

## Effet d'un didacticiel pour l'apprentissage du langage SQL sur les résultats et la satisfaction des apprenants

### Effect of a Tutorial for Learning SQL on Learner Outcomes and Satisfaction

*Lynda Farza, Académie Militaire, Tunisie*

#### **Résumé**

Dans cet article, nous présentons les résultats d'une étude sur l'effet d'un didacticiel que nous avons développé en nous inspirant des stratégies du modèle de motivation ARCS de Keller et destiné à l'apprentissage du langage SQL. Cette étude a concerné 92 étudiants de filières non informatiques répartis en deux groupes : un groupe expérimental ayant suivi l'enseignement du langage SQL en ayant recours au didacticiel que nous avons nommé SQLAlgebraCourse et un groupe contrôle qui n'a pas eu recours au didacticiel. Les résultats de cette étude ont montré que les étudiants du groupe expérimental ont eu un rendement meilleur et ont été, pour la plupart, satisfaits des avantages procurés par l'utilisation du didacticiel.

*Mots clés* : didacticiel ; base de données ; SQL ; motivation ; ARCS

#### **Abstract**

In this paper, we present the results of a study on the impact of a courseware developed by using Keller's ARCS motivational model strategies and designed to help students learn SQL language. The study involved 92 non-computer science students divided into two groups: an experimental group that had been taught the SQL language using the courseware named SQLAlgebraCourse and a control group that had not used it. The results of this study showed that the students in the experimental group performed better in the summative evaluation and were satisfied with the benefits provided by the courseware.

*Keywords*: Courseware; Database; SQL; Motivation; ARCS

## Introduction

Dans le but d'améliorer l'efficacité et les résultats de l'enseignement-apprentissage de diverses disciplines, plusieurs techniques, outils ou méthodes ont été proposés, développés et mis en œuvre. L'informatique a le double avantage de pouvoir fournir à la fois, des moyens et outils techniques, pédagogiques et didactiques au service de diverses disciplines, et également d'en tirer, elle-même, avantage pour l'enseignement-apprentissage de ses différentes branches comme celle des bases de données dont le langage SQL constitue une partie essentielle.

Le langage SQL (*Structured Query Language*), langage standard d'accès aux bases de données relationnelles, permet de créer des bases de données relationnelles et de manipuler leur contenu en utilisant différentes instructions. Ce langage est enseigné dans nos différentes filières d'enseignement universitaire à l'Académie militaire. Il est donc important que les apprenants débutants le comprennent et en maîtrisent convenablement l'utilisation.

Plusieurs tutoriels et outils d'apprentissage du langage SQL ont été développés pour aider les apprenants à apprendre à écrire des requêtes SQL d'interrogation de données, en facilitant la compréhension et la maîtrise. Plusieurs types ont été proposés, sous forme de tutoriels interactifs en ligne tels que SQLteaching et SQLZoo, ou sous forme de jeux sérieux en ligne tel que GalaxySQL de Jari Komppa ou SQL Island de Johannes Schildgen.

De nombreux autres outils interactifs ont été développés dans divers établissements universitaires pour faciliter la compréhension des requêtes SQL tels que SQLTutor (Mitrovic, 1998), SQLT-Web (Mitrovic, 2003), SQLator (Sadiq et al., 2004), SQLify (De Raadt et al., 2007), Learn-SQL (Abelló et al., 2008), SAVI (Cembalo et al., 2011) et viSQLizer (Folland, 2016). La plupart de ces outils ne sont accessibles qu'aux étudiants de ces chercheurs ou de leurs établissements universitaires.

Cela nous a poussé à concevoir et à développer pour les besoins propres de nos étudiants un outil didactique approprié s'inspirant des stratégies du modèle de motivation ARCS de Keller. Cet outil, que nous avons nommé SQLAlgebraCourse, est un didacticiel destiné à aider les apprenants novices à la compréhension du langage SQL d'une manière simple et intuitive sans risque de se perdre dans les aspects complexes et les fonctionnalités spéciales de certains outils d'administration graphiques associés aux systèmes de gestion de bases de données.

Nous présenterons dans ce qui suit le contexte et la problématique de l'enseignement du langage SQL. Nous enchaînerons par une description sommaire de notre outil. Les résultats obtenus grâce à son utilisation sont décrits, analysés et discutés par la suite. Nous concluons par quelques enseignements à tirer de cette expérience.

### Contexte et problématique

Le module d'introduction aux bases de données est enseigné aux étudiants des différentes filières d'ingénieur (informatique, électromécanique, génie civil, techniques de l'armement,

télécommunication) de notre institution. Nous nous intéressons dans cet article aux étudiants de filières non informatiques.

Ce module comporte trois parties : les concepts fondamentaux des bases de données relationnelles sont enseignés en premier lieu, ensuite leur modélisation et enfin leur implémentation à l'aide du langage SQL. Ce langage constitue, d'ailleurs, une partie essentielle de ce module. Quoique de syntaxe relativement simple et hautement structurée (Dekeyser, 2007), sa maîtrise est cependant difficile pour les étudiants novices. Il est en effet composé d'un ensemble, certes, limité d'instructions mais permet malgré cela d'écrire des requêtes complexes et souvent difficiles à saisir par des apprenants débutants et appartenant à des filières d'enseignement non informatique. Lorsqu'ils ont à exprimer des requêtes en langage SQL, des difficultés apparaissent alors, car ils ont, non seulement, à rédiger des requêtes syntaxiquement correctes mais, aussi, à traduire une question exprimée en langage courant, en une expression SQL sémantiquement correcte (Dekeyser, 2007). Et comme le note Gudivada et al. (2017), les requêtes SQL sont souvent d'une simplicité trompeuse. En effet, l'écriture de requêtes sémantiquement correctes nécessite une bonne compréhension du modèle de données et des clauses du langage SQL.

En plus des difficultés d'apprentissage du langage, les étudiants (élèves-officiers), suivant à la fois un enseignement universitaire et un enseignement militaire, peuvent ne pas disposer du temps suffisant à consacrer à l'acquisition des connaissances requises et des compétences nécessaires pour résoudre des requêtes SQL d'interrogation de données.

On peut également craindre de voir certains étudiants de ces filières non informatiques manquer de motivation pour affronter les difficultés surgissant au cours de l'apprentissage, au risque de susciter un désintérêt pour la matière. Certains étudiants peuvent être tentés de ne faire que des efforts minimes pour s'impliquer suffisamment dans l'apprentissage, se contentant de viser la note moyenne qui leur permet d'assurer la réussite. Aussi doit-on chercher à leur proposer une stratégie pédagogique significative fortement motivante.

Il existe certes plusieurs tutoriels et outils non académiques (SQLcourse, SQLteaching, SQLBolt et SQLZoo) accessibles gratuitement en ligne permettant de faciliter la compréhension des requêtes SQL. La plupart d'entre eux ne répondent pas aux exigences de base de la motivation pour l'apprentissage, à savoir l'attention, la pertinence, la confiance et la satisfaction de l'apprenant. Certains d'entre eux se présentent de manière peu attrayante, comportant un style d'écriture non attirant, un contenu trop simple ou trop complexe.

C'est donc pour éviter de tels écueils que nous avons senti le besoin de développer et mettre à la disposition de nos étudiants un didacticiel s'inspirant des stratégies du modèle de motivation ARCS de Keller. L'utilisation d'un tel didacticiel pourra permettre de faciliter l'apprentissage pour maintenir la motivation des étudiants envers la matière.

Et c'est pour atteindre de tels objectifs que nous avons opté pour un logiciel à la fois convivial et ergonomique, facile à installer, simple à utiliser, capable de fournir un système d'apprentissage

permettant la connaissance et l'assimilation progressive des concepts fondamentaux du langage SQL et la capacité à l'appliquer à une base de données en facilitant l'écriture des requêtes.

## **Motivation**

Pour Roland Viau (1994), la motivation est un état dynamique qui a ses origines dans les perceptions qu'a un apprenant de lui-même et de son environnement et qui l'incite à choisir une activité, à s'y engager et à persévérer dans son accomplissement afin d'atteindre un but. Un apprenant est motivé s'il considère utiles et intéressantes la matière et les activités qu'on lui propose, s'il se sent capable de faire ce qu'on lui demande et s'il a l'impression qu'il exerce un certain contrôle sur le déroulement et les résultats de ses apprentissages (Viau, 2004).

La motivation est donc une partie essentielle du processus d'apprentissage (Keller, 2006) et un facteur non moins essentiel de l'efficacité de l'apprentissage : une plus grande motivation encourageant les apprenants à faire un plus grand effort et à continuer à apprendre et améliore les résultats de l'apprentissage (Juan & Chao, 2015).

L'action sur la motivation devient, alors, une priorité pour l'enseignant qui doit connaître son auditoire pour en évaluer le niveau de motivation et ce qu'il doit faire pour la susciter, la développer et la maintenir.

Un certain nombre de modèles permettant de développer des manières d'agir sur cette motivation et de la développer ont été proposés (Bouffard et al., 2001; Keller, 1983). Le modèle ARCS (*Attention, Redevance, Confidence, Satisfaction*) de conception motivationnelle de Keller est le modèle le plus utilisé lors de la conception de dispositifs d'apprentissage (Colakoglu & Akdemir, 2010; Glore, 2011; Chen, 2014; Alhazbi, 2015; Bai et al., 2016; Sulisworo et al., 2017; Turel & Sanal, 2018) pour améliorer l'attrait motivationnel d'outils pédagogiques et didactiques. L'utilisation de ce modèle permet d'aider concepteurs et enseignants à concevoir de manière ciblée un enseignement répondant à la nécessité d'accroître la motivation des apprenants (Keller & Suzuki, 2004), et en fin de compte, capable d'améliorer leur rendement.

Ce modèle fournit un ensemble de stratégies qui paraissent très utiles comme base pour la conception de dispositifs d'enseignement-apprentissage (Sulisworo et al., 2017; Turel & Sanal, 2018). Les stratégies (Keller, 2010), au nombre de quatre, se proposent de permettre à l'apprenant d'atteindre différents objectifs de motivation à la fois immédiate et soutenue : stratégies d'obtention de l'attention, stratégies favorisant le sentiment de pertinence du contenu, stratégies de construction de la confiance en soi et stratégies de génération de la satisfaction.

## **Application du modèle de conception motivationnelle ARCS de Keller**

Les quatre stratégies précitées du modèle de conception motivationnelle ARCS de Keller ayant servi de base à la conception du contenu pédagogique de notre didacticiel ont été concrétisées dans notre outil, de la sorte :

- Pour capter, stimuler, soutenir et maintenir l'attention de l'apprenant, nous avons incorporé au niveau de chaque partie introductive d'un composant du didacticiel des images et des animations.

Pour les concepts de base, des images et illustrations ont été intégrées à l'outil. Nous avons tenu à ce que chaque écran du didacticiel apparaisse bref et cohérent : un titre, quelques mots clés, un court résumé facilement lisible et compréhensible. À cela s'ajoutent de nombreuses activités telles que l'exécution de requêtes à partir d'exemples tirés du cours, l'écriture et l'exécution d'autres instructions et la résolution d'exercices nombreux et variés.

- Pour obtenir la pertinence, un vocabulaire simple a été utilisé dans les résumés du cours. Les exemples proposés dans le cours et dans les exercices à résoudre sont tous tirés d'un contexte familier aux apprenants, afin de leur faciliter l'assimilation des nouvelles connaissances. La prise en considération de l'utilité et de l'adaptation du contenu aux objectifs définis vise à développer un bon niveau de pertinence du contenu.
- Pour soutenir le processus d'apprentissage et accroître la confiance de l'apprenant, nous avons proposé des exercices de différents niveaux de difficultés, à portée des apprenants, allant du plus simple au plus complexe. Sont également fournies de multiples occasions d'auto-évaluation. L'apprenant guidé à travers de nombreux exercices pratiques familiers et ayant accès à davantage d'informations, de conseils et de solutions peut ainsi étudier selon son propre rythme et procéder à volonté à l'auto-évaluation.
- Pour assurer à l'apprenant de plus en plus de satisfaction, nous avons essayé d'agir sur la convivialité de l'interface. La rétroaction formative donne lors de la résolution des exercices le résultat pour chacune des requêtes ce qui permet aux étudiants de vérifier, chaque fois, le résultat de leur expression SQL en le comparant au résultat correct.

### **Description du didacticiel SQLAlgebraCourse**

Conçu principalement pour aider l'apprenant débutant à maîtriser les instructions du langage SQL et les opérateurs de l'algèbre relationnelle, cet outil comporte les composantes suivantes (cf. Figure 1) : AlgebraCourse, SQLCourse, SQLQuiz, et SQLExercises.

Les composants SQLCourse, AlgebraCourse et SQLExercises utilisent, comme exemple, une base de données relative à la gestion simplifiée d'une compagnie aérienne.

Les apprenants peuvent réviser leurs cours à partir des composants SQLCourse et AlgebraCourse et tester leurs connaissances à travers les composants SQLExercises et SQLQuiz.

Le premier composant SQLCourse (Figure 2), tutoriel portant sur les différentes commandes du langage SQL, permet à l'étudiant d'apprendre ce langage en lui fournissant des exemples d'instructions SQL interactifs, qu'il peut exécuter et en voir le résultat. Il comporte également un éditeur SQL (SQLEditor) qui permet d'exécuter d'autres instructions sur la base de données servant d'exemple.

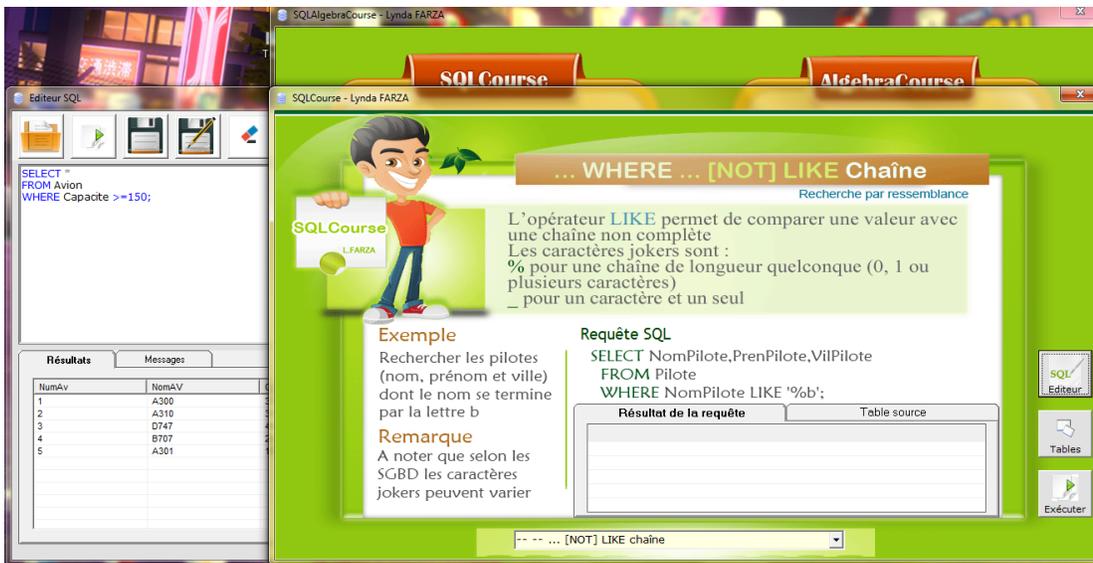
**Figure 1**

*Interface principale de l'outil SQLAlgebraCourse*



**Figure 2**

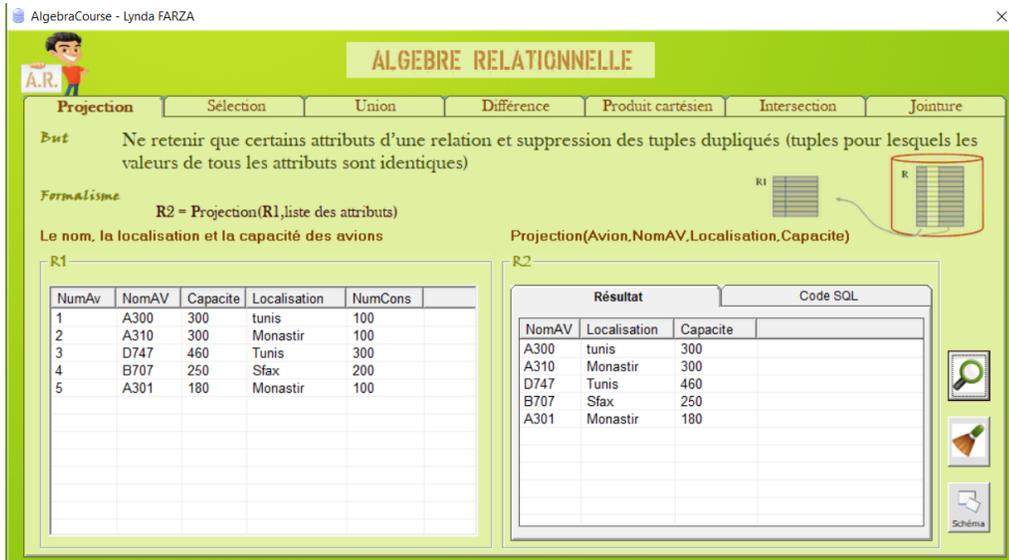
*Interface graphique du composant SQLCourse*



Le deuxième composant AlgebraCourse (Figure 3), tutoriel portant sur les différents opérateurs de l'algèbre relationnelle, facilite l'apprentissage de ces opérateurs en fournissant pour chacun d'eux un exemple d'expression algébrique qui peut être exécutée avec affichage du résultat de cette expression et du code SQL correspondant.

**Figure 3**

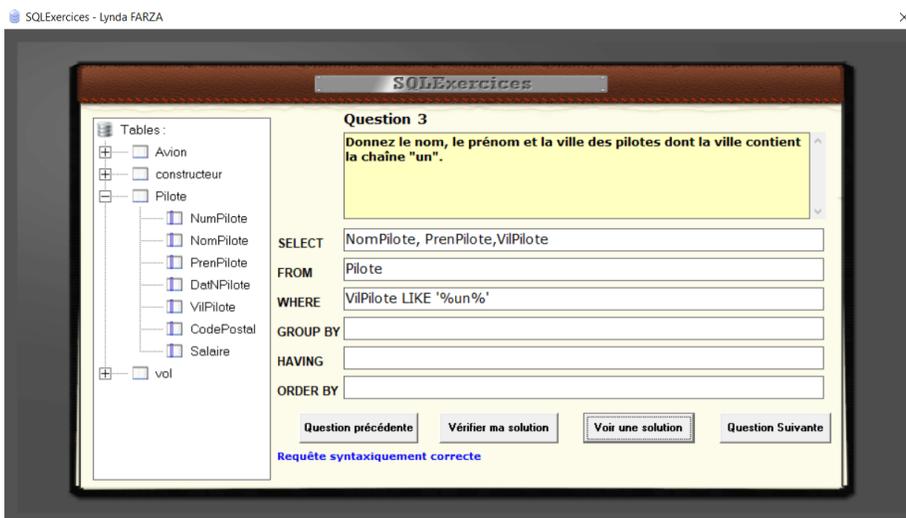
*Interface graphique du composant AlgebraCourse*



Le troisième composant SQLExercices (Figure 4) offre aux utilisateurs l’occasion de tester et de mettre en pratique leurs capacités en résolution de problèmes. Il permet de les guider à travers une série de questions de difficultés croissantes portant sur la commande d’interrogation de données. L’apprenant doit répondre à la question posée et saisir le code SQL correspondant. L’outil lui permet de choisir une question, de soumettre ensuite sa réponse et de vérifier si celle-ci est syntaxiquement correcte. Si elle l’est, l’apprenant pourra voir la solution stockée initialement dans la base de données Exercices et sa réponse, les comparer et vérifier si cette dernière est sémantiquement correcte. Les données résultant des deux solutions mentionnées sont également affichées.

**Figure 4**

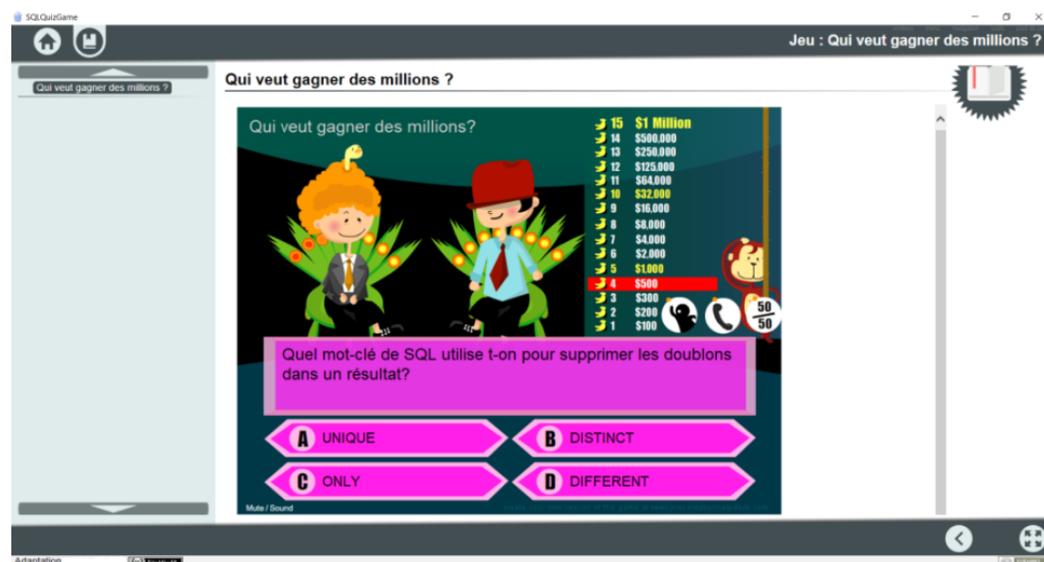
*Interface graphique du composant SQLExercices*



Le quatrième composant SQLQuiz (Figure 5) offre, quant à lui, deux évaluations que l'apprenant peut effectuer pour tester et améliorer, ainsi, ses connaissances. À la fin de chaque quiz, l'apprenant peut voir son score. C'est à lui de décider si le résultat obtenu est satisfaisant pour considérer la matière suffisamment assimilée. La figure suivante montre l'interface d'une évaluation du composant SQLQuiz.

**Figure 5**

*Interface graphique du composant SQLQuizGame*



## Questions de recherche

Le but principal de notre étude étant de déterminer si l'utilisation de l'outil SQLAlgebraCourse, d'une part, peut faciliter l'apprentissage du langage SQL et, par voie de conséquence, améliorer la performance des apprenants et, d'autre part, avoir un effet positif sur leur degré de satisfaction.

L'étude cherche donc à répondre aux questions suivantes :

1. Y a-t-il une différence statistiquement significative entre les notes obtenues, lors de l'évaluation sommative finale, par les étudiants ayant utilisé le didacticiel et celles obtenues par les étudiants qui n'ont pas eu recours à cet outil?
2. Quelle opinion ont les étudiants sur leur expérience d'apprentissage avec utilisation du didacticiel?

## Méthodologie

### Participants

Au total 92 étudiants (élèves-officiers) de notre institution inscrits dans six classes appartenant à différentes filières de génie non informatique (télécommunication, techniques de l'armement et

électromécanique) ont participé à cette étude. Ils ont été divisés au hasard en deux groupes, un groupe expérimental (GE) de 44 étudiants et un groupe contrôle (GC) de 48 étudiants.

Notons que tous les participants *n'ont jamais suivis de cours de bases de données et n'ont aucune connaissance du langage SQL*.

### Procédure

Tous les participants à cette étude ont suivi un cours d'introduction aux bases de données, présenté par l'auteure, en utilisant la même approche d'enseignement, l'approche pédagogique mixte combinant à la fois l'apprentissage à partir d'exemples en situation de résolution de problèmes, l'apprentissage collaboratif et l'évaluation formative continue (Farza, 2015). Ils ont tous travaillé dans des conditions similaires en utilisant les mêmes supports de cours et les mêmes logiciels pour l'implémentation des bases de données.

Les participants ont reçu un enseignement de huit heures sur le langage SQL, à raison de quatre heures par semaine. Les séances d'apprentissage visaient deux objectifs principaux : la connaissance et la compréhension des instructions de base du langage SQL.

Ils ont tous reçu les mêmes documents de cours sur papier (supports de cours, de travaux dirigés et de travaux pratiques) et/ou sous format PDF. Les étudiants ont tous été invités à répondre aux mêmes quiz et aux mêmes exercices d'application, de difficulté graduelle, portant sur différents types de requêtes SQL. Des exercices supplémentaires en ligne avec correction ont été également mis à la disposition des étudiants des deux groupes, sur la plateforme d'apprentissage Canvas (version en ligne gratuite, [canvas.instructure.com](https://canvas.instructure.com)).

Le contenu de l'apprentissage a été présenté aux étudiants du groupe contrôle à partir de diapositives PowerPoint.

Le didacticiel SQLAlgebraCourse a été utilisé, par les apprenants du groupe expérimental, pendant les deux semaines susmentionnées. Ils ont eu à accomplir en classe les exercices d'application à travers les composants SQLQuiz et SQLExercices de l'outil SQLAlgebraCourse.

Au début, les apprenants du groupe expérimental devaient tout d'abord comprendre le rôle de chaque instruction SQL et en particulier, de chaque clause de l'instruction d'interrogation de données. Ils devaient pour cela utiliser le composant SQLCourse. Par la suite, ces étudiants ont été amenés à répondre aux deux quiz proposés par l'outil pour tester leurs connaissances, et ce, en utilisant le composant SQLQuiz. À la suite des quiz, les étudiants ont été invités à répondre aux questions proposées par le composant SQLExercices.

L'activité en classe était axée sur la création d'expressions SQL et leur exécution sur la base de données *Exemple* en utilisant l'éditeur SQLEditor du composant SQLCourse. Les étudiants du groupe de contrôle ont, quant à eux, été invités à s'entraîner sur une base de données à titre d'exemple en utilisant Microsoft Access.

## Instruments de collecte et d'analyse des données

Pour le recueil des données, nous avons utilisé deux instruments de mesure : une évaluation sommative finale pour les deux groupes afin d'évaluer la capacité des étudiants à résoudre des problèmes SQL et un questionnaire d'appréciation du didacticiel destiné au groupe expérimental.

### Évaluation sommative

Les données destinées à préciser le niveau d'acquisition des connaissances ont été recueillies au moyen de trois évaluations. Une évaluation au milieu du parcours (devoir), un mini-projet à rendre au cours de la dernière séance d'apprentissage et une évaluation finale sur papier (examen) à la fin du module. Nous nous intéressons dans cet article uniquement à l'évaluation finale. Son objectif est de mesurer la capacité des étudiants à concevoir une base de données relationnelle et à répondre à des requêtes d'interrogation plus ou moins complexes à l'aide d'instructions du langage SQL.

Cette évaluation comporte donc deux parties. La première porte sur une étude de cas, où les étudiants devaient produire sur la base des spécifications du domaine à modéliser un schéma conceptuel et un schéma logique d'une base de données. La deuxième partie, qui nous intéresse dans le cadre de cet article, est composée d'un exercice de résolution de problèmes SQL comportant 10 questions ouvertes. Les deux groupes ont eu à répondre aux mêmes questions portant sur la même base de données et à écrire les expressions SQL répondant aux problèmes posés.

L'objectif était de mesurer les connaissances procédurales et les compétences en matière de résolution de problèmes. Chaque question examine la capacité à écrire une instruction SELECT d'interrogation de données reprenant un concept fondamental. Les questions de cette évaluation, ont été ordonnées selon le niveau de complexité des requêtes (*cf.* Tableau 1) en allant du plus facile au plus difficile. Les cinq premières requêtes, basées chacune sur une seule table, étaient destinées à évaluer l'utilisation des clauses SELECT et WHERE, ainsi que les clauses ORDER BY, GROUP BY et HAVING. Les trois requêtes suivantes introduisaient l'opération de jointure. Quant aux dernières requêtes, elles combinaient jointure et regroupement.

La partie sur le langage SQL de l'évaluation finale a été notée sur dix. Les dix questions de cette partie ont été évaluées pour les clauses appropriées lors de l'écriture des instructions SQL d'interrogation de données (*cf.* Tableau 1).

**Tableau 1**

*Niveaux de complexité et scores des requêtes SQL de l'évaluation finale*

Niveau de complexité	1	2	3	4
Structure de la requête SQL	SELECT FROM (une seule table) WHERE	SELECT FROM (une seule table) WHERE	SELECT FROM (jointure) WHERE	SELECT FROM (jointure) WHERE

Niveau de complexité	1	2	3	4
	ORDER BY	GROUP BY HAVING ORDER BY	ORDER BY	GROUP BY HAVING ORDER BY
Question	Questions 1 à 3	Questions 4 à 5	Questions 6 à 7	Questions 8 à 10
Score	0,5 point	0,75 point	1,25 point	1,5 point

### *Questionnaire d'appréciation du didacticiel*

C'est à la fin du module d'enseignement, et avant de passer l'évaluation sommative finale, que les étudiants du groupe expérimental ont été invités à répondre à un questionnaire anonyme composé de 19 questions, destiné à déterminer leur avis quant à l'utilisation du didacticiel dans le processus d'apprentissage du langage SQL.

La première partie du questionnaire portant sur le degré de pertinence procuré par le didacticiel se composait de quatorze questions à réponses fermées de type Likert (avec échelle de Likert à quatre niveaux : Désaccord total [1], Pas entièrement d'accord [2], Plutôt d'accord [3], Entièrement d'accord [4]).

La deuxième partie comporte cinq questions ouvertes portant principalement sur l'avantage procuré par les composants de l'outil, leur avis sur la méthode d'enseignement-apprentissage du langage SQL et les suggestions qu'ils proposent pour améliorer l'efficacité de l'outil.

L'analyse des items du questionnaire s'est basée seulement sur la fréquence des réponses obtenues.

### **Présentation et analyse des résultats**

#### *Analyse des notes des étudiants*

Nous avons tout d'abord procédé à une analyse descriptive des notes obtenues, lors de l'évaluation sommative finale, par les apprenants des deux groupes, expérimental et contrôle. Les résultats de cette analyse sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 2**

*Résultats des sujets du groupe expérimental (AD) et du groupe contrôle (SD)*

Moyen d'élaboration	N	M	Écart-type	Erreur standard	Intervalle de confiance à 95 % pour la moyenne	
					Borne inférieure	Borne supérieure
Avec didacticiel (AD)	44	6,4	1,17	0,17	6,05	6,76

Moyen d'élaboration	N	M	Écart-type	Erreur standard	Intervalle de confiance à 95 % pour la moyenne	
					Borne inférieure	Borne supérieure
Sans didacticiel (SD)	48	5,39	1,34	0,19	5	5,78

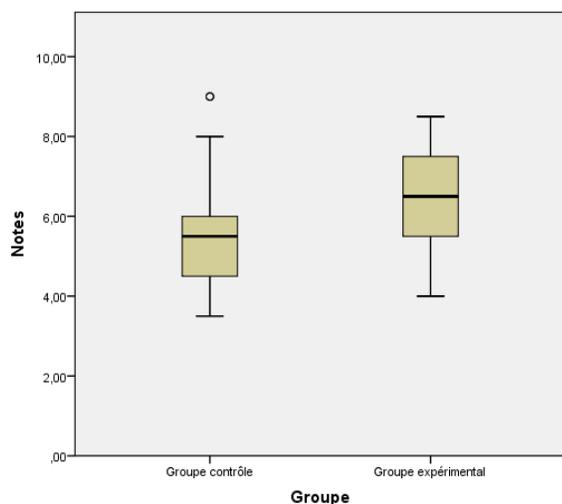
Nous remarquons, d'après le tableau précédent, que la moyenne pour le groupe expérimental utilisant le didacticiel est de 6,4, alors qu'elle n'est que de 5,39 pour le groupe contrôle (sans didacticiel). L'écart-type du groupe expérimental (1,17) est légèrement inférieur à celui du groupe contrôle (1,34). La moyenne est donc plus élevée pour l'approche avec didacticiel que pour l'approche sans recours au didacticiel.

La Figure 6 qui représente des diagrammes en boîte permet de mettre en évidence la dispersion des données de l'évaluation finale. Ces diagrammes montrent que pour le groupe expérimental l'étendue des scores est de 4,5 et l'écart interquartile est de 2, tandis que l'étendue des scores du groupe contrôle est de 5,5 et l'écart interquartile est de 1,5. Les diagrammes en boîte montrent également que pour le groupe contrôle, le premier, le deuxième et le troisième quartiles sont respectivement de 4,5, 5,75 et 6. Cependant, le premier, le deuxième et le troisième quartiles étaient respectivement de 5,5, 6,5 et 7,5 pour le groupe expérimental. Dans le groupe expérimental, 50 % des étudiants ont ainsi eu une note comprise entre 5,5 et 7,5 sur dix alors que 50 % des notes des étudiants du groupe contrôle se situaient entre 4,5 et 6 sur dix.

La Figure 6 montre également que pour le groupe contrôle la distribution est dissymétrique, elle s'allonge plus vers les plus petites valeurs tandis que pour le groupe expérimental la distribution est symétrique. Ainsi, la série de notes des étudiants du groupe expérimental est moins dispersée. Il y a davantage de valeurs proches de la médiane.

**Figure 6**

*Distribution des notes pour l'évaluation finale du groupe contrôle et du groupe expérimental*



Afin de déterminer s'il existe une différence statistiquement significative entre les notes obtenues par les étudiants du groupe expérimental et ceux des étudiants du groupe contrôle, nous avons procédé à une analyse de variance ANOVA à un facteur pour comparer les moyennes des deux groupes. Les résultats du test ANOVA sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 3***Résultats d'analyse de variance ANOVA*

Source de variation	Somme des carrés des écarts	Degré de liberté (dl)	Moyenne des carrés (dispersion)	F test de Fisher	Signification (valeur p)
Inter-groupes	5,905	11	,537	2,518	0,009
Intra-groupes	17,052	80	,213		
Total	22,957	91			

Nous constatons, d'après ce tableau, que la valeur p (0,009) est inférieure à la marge d'erreur estimée à 0,05; ce qui indique qu'il existe une différence statistiquement significative entre les moyennes des étudiants du groupe expérimental ayant utilisé le didacticiel lors de l'apprentissage du langage SQL et celles des étudiants du groupe contrôle, en faveur du premier groupe.

*Analyse du questionnaire d'appréciation du didacticiel*

L'attitude des étudiants envers le didacticiel sont résumés par les réponses au questionnaire figurant dans le tableau suivant :

**Tableau 4***Avis des étudiants sur l'efficacité de l'outil*

Items	Désaccord total		Pas entièrement d'accord		Plutôt d'accord		Entièrement d'accord	
	N	F	N	F	N	F	N	F
<b>Intérêt et facilité d'utilisation</b>								
L'utilisation de l'outil SQLAlgebraCourse en classe a renforcé mon intérêt pour le thème étudié	4	9,09 %	2	4,55 %	15	34,09 %	23	52,27 %
Je pense que l'outil est facile à utiliser	0	0 %	4	9,09 %	18	40,91 %	22	50,00 %
<b>Compétences</b>								
Je pense que l'outil SQLAlgebraCourse m'a aidé à mieux connaître la syntaxe du	0	0 %	0	0 %	0	0 %	44	100 %

Items	Désaccord total		Pas entièrement d'accord		Plutôt d'accord		Entièrement d'accord	
	N	F	N	F	N	F	N	F
<b>langage SQL</b>								
Je pense que l'outil m'a aidé à mieux comprendre la syntaxe du langage SQL	0	0 %	0	0 %	0	0 %	44	100 %
Je pense que l'outil m'a permis d'appliquer les connaissances acquises pour résoudre des requêtes d'interrogation	4	9,09 %	9	20,45 %	12	27,27 %	19	43,18 %
<b>Efficacité et réussite</b>								
Je pense que l'outil SQLAlgebraCourse est efficace pour réviser le cours et se préparer pour l'évaluation intermédiaire (devoir)	0	0 %	9	20,45 %	11	25,00 %	24	54,55 %
Je pense que l'outil est efficace pour réviser le cours et se préparer pour l'évaluation finale (examen)	0	0 %	21	47,73 %	11	25,00 %	12	27,27 %
Je pense que l'outil SQLAlgebraCourse peut contribuer à ma réussite dans cette matière	0	0 %	13	29,55 %	15	34,09 %	16	36,36 %
<b>Motivation</b>								
La bonne organisation du contenu de l'outil a permis de garder mon attention en éveil	4	9,09 %	13	29,55 %	15	34,09 %	12	27,27 %
La difficulté progressive des exercices proposés m'a permis d'avoir confiance en mes capacités	5	11,36 %	11	25,00 %	10	22,73 %	18	40,91 %
Je pense que l'outil a permis d'augmenter ma motivation pour l'apprentissage	5	11,36 %	7	15,91 %	7	15,91 %	25	56,82 %
<b>Engagement</b>								
Je pense que l'outil m'a permis de m'engager plus dans l'apprentissage	3	6,82 %	9	20,45 %	14	31,82 %	18	40,91 %
<b>Préférences et suggestion</b>								
Je préfère apprendre le langage SQL avec un didacticiel interactif plutôt que d'utiliser les supports de cours sur papier	1	2,27 %	5	11,36 %	18	40,91 %	20	45,45 %

Items	Désaccord total		Pas entièrement d'accord		Plutôt d'accord		Entièrement d'accord	
	N	F	N	F	N	F	N	F
Cet outil m'a tellement plu que je suggère l'utilisation de tel type d'application (didacticiel) dans d'autres matières pour soutenir l'apprentissage	1	2,27 %	6	13,64 %	16	36,36 %	21	47,73 %

Ces résultats montrent que les trois quarts des étudiants trouvent que l'outil a renforcé leur intérêt pour le thème étudié. Les étudiants en majorité étaient d'accord ou fortement d'accord pour dire que le didacticiel est facile à utiliser.

En ce qui concerne la question relative aux compétences qu'ils pensent avoir développé ou qu'ils peuvent développer en utilisant l'outil SQLAlgebreCourse, tous les étudiants interrogés ont affirmé que cet outil leur a permis de mieux connaître et de mieux comprendre la syntaxe du langage SQL et 70,45 % d'entre eux pensent qu'il leur a permis d'appliquer les connaissances acquises pour résoudre des requêtes d'interrogation de données. Seuls 29,55 % ont été peu d'accord (20,45 %) ou en désaccord total (9,09 %).

Presque 60 % des participants ont trouvé que le didacticiel a un effet positif sur l'attention et la confiance en soi. En effet, 61 % d'entre eux sont soit entièrement d'accord (27,27 %) soit d'accord (34,09 %) que la bonne organisation du contenu du didacticiel leur a permis de garder leur attention en éveil. Et seuls 39 % se sont déclarés soit peu d'accord (29,55 %), soit en désaccord total (9,09 %). D'autre part, presque 64 % d'entre eux se sont déclarés d'accord (40,91 % entièrement d'accord et 22,73 % d'accord) que la difficulté progressive des questions proposées leur a permis d'avoir confiance en leurs capacités. Et seuls 36 % sont, soit peu d'accord (25 %), soit en désaccord (11,36 %).

Plus de 70 % des étudiants trouvent que l'outil SQLAlgebraCourse a permis d'augmenter leur motivation pour l'apprentissage et même de s'engager plus dans l'apprentissage.

Pour la question permettant de savoir si les étudiants trouvent l'outil efficace pour la révision du cours et la préparation aux différentes évaluations (évaluation de mi-parcours et examen final), pour l'examen final seuls 52,27 % des étudiants se sont déclarés d'accord, alors qu'un peu moins de la moitié se sont déclarés pas entièrement d'accord. En revanche, la majorité des étudiants (79,55 %) sont d'accord (54,55 % entièrement d'accord et 25 % plutôt d'accord) que l'outil est efficace pour réviser le cours et pour préparer l'évaluation intermédiaire. Cela est dû à un ensemble de raisons, tout d'abord pour l'examen final le programme est plus large, l'examineur plus exigeant et l'apprenant est plus pressé et plus stressé. Ce dernier se rabat donc surtout sur les documents de cours sous format papier.

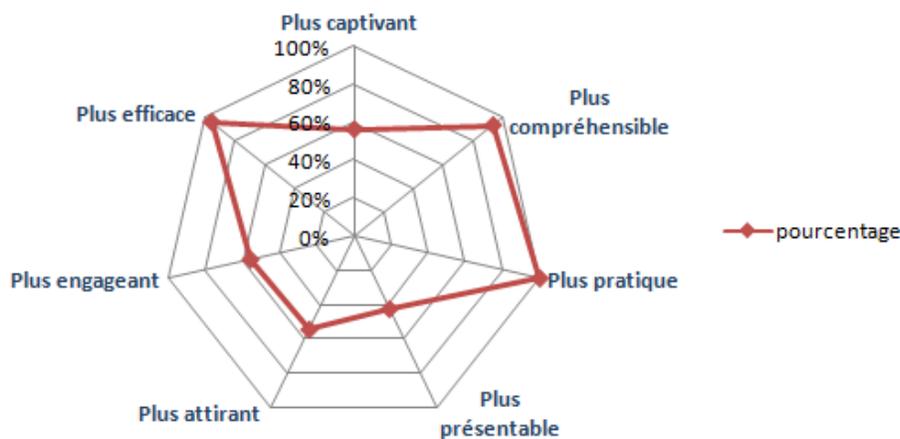
Environ, 70 % des étudiants ont déclaré être tout à fait d'accord ou plutôt d'accord que l'outil SQLAlgebraCourse peut contribuer à leur réussite dans la matière. Seuls 30 % étaient plutôt en désaccord.

En outre, 86 % des étudiants interrogés préfèrent apprendre le langage SQL en utilisant le didacticiel plutôt que les supports de cours sur papier. De plus, 84 % d'entre eux souhaitent même avoir des outils du même genre pour l'apprentissage dans d'autres matières.

Nous reprenons, dans les figures suivantes, quelques réponses à la question sur l'avantage procuré par les composants SQLCourse, SQLQuiz et SQLExercices par rapport aux documents de cours sur papier et par rapport aux ressources du cours disponibles sur le Web. La figure suivante donne la distribution des avis des étudiants sur le composant SQLCourse :

**Figure 7**

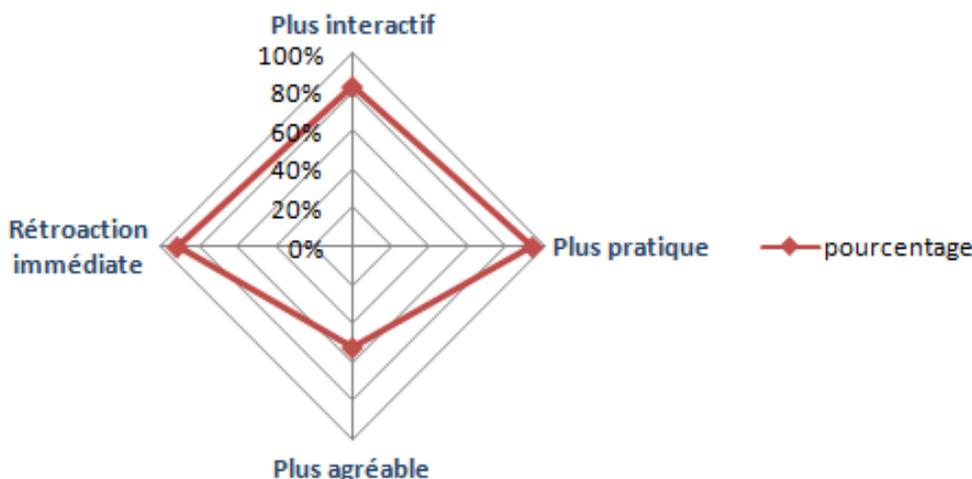
*Avis des étudiants sur le composant SQLCourse*



La figure suivante donne la distribution des avis des étudiants sur le composant SQLExercices :

**Figure 8**

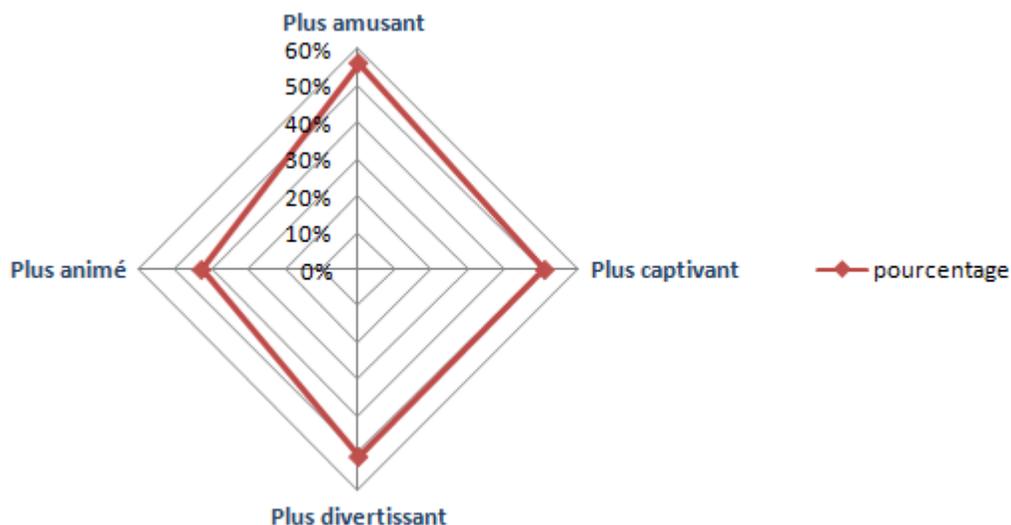
*Avis des étudiants sur le composant SQLExercice*



La figure suivante donne la distribution des avis des étudiants sur le composant SQLQuiz :

**Figure 9**

*Avis des étudiants sur le composant SQLQuiz*



Les étudiants trouvent que le composant SQLCourse est très utile pour apprendre le langage SQL, que le composant SQLExercices est pratique et permet d'obtenir une rétroaction immédiate et que le composant SQLQuiz est passionnant et amusant.

À la question posée aux étudiants pour savoir s'ils estimaient l'outil SQLAlgebraCourse suffisant pour apprendre le langage SQL, 95,45 % d'entre eux ont répondu par l'affirmative. Ils considèrent qu'il procure de nombreux avantages :

- il facilite la compréhension du cours en présentiel et en permet aussi l'application directe.
- il donne la possibilité de mettre en pratique les instructions étudiées en présentiel.
- il est largement suffisant pour permettre à un utilisateur débutant d'apprendre les bases du langage SQL.
- il incite à une plus grande participation aux activités du cours en présentiel et développe la confiance en soi.

Deux avis sont cependant différents. Ils considèrent que dans son état actuel l'outil n'est pas suffisant et qu'il nécessite plus d'applications et plus d'exercices.

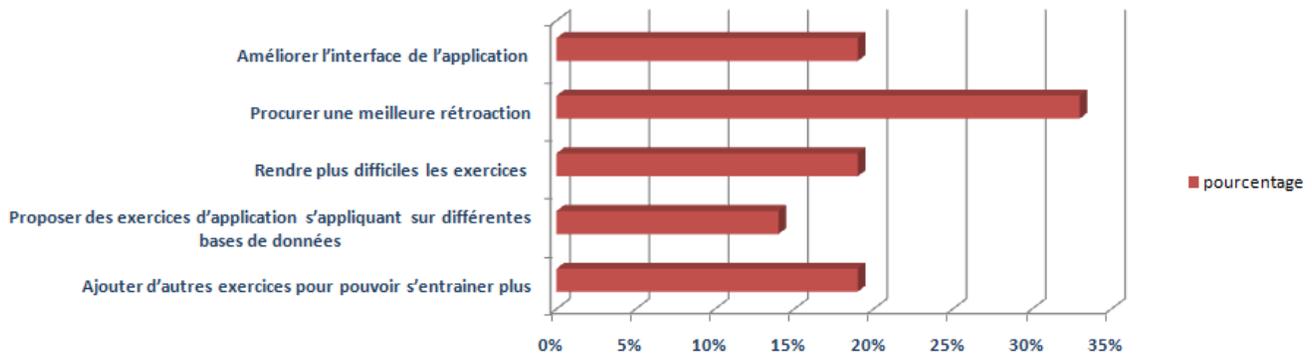
Ci-dessous des extraits de quelques réponses à la question demandant aux étudiants de donner leur avis sur la méthode d'enseignement du langage SQL :

- *C'est une nouvelle et agréable façon d'apprendre.*
- *Elle facilite l'apprentissage.*
- *Elle rend l'apprentissage plus agréable.*

En ce qui concerne la capacité actuelle de l'outil, il y a un partage des avis, en effet, 52,27 % des étudiants estiment que l'outil est suffisant dans son état actuel et 47,73 % demandent des améliorations. Parmi les demandes d'amélioration, les étudiants ont surtout suggéré d'y ajouter d'autres exercices pour pouvoir s'entraîner plus et mieux, de rendre les exercices plus difficiles et d'obtenir une meilleure rétroaction pour les réponses aux questions lors des exercices. Les suggestions d'amélioration de l'efficacité de l'outil sont résumées par la figure suivante :

**Figure 10**

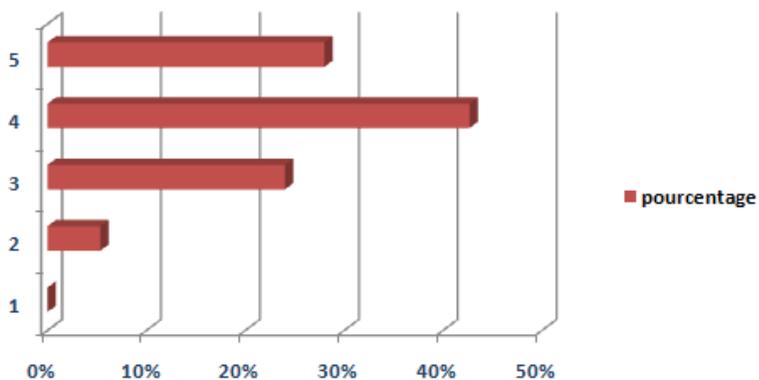
*Suggestions d'amélioration par les étudiants*



Enfin, lorsqu'on a demandé aux étudiants d'évaluer le didacticiel sur une échelle de Likert de 1 (très faible) à 5 (excellent), environ les trois quart des répondants l'ont jugé plutôt excellent (score de 4 et 5). La figure suivante indique l'appréciation globale du didacticiel :

**Figure 11**

*Évaluation du didacticiel*



## Discussion des résultats

Cette étude a cherché à montrer l'utilité que peut procurer le didacticiel SQLAlgebraCourse, conçu selon les stratégies du modèle de motivation ARCS de Keller, à l'enseignement-apprentissage du langage SQL, et comment il peut contribuer à l'amélioration du rendement des apprenants novices et à

l'augmentation de leur satisfaction. La plupart des étudiants questionnés ont, en effet, trouvé ce didacticiel motivant, qu'il les a aidés à s'engager rapidement dans l'apprentissage, qu'il leur a facilité la compréhension des instructions du langage SQL, qu'il a constitué un facteur important pour la réussite de leur apprentissage et qu'il leur a permis d'atteindre un bon niveau de compréhension.

Nos résultats concordant avec ceux obtenus par d'autres études (Khan & Masood, 2013; Gee & Umar, 2014; Annamalai, 2016; Zainal et al., 2016; Annamalai & Salamb, 2017) ont montré le rôle positif de l'utilisation des stratégies du modèle ARCS de Keller, lors de la conception de matériels pédagogiques et en particulier lors de la conception des didacticiels. Ces études ont la plupart utilisé les quatre stratégies de Keller (stratégies d'obtention de l'attention, stratégies favorisant la pertinence du contenu, stratégies de la construction de la confiance en soi et stratégies de génération de la satisfaction) pour générer, soutenir et maintenir la motivation des apprenants.

Ces études, dans divers contextes, ont montré que le recours aux didacticiels, conçus selon les stratégies du modèle ARCS, a permis de stimuler l'apprentissage des étudiants (Zainal et al., 2016), de les aider à mieux acquérir les connaissances (Gee & Umar, 2014; Annamalai & Salamb, 2017), de les motiver à apprendre en les impliquant davantage dans le processus d'apprentissage (Annamalai, 2016; Zainal et al., 2016), d'obtenir un meilleur engagement de la part des étudiants (Annamalai, 2016) et de les motiver davantage à l'auto-apprentissage selon leur propre rythme (Annamalai & Salamb, 2017).

### **Conclusion**

Les didacticiels introduits pour améliorer le processus d'enseignement-apprentissage, dans le cadre d'une approche interactive et éveillant l'intérêt, peuvent, selon Zainal et al. (2016), exercer un effet positif sur les résultats des apprenants.

Nous pouvons affirmer, quant à nous, en nous basant sur les résultats obtenus, sur nos observations et sur les affirmations de nos étudiants, que l'outil SQLALgebraCourse, conçu selon les stratégies du modèle de motivation de Keller, a permis de susciter un intérêt plus intense pour l'apprentissage du langage SQL. Le didacticiel ayant constitué, pour les étudiants novices, une nouvelle manière d'apprendre, différente des cours traditionnels et de l'apprentissage à partir de supports de cours classiques. Cela a, en outre, permis aux étudiants d'apprendre à leur convenance et selon leur propre rythme et de prendre le temps nécessaire pour mieux comprendre. L'outil, selon leurs réponses, leur a permis d'être motivés. Les résultats obtenus en témoignent. Nous devons, néanmoins et le cas échéant, chercher à en améliorer certaines fonctionnalités, à en élargir le champ d'application à d'autres filières d'enseignement et portant sur d'autres thèmes.

## Références

- Abelló, A., Rodríguez, M. E., Urpí, T., Burgués, X., Casany, M. J., Martín, C., & Quer, C. (2008, Juillet). LEARN-SQL: Automatic assessment of SQL based on IMS QTI specification. Dans *2008 Eighth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, 592-593. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2008.27>
- Alhazbi, S. (2015). ARCS-based tactics to improve students' motivation in computer programming course. Dans *2015 10<sup>th</sup> International Conference on Computer Science & Education (ICCSE)*, 317-321. IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCSE.2015.7250263>
- Annamalai, S. (2016). Designing motivating mE-book for polytechnic language classroom using ARCS model. *The European Proceedings of Social & Behavioral Sciences XIV*, 320-326. <http://dx.doi.org/10.15405/epsbs.2016.08.45>
- Annamalai, S., & Salam, S. N. A. (2017, Octobre). Facilitating programming comprehension for novice learners with multimedia approach: A preliminary investigation. Dans *AIP Conference Proceedings, 1891(1)*, 020029. <https://doi.org/10.1063/1.5005362>
- Bai, H., Aman, A., Xu, Y., Orlovskaya, N., & Zhou, M. (2016). Effects of Web-based interactive modules on engineering students' learning motivations. *American Journal of Engineering Education*, 7(2), 83-89. <https://doi.org/10.19030/ajee.v7i2.9840>
- Bouffard, T., Boileau, L., & Vezeau, C. (2001). Students' transition from elementary to high school and changes of the relationship between motivation and academic performance. *European Journal of Psychology of Education*, 16(4), 589-604. <https://doi.org/10.1007/BF03173199>
- Cembalo, M., De Santis, A., & Ferraro Petrillo, U. (2011). Savi: A new system for advanced sql visualization. Dans *SIGITE '11: Proceedings of the 2011 Conference on Information Technology Education*, 165-170. <https://doi.org/10.1145/2047594.2047641>
- Chen, Y.-T. (2014). A study to explore the effects of self-regulated learning environment for hearing-impaired students. *Journal of Computer Assisted Learning*, 30(2), 97-109. <https://doi.org/10.1111/jcal.12023>
- Colakoglu, O. M., & Akdemir, O. (2010). Motivational measure of the instruction compared: Instruction based on the ARCS motivation theory vs traditional instruction in blended courses. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 11(2), 73-89. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1042575.pdf>
- De Raadt, M., Dekeyser, S., & Lee, T. Y. (2006). Do students SQLify? improving learning outcomes with peer review and enhanced computer assisted assessment of querying skills. Dans *Proceedings of the 6<sup>th</sup> Baltic Sea conference on Computing education research. Koli Calling*, 101-108. <https://doi.org/10.1145/1315803.1315821>

- Dekeyser, S., de Raadt, M., & Lee, T. Y. (2007). Computer assisted assessment of SQL query skills. *Proceedings of the eighteenth conference on Australasian database*, 63, 53-62. <https://dl.acm.org/doi/abs/10.5555/1273730.1273737>
- Farza, L. (2015). Impact d'une approche d'enseignement/apprentissage mixte sur les résultats des apprenants: cas d'un cours de bases de données. *Spirale-E, Revue de Recherches en Education, Académie de Lille*, 55, 61-74. <https://spirale-edu-revue.fr/spip.php?article1232>.
- Folland, K. A. T. (2016). *viSQLizer: An interactive visualizer for learning SQL*. Mémoire de master, Université de science et technologie, Norvège. <https://core.ac.uk/download/pdf/154676145.pdf>
- Gee, Y. T., & Umar, I. N. (2014). The effects of drill and practice courseware on students' achievement and motivation in learning English. *International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering*, 8(12), 3683-3688.
- Glore, P. (2011). *Identifying Motivational Strategies to Engage Undergraduate Learning in Web-Based Instruction*. Thèse de doctorat, Université de Capella. <http://anitacrawley.net/Resources/Articles/GloreDis.pdf>
- Gudivada, V. N., Arbabifard, K., & Rao, D. (2017). Automated generation of SQL queries that feature specified SQL constructs. *The Third International Conference on Big Data, Small Data, Linked Data and Open Data*, 9-13.
- Juan, Y. K., & Chao, T. W. (2015). Game-based learning for green building education. *Sustainability*, 7(5), 5592-5608. <https://dx.doi.org/10.3390/su7055592>
- Keller, J. M. (1983). Motivational design of instruction. *Instructional Design Theories and Models: An Overview of their Current Status*, 1, 383-434.
- Keller, J. M. (1987). Development and use of the ARCS model of motivational design. *Journal of Instructional Development*, 10(3), 2-10.
- Keller, J. M. (1987). The systematic process of motivational design. *Performance and Instruction*, 26(9), 1-8. <http://terrikrause.com/Content/documents/Keller1987Systematic.pdf>
- Keller, J. M. (2006). *What is motivational design?* Florida State University. <http://www.arcsmodel.com/pdf/Motivational%20Design%20Rev%20060620.pdf>
- Keller, J. M. (2010). *Motivational Design for Learning and Performance: The ARCS Model Approach*. New York: Springer. <https://dx.doi.org/10.1007/978-1-4419-1250-3>
- Keller, J. M., & Suzuki, K. (2004). Learner motivation and E-learning design: A multinationally validated process. *Journal of Educational Media*, 29(3), 229-239. <https://doi.org/10.1080/1358165042000283084>
- Khan, F. M. A., & Masood, M. (2013). The development and testing of multimedia-assisted mastery learning courseware with regard to the learning of cellular respiration. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 103, 999-1005. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.424>

- Mitrovic, A. (1998). Learning SQL with a computerized tutor. *ACM SIGCSE Bulletin*, 30(1), 307-311. <https://doi.org/10.1145/274790.274318>
- Mitrovic, A. (2003). An intelligent SQL tutor on the web. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 13(2-4), 173-197.
- Sadiq, S., Orłowska, M., Sadiq, W., & Lin, J. (2004). SQLator: an online SQL learning workbench. Dans *Proceedings of the 9<sup>th</sup> annual SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education*, 36(3), 223-227. <https://doi.org/10.1145/1007996.1008055>
- Sulisworo, D., Sulisty, E. N., & Akhsan, R. N. (2017). The motivation impact of open educational resources utilization on physics learning using Quipper school app. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 18(4), 120-128. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1161803.pdf>
- Turel, Y. K., & Sanal, S. O. (2018). The effects of an ARCS based e-book on student's achievement, motivation and anxiety. *Computers & Education*, 127, 130-140. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.08.006>
- Viau, R. (1994). *La motivation en contexte scolaire*. Québec : Éditions du Renouveau Pédagogique.
- Viau, R. (2004). La motivation : condition au plaisir d'apprendre et d'enseigner en contexte scolaire. 3<sup>e</sup> congrès des chercheurs en éducation, Bruxelles, Belgique.
- Zainal, H. H., Nordin, N. M., Hamid, S. S. A., Hassan, N. A., & Hashim, M. H. M. (2016). Technical students' perceptions and motivations towards instructional courseware on construction technology course. *International Journal of Vocational Education and Training Research*, 2(1), 1-6. <http://dx.doi.org/10.11648/j.ijvetr.20160201.11>

**Auteur**

**Lynda Farza** est Maître-assistante en Informatique à l'Académie Militaire, Tunisie. Elle détient un doctorat en didactiques de l'informatique, un diplôme d'ingénieur en informatique, ainsi qu'un diplôme d'études approfondies en mathématiques appliquées et une maîtrise en mathématiques. Ses travaux de recherche portent essentiellement sur la didactique de l'Informatique.

Courriel : lyn.farza@gmail.com



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial CC-BY-NC 4.0 International license.