(e)s de la section « Biologie médicale » de la Haute Ecole Francisco Ferrer (HEFF) de la Ville de Bruxelles. Cette section a pour finalité de former, en trois ans, des technologues de laboratoire qui exerceront leur activité professionnelle tant dans les laboratoires de routine que dans les unités de recherche. Les hôpitaux, l'industrie chimique ou pharmaceutique ainsi que les laboratoires médicaux sont les lieux d'exercice de leur pratique.

Ces étudiant(e)s, âgé(e)s de 18 à 20 ans et souvent davantage, constituent un public hétérogène. En effet aux élèves venant en droite ligne du secondaire (28, 6% des étudiant(e)s de 1ère Biologie médicale (BM) en 2005-2006) s'ajoutent des étudiant(e)s qui ont transité par l'université ou l'enseignement supérieur non universitaire de type long ou de type court et sont souvent marqués par un échec antérieur. Parmi ces étudiants, certains financent leurs études et ne peuvent dès lors y consacrer autant de temps qu'ils le souhaitent.

##### **3. 1. 2. La situation actuelle et les attentes de l'enseignant(e)**

La formation des technologues de laboratoire associe étroitement théorie et pratique. A la Haute Ecole Francisco Ferrer, il s'agit d'un enseignement réalisé en présentiel.

La distribution des heures de microbiologie (2006-2007) dans la section de biologie médicale de la Haute Ecole Francisco Ferrer est présentée au tableau 1. On peut y observer le nombre d'heures consacrées à la bactériologie médicale qui est pris en charge par deux titulaires.

	Théorie				Pratique			
	<i>Bactério</i>	<i>Parasito</i>	<i>Myco</i>	<i>Viro</i>	<i>Bactério</i>	<i>Parasito</i>	<i>Myco</i>	<i>Viro</i>
<b>1 BM</b>	15	15			18	12		
<b>2 BM</b>	30	-	-	-	75	-	-	-
<b>3 BM</b>	-	-	-	-	30	15	15	15
<b>Total</b>	<b>45</b>	15			<b>133</b>	27	15	15

**Tableau 1.** *Distribution des heures de microbiologie (06-07) dans la section de Biologie médicale de la HEFF*

Comme on peut le constater en comparant le tableau 1 au tableau 2, des changements dans la grille horaire ont réduit, depuis 1997, le nombre d'heures de cours théoriques (-31%) et pratiques (-24%) en bactériologie.

	Théorie				Pratique			
	<i>Bactério</i>	<i>Parasito</i>	<i>Myco</i>	<i>Viro</i>	<i>Bactério</i>	<i>Parasito</i>	<i>Myco</i>	<i>Viro</i>
<b>1BM</b>	15				25			
<b>2BM</b>	25				75			
<b>3BM</b>	25				75	30	15	30
<b>Total</b>	<b>65</b>				<b>175</b>	30	15	30

**Tableau 2.** *Distribution des heures de microbiologie (97-98) dans la section Biologie médicale de la HEFF*

La titulaire des cours de 2<sup>e</sup> année et 3<sup>e</sup> année, qui est co-auteur de cet article, s'est donc trouvée confrontée au défi majeur de maintenir la qualité de l'enseignement de la bactériologie dans un contexte caractérisé par une baisse du nombre d'heures de cours théoriques et pratiques.

Par ailleurs, selon la titulaire, il fallait rendre les apprenants plus actifs dès le moment où se réduisait l'occasion de leur poser des questions, de réaliser des exercices et de dialoguer avec eux lors des séances de cours théoriques.

Au-delà de contraintes horaires, illustrer l'enseignement pour le rendre plus attractif constituait également l'une des attentes des co-titulaires du cours de bactériologie. D'autre part, ils considéraient qu'il manquait un outil qui permette aux apprenants de réexaminer les boîtes de Pétri, les lames microscopiques et les résultats des tests qu'ils effectuaient au laboratoire. En outre, il s'avérait que certains étudiants de 3<sup>e</sup> année ne parvenaient pas à observer correctement la morphologie des bactéries qu'ils avaient colorées et donc, qu'au terme de leur formation, certaines techniques de base n'étaient toujours pas assimilées.

Enfin, il semblait utile d'améliorer la coordination entre les cinq enseignants qui avaient en charge les cours de microbiologie de la section. Un projet fédérateur comme la construction d'un système d'apprentissage en ligne était susceptible d'intensifier les échanges entre formateurs et de souder l'équipe éducative.

En substance, le système d'apprentissage souhaité devait soutenir les cours en présentiel sans les remplacer, illustrer les notions enseignées et stimuler chez l'étudiant(e) le sens de l'observation. Favoriser la libre exploration de la matière, aider l'étudiant(e) à réfléchir à son apprentissage, lui offrir de nombreux exercices d'auto-évaluation et l'inciter au travail de recherche, telles étaient également les attentes des titulaires du cours de bactériologie.

Cela supposait de construire un système d'enseignement davantage centré sur l'étudiant et ses activités d'apprentissage. C'est d'ailleurs dans cet esprit qu'à l'époque de l'élaboration du SA, les enseignant(e)s de la section « Biologie médicale » s'attelaient à modifier leurs pratiques et le mode de formation des technologues : redéfinition du profil de compétences, introduction de l'apprentissage par projets et réflexions relatives à l'introduction du portfolio comme outil d'évaluation des stages.

### 3. 1. 3. Les objectifs généraux du système d'apprentissage

Pour mieux déterminer les objectifs généraux du système d'apprentissage et en dégager les priorités, une enquête a été menée en mai 2005 sur base d'un questionnaire élaboré par les deux titulaires du cours de

bactériologie. 74 étudiant(e)s ont été interrogés : 33 en 1<sup>ère</sup> année de biologie médicale, 26 en 2<sup>e</sup> année et 15 en 3<sup>e</sup> année. A la question « Pensez-vous qu'un cours en ligne puisse représenter une aide au cours et laboratoires en présentiel ? », 89% des étudiant(e)s ont répondu oui. Signalons que parmi les bacheliers interviewés, 19% ont admis ne pas avoir d'accès facile à internet.

Ensuite, les étudiant(e)s ont énuméré les principales difficultés rencontrées dans la maîtrise du cours et des travaux pratiques de bactériologie.

33% des apprenants de première année avaient peine à suivre le cours car il était, selon eux, trop rapide, 21% avaient peine à maîtriser son volume et 21% souhaitaient plus de schémas et d'illustrations. En deuxième année, 27% des étudiant(e)s ont exprimé des difficultés à différencier les germes bactériens et 12% à mémoriser les noms de ces germes. Les étudiant(e)s de troisième année dominaient avec peine le chapitre « antibiotiques » (20% des bacheliers).

En ce qui concerne les travaux pratiques, le questionnaire a révélé que près de 50% des étudiant(e)s de première année estimaient n'avoir éprouvé aucune difficulté à maîtriser la matière des travaux pratiques, alors que seulement 15% des étudiants de 2<sup>e</sup> année et 6% des étudiant(e)s de dernière année y parvenaient facilement!

Le travail en milieu stérile ainsi que le travail de précision restaient difficiles pour 12 à 15 % des bacheliers de 1<sup>ère</sup> année. En deuxième année, la maîtrise des tests d'identification (27% des étudiant(e)s), les difficultés d'interprétation des résultats (12% des étudiant(e)s), le manque d'illustrations (12% des étudiant(e)s) et d'accès aux modes opératoires (12% des étudiant(e)s) étaient les points les plus souvent cités. En troisième année, les difficultés à interpréter les résultats (13% des étudiant(e)s) et le manque d'illustrations (13% des étudiant(e)s) étaient aussi mentionnés. S'y ajoutait la difficulté à rédiger les rapports (13% des étudiant(e)s) et à maîtriser la matière relative aux prélèvements respiratoires.

Dans l'ensemble des réponses, les principales difficultés rencontrées aux travaux pratiques étaient l'exigence de précision, la difficulté d'un travail en milieu stérile, le manque de pratique et d'illustrations et la difficulté d'interpréter les résultats.

Les bacheliers interrogés estimaient que des mises en ligne de ressources pédagogiques les aideraient principalement dans les activités de compréhension et de mémorisation de la matière. Les étudiant(e)s identifiaient les domaines suivants comme susceptibles d'être améliorés :

- Exercices d'identification morphologique et de coloration de Gram (74%)
- Exercices QCM (70%)
- Compréhension des aspects microscopiques des germes (69%)
- Compréhension des aspects macroscopiques des germes (69%)
- Notes de cours (66%)
- Syllabus des travaux pratiques (65%)

Au terme de l'analyse des besoins des étudiant(e)s, les objectifs généraux du système d'apprentissage ainsi que ses priorités s'énonçaient comme suit :

*Le système d'apprentissage a pour objectif de faire acquérir à l'étudiant(e) les connaissances et le savoir-faire du technologue de laboratoire. A terme, l'étudiant(e) devra être capable d'identifier un microbe en fonction de l'échantillon clinique dont il est issu.*

*Dans cette optique, le système d'apprentissage entend associer théorie et pratique. A aucun moment, il ne remplace les cours présentiels et les travaux pratiques enseignés à la haute école. Au contraire, il les renforce. Le système d'apprentissage a pour vocation principale d'illustrer les notions enseignées en présentiel et de permettre aux étudiant(s) de tester leurs connaissances par de nombreux exercices.*

Ces objectifs généraux tentaient de concilier les besoins exprimés par les étudiant(e)s et les attentes des enseignants du cours de bactériologie.

### *3. 1. 4. Identifier et décrire les ressources documentaires*

Une analyse de l'existant a également été réalisée. C'est ainsi qu'ont été répertoriées les notes de cours, diapositives, cassettes vidéos et lames microscopiques déjà possédées par la HEFF. D'autre part, nombre de sites intéressants le domaine de la bactériologie ont été repérés sur internet.

### 3. 2. La structure pédagogique du système d'apprentissage

Initialement, un cours à entrées multiples avait été imaginé (figure 1). Il s'agissait principalement d'un cours envisagé en termes de rubriques, soucieux d'illustrer la matière, de proposer de nombreux exercices et de stimuler les recherches personnelles.

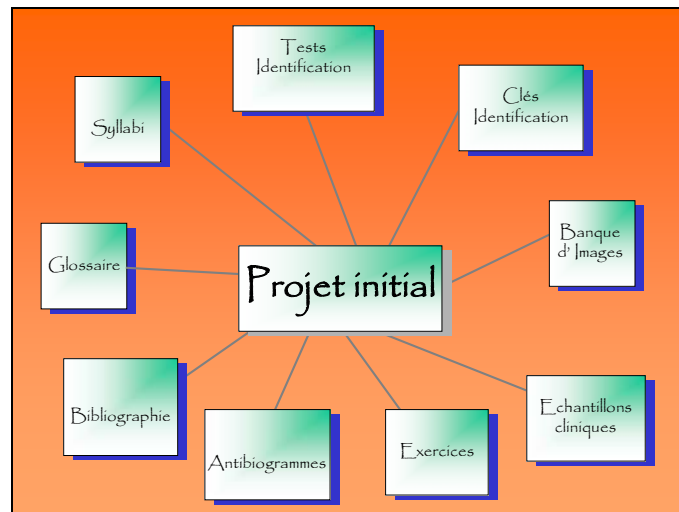


Figure 1. Organigramme du projet initial

Après avoir analysé les besoins des étudiant(e)s et établi l'inventaire de leurs connaissances, la structure pédagogique initiale dut rapidement être modifiée.

Le système d'apprentissage a été restructuré en 3 modules hiérarchisés (figure 2) qui imposent un certain cheminement de l'apprenant en vue d'acquérir les compétences visées par le système d'apprentissage.

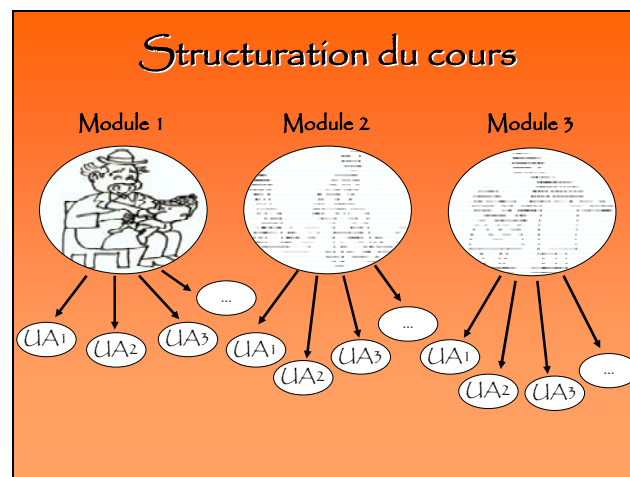


Figure 2. Structuration du cours

Un module représente un élément de la structure pédagogique et il vise à répondre à une question de formation. Le module 1 s'intitule: « comment maîtriser les techniques de base ? » ; le module 2: « comment caractériser les bactéries ? » ; enfin, le module 3: « comment analyser les échantillons cliniques ? ».

Chaque module se décompose en « unités d'apprentissage » (UA). Une UA présente un ensemble d'activités destinées aux apprenants et choisies en fonction de leur potentiel à développer une ou plusieurs habiletés au regard d'un ensemble de connaissances données [PAQUETTE 2002a]. L'unité d'apprentissage (UA) est décrite par un verbe d'action. A titre d'exemple, l'UA2 du module 1 a pour objectif de familiariser l'apprenant à la

technique de dénombrement en milieu gélosé. Deux habiletés sont visées au travers de cette activité. D'une part, l'apprenant doit être capable de critiquer sa réalisation technique. D'autre part, il doit être capable d'interpréter le résultat expérimental d'un dénombrement.

Enfin, à chaque unité d'apprentissage sont associées une ou plusieurs ressources pédagogiques qui doivent être utilisées par l'apprenant pour réaliser une activité d'apprentissage. Ainsi par exemple, l'UA 1 du module 1 qui consiste à mettre en évidence les règles essentielles du travail stérile au laboratoire de microbiologie est réalisée en mettant à la disposition de l'apprenant des illustrations diverses (schémas, photos et courtes séquences filmées).

Le module 1 de la figure 2 a été représenté sous la forme du gabarit ci-dessous (tableau 3). Par « gabarit », il faut comprendre un tableau intégrant les différentes composantes qui décrivent une unité d'apprentissage. On y voit notamment indiqué l'ensemble des compétences que l'étudiant(e) devra acquérir au terme du module 1.

UA	Objectif d'apprentissage	Ressources pédagogiques:	Habilités	Compétences visées:
1.	Mettre en évidence les règles essentielles du travail stérile au laboratoire de microbiologie.	Illustrations diverses (schémas, photos et courtes séquences filmées) des différentes étapes de la réalisation des manipulations de base (dilution sériée, isolement, É).	Identifier	L'étudiant sera capable d'identifier, dans des simulations, des actes techniques ne répondant pas aux conditions du travail stérile.
2.	Familiariser l'étudiant avec la technique de dénombrement en milieu gélosé.	Illustrations diverses (schémas, photos et courtes séquences filmées) des différentes étapes de la réalisation du dénombrement. Descriptif de formule.	Interpréter, critiquer	L'étudiant sera capable d'interpréter le résultat expérimental du dénombrement sur base d'illustrations ou du résultat lui-même et de critiquer sa réalisation technique sur base d'illustrations ou du résultat lui-même.
3.	Familiariser l'étudiant avec la description macroscopique de cultures bactériennes.	Illustrations diverses (schémas, photos) des différents aspects macroscopiques à observer.	Écrire	L'étudiant sera capable de décrire une culture bactérienne sur base d'une photo.
4.	Familiariser l'étudiant avec la réalisation d'une coloration de Gram et son interprétation (description microscopique)	Illustrations diverses (schémas, photos et courtes séquences filmées) des différentes étapes de la réalisation de la coloration de Gram. Descriptif des différents colorants utilisés (rôle, É). Organigramme illustré de l'orientation de l'identification bactérienne que permet la description microscopique.	Indiquer, proposer	L'étudiant sera capable d'indiquer le rôle de chaque colorant, de décrire l'aspect microscopique de différentes cultures bactériennes sur base de photos et de proposer une orientation de l'identification d'un nombre limité de souches bactériennes sur base de la confrontation des aspects macro et micro.
5	Rappeler quelques notions et principes théoriques essentiels ayant un impact direct sur les manipulations	Fiches techniques de milieu.	Utiliser	L'étudiant sera capable d'utiliser la fiche technique d'un nouveau milieu (utilisation, indication, É) et de confronter les informations avec ses connaissances personnelles (ex : rôle des principaux constituants, adéquation du pH, etc.).

**Tableau 3. Gabarit du module 1**

### 3. 3. Les scénarios d'apprentissage

Dès lors que la structure pédagogique du système d'apprentissage a été établie, il s'agit pour l'enseignant(e) de décrire un scénario d'apprentissage pour chacune des unités d'apprentissage. Cette description se fait au travers de quatre composantes dont la première et la troisième sont déjà établies au point précédent [PAQUETTE 2002a].

1°. **L'objectif de l'UA** n'est autre que l'énoncé de l'UA

Exemple : « Familiariser l'étudiant avec la réalisation d'une coloration de Gram et son interprétation (description microscopique) » est l'énoncé de l'UA 4 du module 1 (tableau 3) mais également l'objectif de cette UA.

2°. **La consigne d'apprentissage** c'est-à-dire « l'énoncé oral ou écrit expliquant de façon détaillée comment réaliser une activité d'apprentissage ou encore énoncé expliquant comment utiliser un matériel ou une ressource » (431).

Exemple : « Pour réaliser une étude de cas, il faut travailler individuellement ou par petits groupes, puis élaborer une synthèse collective ».

3°. **Les ressources pédagogiques :**

Ces ressources qui sont destinées aux apprenants ou aux tuteurs servent à réaliser une ou plusieurs activités d'apprentissage [PAQUETTE 2002a].

Exemple : Illustrations diverses fournies à l'apprenant (schémas, photos, courtes séquences filmées) et qui représentent les différentes étapes de la réalisation du dénombrement.

4°. **Les productions** qui devraient résulter des activités d'apprentissage.

Exemples : des exercices d'évaluation résolus, une présentation PowerPoint...

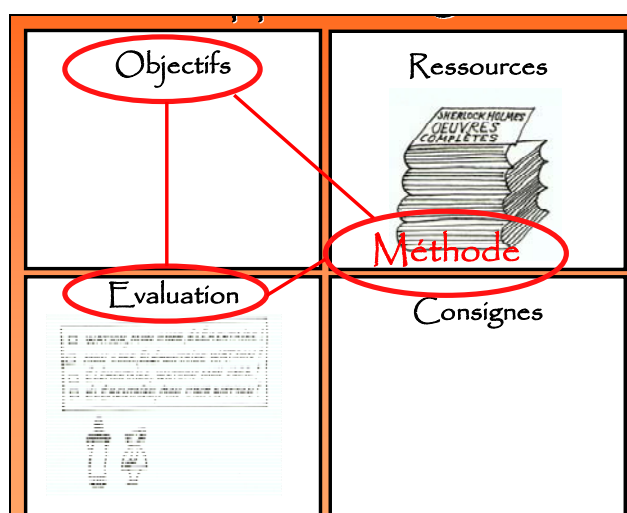


Figure 3. Scénario de chaque activité d'apprentissage

La figure 3 présente les composantes du scénario d'apprentissage établi pour chaque activité du système d'apprentissage. Ce scénario se déroule suivant le canevas suivant:

1°. L'apprenant doit prendre connaissance des objectifs d'apprentissage propres à l'unité d'apprentissage.

2°. Il doit ensuite lire les consignes mises à sa disposition.

3°. Il doit utiliser les ressources d'apprentissage pour réaliser l'activité d'apprentissage. Ces ressources sont des notes de cours, des liens internet, des renvois à une banque d'images, des tests, des tableaux d'identification...

4°. La production qui résulte de l'activité d'apprentissage est une auto-évaluation qui peut prendre différentes formes selon les objectifs : questions à choix multiples, exercices, problèmes, cas cliniques...

### 3.4. Développement et implantation

Afin de donner une forme concrète au système d'apprentissage, différents types de matériels ont été développés : du texte (les objectifs et consignes des activités d'apprentissages, les notes de cours, etc), du matériel audiovisuel (diaporamas, diaporamas avec des commentaires enregistrés, séquences filmées dans les laboratoires et hôpitaux, etc.), et des images fixes (photographies des boîtes de Pétri, photographies des étudiant(e)s en classe, photographies du matériel de laboratoire, etc.).... Ces photographies ont constitué une véritable banque d'images (plus d'une centaine) qui ont été utilisées en tant que ressource pédagogique pour la réalisation d'exercices d'évaluation (QCM, cas cliniques).

Les matériels développés ont été hébergés sur une plate-forme de télé-apprentissage. Ils ont été organisés selon la structure pédagogique définie lors de la phase de conception. A titre d'exemple, on peut observer à la figure 4 le fragment d'une copie d'écran qui représente deux unités d'apprentissage (« caractériser les cocci à Gram + » et « caractériser les cocci à Gram -») issues du module 2 intitulé « caractériser les bactéries ». Notons les objectifs pédagogiques du module présentés au début du module.

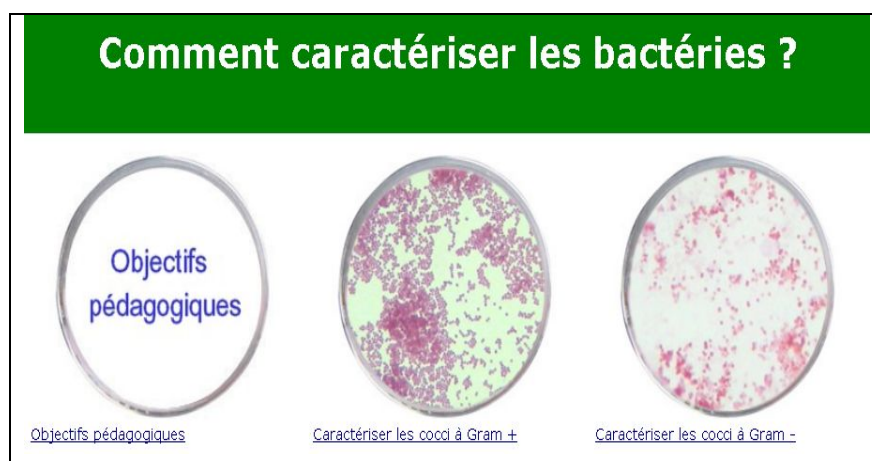


Figure 4. Copie d'écran du module 2

Ainsi, en « cliquant » sur une icône, par exemple « caractériser les cocci à Gram + » l'étudiant(e) a accès à une unité d'apprentissage qui respecte la structure du scénario d'apprentissage établi lors de la phase de conception (figure 5).



Figure 5. Copie d'écran d'une unité d'apprentissage

L'unité d'apprentissage est modulable à souhait. En effet, chaque composante de l'unité d'apprentissage peut être mise à jour sans que l'on doive toucher à la structure générale de l'unité d'apprentissage.

Outre l'accès à divers modules, la plate-forme de télé-apprentissage propose plusieurs outils de communication et d'organisation : une boîte e-mail et un forum de discussion, un calendrier...

Dès l'année scolaire 2006-2007, un code d'accès au système d'apprentissage en ligne a été attribué aux étudiant(e)s du cours de bactériologie médicale. L'utilisation du système d'apprentissage n'a pas été rendue obligatoire. Les objectifs du système d'apprentissage en ligne ont été expliqués en présentiel par chaque co-titulaire du cours de bactériologie. Au cours de ces séances, les étudiant(e)s ont pris connaissance du scénario d'apprentissage commun à toutes les activités d'apprentissage. Notons enfin que le système d'apprentissage leur a été présenté comme étant essentiellement un dispositif d'auto-formation destiné à être utilisé en dehors des heures de cours.

### 3.5. Evaluation

Afin d'évaluer les réactions des étudiant(e)s par rapport au système d'apprentissage (1<sup>er</sup> niveau d'évaluation sur l'échelle de Kirkpatrick [KIRKPATRICK & KIRKPATRICK 2006]), un questionnaire a été soumis aux étudiant(e)s de 3BM durant l'année scolaire 2006-07 et 2007-08. Cette population représente un effectif total de 37 étudiants.

A la question « Avez-vous le sentiment que le cours en ligne vous a aidé dans votre apprentissage ? », 92 % des étudiant(e)s répondent positivement. Plus spécifiquement, 28 étudiant(e)s estiment que le cours en ligne leur a permis de compléter les notions théoriques/pratiques vues en présentiel, 27 étudiant(e)s considèrent qu'il leur a permis d'illustrer les notions théoriques et pratiques et 26 étudiant(e)s considèrent qu'il leur a permis de tester leurs connaissances. Un étudiant relève que le cours en ligne lui a permis de bien structurer la matière vue en présentiel (figure 6).

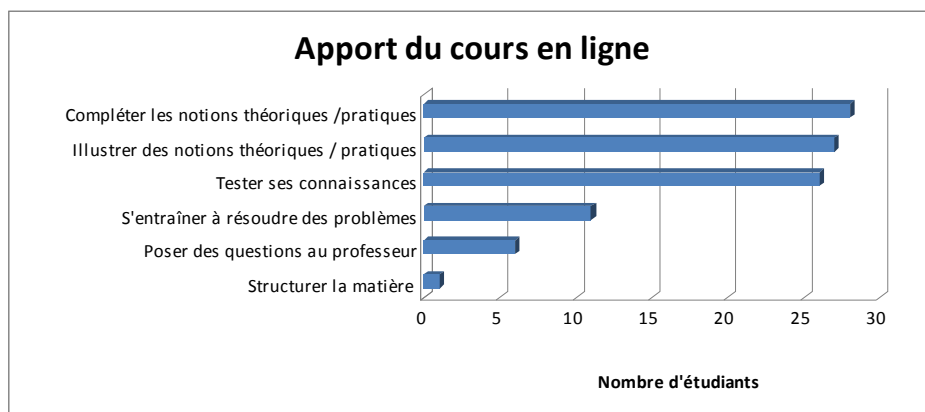
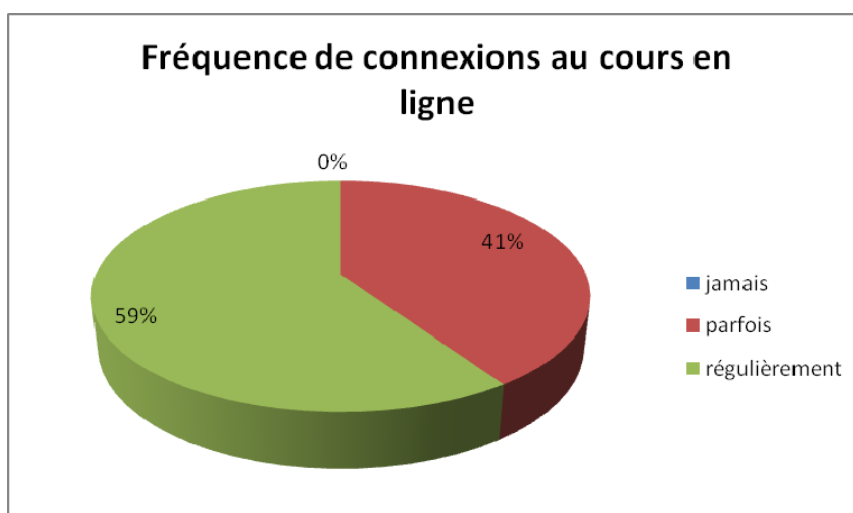


Figure 6. 3BM – Apport du cours en ligne

En termes de fréquences de connexions, 59% des étudiant(e)s estiment qu'ils/elles se sont connectés « régulièrement » tandis que 41% répondent qu'ils/elles se sont connectés « parfois ». Aucun(e) étudiant(e) déclare ne s'être jamais connecté(e) au cours (figure 7).



**Figure 7. 3 BM - Fréquence de connexions au cours en ligne**

Les étudiant(e)s ont également été interrogé(e)s sur les composantes du scénario d'apprentissage qu'ils/elles avaient consultées. A la question de savoir si les étudiant(e)s avaient consulté les composantes « objectifs », « consignes », « ressources » et « évaluation », les résultats sont les suivants (tableau 4) :

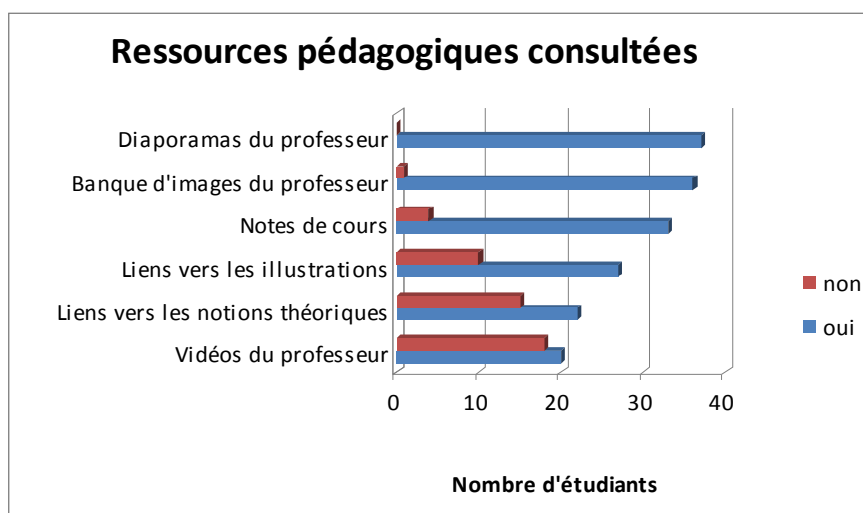
	Nombre d'étudiant(e)s qui n'ont jamais consulté la composante	Nombre d'étudiant(e)s qui ont parfois consulté la composante	Nombre d'étudiant(e)s qui ont régulièrement consulté la composante
<b>Composante du scénario d'apprentissage</b>			
Objectifs	6	26	5
Consignes	5	24	8
Ressources	1	13	23
Evaluation	0	14	23

**Tableau 4. 3BM – Composantes du scénario d'apprentissage consultées**

Ces résultats indiquent que les composantes « ressources » et « évaluation » du scénario d'apprentissage ont été les plus consultées (62% de consultations régulières, 35 et 38% de visites occasionnelles). Par contre, les composantes « objectifs » et « consignes » de chaque unité d'apprentissage l'ont été dans une moindre mesure. En effet, 13 % des étudiant(e)s estiment avoir consulté régulièrement les objectifs d'apprentissage et 21% d'entre eux les consignes. De plus, 16% des étudiant(e)s reconnaissent n'avoir jamais pris connaissance des objectifs d'apprentissage tandis que 13% n'ont jamais consulté les consignes d'apprentissage.

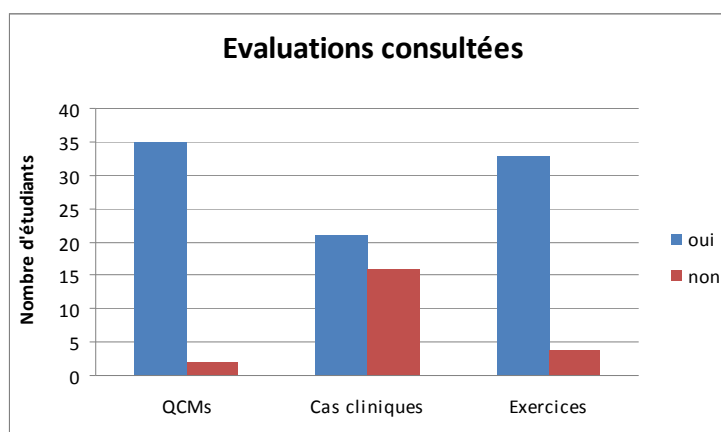
Les étudiant(e)s ont classé, sur une échelle de valeur allant de 1 (« pas du tout utile ») à 9 (« très utile »), l'utilité de présenter les objectifs d'apprentissage au début de chaque activité. Seul(e)s 8 étudiant(e)s (21%) estiment qu'il est très utile de présenter des objectifs d'apprentissage au début de chaque activité. Néanmoins, ils sont 24 étudiant(e)s (64 %) à considérer leur présence comme étant d'un niveau d'utilité élevé.

En ce qui concerne les ressources pédagogiques utilisées par les étudiant(e)s, les ressources qu'ils/elles estiment avoir le plus consultées sont les diaporamas (100% des étudiant(e)s les consultent), la banque d'images (97 % des étudiant(e)s les consultent), les notes de cours de l'enseignant (89% des étudiant(e)s les consultent), mais également dans une moindre mesure les liens vers des illustrations qui sont consultées par 72% des étudiant(e)s (figure 8).



**Figure 8.** 3 BM - Ressources pédagogiques consultées

Enfin, à l'analyse de la composante « évaluation » du scénario d'apprentissage, on observe que ce sont respectivement les QCMs (consultés par 94% des étudiant(e)s) et les exercices relatifs aux différents chapitres du cours (consultés par 89% des étudiant(e)s) qui ont été le plus consultés (figure 9).



**Figure 9.** 3BM – Evaluations consultées

#### 4. Discussion

Les résultats de l'évaluation indiquent que le système d'apprentissage en ligne a aidé les étudiant(e)s dans leur apprentissage. Selon eux/elles, le système d'apprentissage en ligne y a contribué en leur donnant la possibilité de compléter et d'illustrer les notions théoriques et pratiques vues au cours présentiel ainsi que de tester leurs connaissances. Il est intéressant de constater qu'« illustrer les notions enseignées en présentiel » et « tester les connaissances » représentaient les deux priorités du système d'apprentissage telles qu'elles avaient été définies par l'enseignante lors de la phase de design.

En d'autres termes, le système d'apprentissage en ligne semble avoir répondu aux deux priorités d'apprentissage énoncées par l'enseignante lors de la phase de design dans la mesure où après évaluation du système d'apprentissage en ligne par les étudiant(e)s, ils/elles reconnaissent les bienfaits de ces deux priorités sur leur apprentissage. Cette coïncidence entre les objectifs généraux du système d'apprentissage définis par l'enseignante et les objectifs d'apprentissage reconnus par les étudiant(e)s comme bénéfiques à leur apprentissage mérite d'être signalée. Une telle coïncidence n'est pas toujours présente lors de la réalisation d'un système d'apprentissage. En effet, il arrive encore trop souvent que les systèmes d'apprentissage en ligne produisent des objectifs d'apprentissage reconnus comme bénéfiques par les étudiant(e)s mais qui ne correspondent pas du tout à ceux définis par le concepteur du système. Il ne s'agit pas ici de déconsidérer les impacts « inattendus » d'un système d'apprentissage - par exemple, dans le cas du système d'apprentissage en

ligne en bactériologie, un étudiant a considéré comme bénéfique à son apprentissage le fait que le système lui ait permis de structurer la matière. Néanmoins, la raison d'être de l'ingénierie pédagogique est de minimiser ces impacts « inattendus ».

Le fait que les étudiant(e)s aient surtout consulté les ressources et les évaluations amène à penser que le système d'apprentissage en ligne a essentiellement été utilisé comme dispositif permettant d'accéder à des ressources pédagogiques et de s'auto-évaluer. Ces deux utilisations principales du système d'apprentissage sont corroborées par les résultats de la figure 6 (apport du « cours en ligne »). Cette figure indique que le système d'apprentissage s'est révélé être une aide à l'apprentissage car il a permis de compléter/illustrer les notions théoriques et pratiques (en accédant à des ressources pédagogiques) et de tester les connaissances (en s'auto-évaluant).

En croisant les résultats de la figure 6 (apport du cours en ligne) et ceux des figures 8 (ressources pédagogiques consultées) et 9 (évaluations consultées), il apparaît que les étudiant(e)s ont complété/illustré les notions théoriques et pratiques en ayant recours avant tout aux diaporamas, à la banque d'images et aux notes de cours de l'enseignant tandis qu'ils/elles ont testé leurs connaissances grâce aux QCMs et aux exercices mis à leur disposition.

Lors de la description de la structure pédagogique du système d'apprentissage, l'enseignant a défini les objectifs associés à chacune des unités d'apprentissage. Par ailleurs, les étudiant(e)s avaient reçu pour consigne de prendre connaissance de ces objectifs avant de réaliser chaque activité. Au terme de l'évaluation, il s'avère que la consultation des objectifs d'apprentissage n'a pas été très régulière. Il semble que les étudiant(e)s aient « sauté » cette étape du scénario pédagogique alors même qu'ils/elles reconnaissent la présence des objectifs d'apprentissage comme étant utile. Quel enseignement tirer de cette contradiction ?

Selon nous, le concepteur d'un système d'apprentissage qui consacre du temps à définir les objectifs d'apprentissage et les compétences qui y sont associées fait avant tout ce travail de formulation non pas tant pour lui-même que pour les utilisateurs du système d'apprentissage. Autrement dit, un système d'apprentissage en ligne qui a pour ambition le développement de compétences au travers d'activités d'apprentissage manquerait à sa finalité si au terme de leur apprentissage les apprenants n'étaient pas en mesure d'associer aux activités d'apprentissage l'acquisition de compétences clairement définies. Dans le cas du système d'apprentissage en ligne consacré à la bactériologie médicale, il faudrait à l'avenir veiller à davantage expliciter aux étudiant(e)s, par exemple lors de séances en présentiel, les compétences que le système est sensé développer.

Les résultats de l'évaluation indiquent également que les consignes d'apprentissage n'ont pas fait l'objet d'une consultation assidue de la part des étudiant(e)s. Ils/elles auraient également « sauté » cette étape du scénario d'apprentissage qui a pourtant fait l'objet d'une description précise lors de l'ingénierie du système d'apprentissage.

Le fait que les étudiant(e)s aient accordé moins d'intérêt aux objectifs et consignes d'apprentissage qu'ils/elles ne l'ont fait pour les ressources et les évaluations pose question. En effet, cela reviendrait à dire que les étudiant(e)s ont délaissé la lecture des énoncés des activités d'apprentissage et de leurs objectifs associés. Ils/elles se sont surtout préoccupés des productions qui devaient résulter des activités d'apprentissage à savoir, les tests d'auto-évaluation, au détriment des activités d'apprentissage proprement dites.

## 5. Conclusion

L'expérience nous a montré que l'ingénierie pédagogique est encore trop souvent considérée par certains enseignants comme étant un exercice superflu ou, à tout le moins, peu passionnant. Ce constat est d'autant plus marqué que l'enseignant(e) qui souhaite « mettre son cours en ligne » dispose aujourd'hui de plates-formes de télé-apprentissage (Blackboard, Claroline, Moodle... ) perfectionnées qui lui permettent de le faire sans trop de difficultés. Ces plates-formes laissent en effet à penser qu'il suffit de « mettre » son cours sur une plate-forme d'apprentissage à distance pour créer de facto un système d'apprentissage supporté par les TIC.

Sans vouloir sous-estimer ou nier l'apport des plates-formes d'apprentissage dans le paysage de l'enseignement supérieur ou de la formation - les plates-formes ont certainement contribué à populariser l'enseignement ouvert et à distance dans les universités -, nous considérons avec de nombreux autres auteurs (par exemple [HENRI 2001], [PAQUETTE 2000a]) que la médiatisation d'un cours sur une plate-forme de télé-apprentissage ne peut faire l'économie de l'ingénierie pédagogique.

Les systèmes d'apprentissages en ligne supposent aujourd'hui la mise en œuvre d'outils logiciels, de documents numérisés, d'outils de communication, etc. Pour concevoir de tels dispositifs, l'enseignant(e) doit

avoir, d'une part, une vision globale du système qu'il/elle entend créer et d'autre part, il/elle doit pouvoir en identifier les composantes majeures.

Il s'avère que l'ingénierie pédagogique répond à cette double exigence. En effet, en rationalisant et en formalisant la démarche d'élaboration d'un système d'apprentissage, l'ingénierie pédagogique permet à l'enseignant(e) de prendre du recul par rapport au dispositif qu'il/elle entend développer. Dans le cas du cours de bactériologie médicale, cette prise de recul a été salutaire à plus d'un titre :

1°. La méthode d'ingénierie pédagogique a amené les co-titulaires du cours de bactériologie à s'interroger sur leur public et à en dresser le profil. En l'occurrence, les enseignants ont effectué une enquête auprès de leurs étudiant(e)s afin de déterminer les difficultés rencontrées. Les résultats de cette enquête ont été exploités par les enseignants au moment de définir les objectifs généraux du système d'apprentissage.

2°. La méthode d'ingénierie pédagogique a conduit les enseignant(e)s à dresser l'inventaire des ressources pédagogiques à utiliser ou à recycler. Cet exercice a permis d'enrichir considérablement le cours traditionnel en diversifiant les canaux de diffusion des connaissances : usage de la vidéo, de diapos, de sites web intéressants...

3°. La méthode d'ingénierie pédagogique a amené les enseignant(e)s à s'interroger sur la structure pédagogique de leur cours. D'un cours à multiples entrées, ils/elles sont passé(e)s à une structure pédagogique qui suggère un certain cheminement de l'apprenant en vue d'acquérir des compétences. De plus, un basculement s'est opéré d'une démarche centrée sur l'enseignement à un dispositif centré sur l'apprentissage.

4°. La méthode d'ingénierie pédagogique a amené les enseignant(e)s à s'interroger sur les stratégies d'apprentissage qu'ils souhaitent développer.

La réalisation d'un système d'apprentissage requiert bien souvent la collaboration de plusieurs spécialistes : un(e) enseignant(e) expert(e) dans sa discipline, un conseiller techno-pédagogique, un informaticien, un infographiste... Comme le soulignent [DORE & BASQUE 2002], les problèmes de communication sont fréquents dans ces types de situations. L'adoption de l'ingénierie pédagogique s'avère également être salutaire dans ces circonstances car celle-ci offre aux divers spécialistes une méthode de travail commune et un vocabulaire commun [HENRI 2001]. Parce qu'elle adopte un vocabulaire qui lui est propre, chaque méthode d'ingénierie pédagogique rend explicite les composantes du système d'apprentissage et facilite dès lors la communication entre les divers spécialistes.

## Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier Alain Lammé, Conseiller pédagogique à la Cellule PRACTICE (Université Libre de Bruxelles) ainsi qu'Eric Uyttebrouck, Coordinateur de la Cellule PRAC-TICE (Université Libre de Bruxelles) pour leur relecture minutieuse ainsi que leurs conseils pertinents.

Le projet COUPOLE a pu être mené grâce à un financement du Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche scientifique de la Communauté française de Belgique.

## 6. Bibliographie

[ALESSI & TROLOP 2001] Alessi, S.M., Trolop, S. R. *Multimedia for Learning* (3<sup>e</sup> ed.) Person Allyn & Bacon, 2001.

[BASQUE 2004] Basque, J. « En quoi les TIC changent-elles les pratiques d'ingénierie pédagogique du professeur d'université ? », *Revue Internationale des technologies en pédagogie universitaire*, vol. 1(3), Montréal, 2004, p. 7-13. <http://www.profetic.org/revue/-Volume-1-numero-3-?lang=fr><sup>1</sup>

[DESSUS 2006] Dessus, P. "Quelle idée sur l'enseignement nous révèlent les modèles d'Instructional Design?", *Revue Suisse des Sciences de l'Education*, 28(1), p. 137-157.

<http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/32/14/23/PDF/idRSSE06.pdf><sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Année de consultation 2008

<sup>2</sup> Année de consultation 2009

[DICK & CAREY 1996] Dick, W., Carey, L. *The Systematic Design of Instruction* (4th Ed.). New York, Haper Collins College Publishers, 1996.

[DORE & BASQUE 2002] Doré, S., Basque, J., « Why not apply an engineering methodology when creating courses ? », *Proceedings of the 2002 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*, Montreal, June 2002. [www.asee.org/acPapers/2002-532\\_Final.pdf](http://www.asee.org/acPapers/2002-532_Final.pdf) <sup>3</sup>

[GUSTAFSON & BRANCH 2002 ] Gustafson, K. L., Branch, R. M. *Survey of instructional development models (4e éd.)*. Syracuse, NY, ERIC Clearinghouse on Information & Technology, 2002.

[HENRI 2001] Henri, F. « Des cours web à l'université ». Dans Karsenty, T.(éd), *Les TIC... au cœur des pédagogies universitaires*, 2001, Presses de l'Université du Québec, p. 117-143.

[KEMP et al. 1996] Kemp, J. E., Morrison, G. R., Ross, S.M. *Designing Effective Instruction*, 2nd Edition, Upper Saddle River, Prentice-Hall, 1996.

[KIRKPATRICK & KIRKPATRICK 2006] Kirkpatrick D. L., Kirkpatrick J. D. *Evaluating training programs: the four levels (third edition)*, San Francisco, Bennett-Koehler Publishers Inc, 2006.

[PAQUETTE 2002a] Paquette, G., *L'ingénierie pédagogique. Pour construire l'apprentissage en réseau*, Sainte-Foy, Presses de l'Université du Québec, 2002a.

[PAQUETTE 2002b] Paquette, G., *Modélisation des connaissances et des compétences. Un langage graphique pour concevoir et apprendre*, Sainte-Foy, Presses de l'Université du Québec, 2002b.

[PAQUETTE et al. 2000b] Paquette, G., Léonard, M., de la Teja, I., Dessaint, M-P., *Méthode d'ingénierie d'un système d'apprentissage, MISA 4. 0, présentation de la méthode., version 1. 0*, centre de recherche LICEF, Télé-université, juillet 2000a.

[PAQUETTE et al. 2001] Paquette, G., Léonard, M., de la Teja, I., Dessaint, M-P., *Méthode d'ingénierie d'un système d'apprentissage, MISA 4. 0, description des éléments de documentation, version 1. 0*, centre de recherche LICEF, Télé-université, juin 2000b.

[PAQUETTE et al. 2000a] Paquette, G., Léonard, M., de la Teja, I., Dessaint, M-P., *Méthode d'ingénierie d'un système d'apprentissage, MISA 4. 0, concepts et exemples, version 1. 1*, centre de recherche LICEF, Télé-université, avril 2001..

[THE HERRIDGE GROUP 2004] The Herridge Group, *The Use of Traditional Instructional Systems Design Models for eLearning*. December 2004

<http://www.herridgegroup.com/pdfs/The%20use%20of%20Traditional%20ISD%20for%20eLearning.pdf><sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> Année de consultation 2008

<sup>4</sup> Année de consultation 2009