



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE IBN KHALDOUN - TIARET

MEMOIRE

Présenté à :

FACULTÉ DES MATHÉMATIQUES ET D'INFORMATIQUE
DÉPARTEMENT D'INFORMATIQUE

Pour l'obtention du diplôme de :

MASTER

Spécialité : Génie Logiciel

Par :

BOUFARES Mohamed Karim
KEROUM Ahmed Fayçal

Sur le thème

**Intégration des données d'apprentissage dans un Learning Record Data
Warehouse à des fins de Learning Analytics.**

Soutenu publiquement le 13 / 06 / 2024 à Tiaret devant le jury composé de :

Mr OUARED Abdelkader	MCA	Université Tiaret	Président
Mr TALBI Omar	MCA	Université Tiaret	Encadrant
Mr BERBER El-Mehdi	MAA	Université Tiaret	Examineur

2023-2024

Remerciements

Nous remercions tout d'abord ALLAH tout puissant de nous avoir donné le courage, la force et la patience d'achever ce travail.

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à mon encadreur Mr. Talbi Omar. Je le remercie de m'avoir encadré, orienté, aidé et conseillé.

On n'oublie pas nos parents et notre famille pour leur contribution, leur soutien et leur patience.

J'adresse mes sincères remerciements à tous les professeurs examinateurs, intervenants et toutes les personnes qui nous aidés par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques.

Résumé

Ce projet de fin d'études s'inscrit dans une démarche visant à intégrer les Learning Analytics au sein de l'université de Tiaret. Il consiste tout d'abord à collecter les données d'apprentissage des étudiants, provenant de leurs environnements d'apprentissage tels que les plateformes de formation, notamment Moodle, en utilisant la spécification technique Experience API (xAPI). Afin de garantir l'exactitude et la fiabilité des données utilisées dans l'analyse, celles-ci sont organisées et stockées dans un environnement dédié tel qu'un Learning Record Store (LRS). En utilisant des techniques d'analyse de données, des indicateurs et des statistiques détaillés sont générés pour aider à comprendre les progrès et les performances pédagogiques des étudiants. Cela permet également aux enseignants et aux responsables pédagogiques de prendre des décisions plus efficaces pour améliorer le processus éducatif. Un tableau de bord d'analyse d'apprentissage est utilisé pour afficher les résultats des progrès des étudiants, augmentant ainsi leur motivation et leur engagement dans le processus d'apprentissage.

Mots-clés. Learning analytics, Learning record store, Learning management system, Moodle, Experience API, Learning analytics dashboard.

Abstract

This final year project is part of an initiative to implement Learning Analytics within the University of Tiaret. It involves initially collecting student learning data from their learning environments such as learning platforms, notably Moodle, using the Experience API (xAPI) technical specification. To ensure the accuracy and reliability of the data used in the analysis, this learning data is organized and stored in a dedicated environment such as a Learning Record Store (LRS). Through data analysis techniques, detailed indicators and statistics are created to help understand students' progress and pedagogical performances. This also enables teachers and educational leaders to make more effective decisions to enhance the educational process. A Learning analytics dashboard (LAD) is used to display student progress results, thereby increasing their motivation and engagement in the learning process.

Keywords. Learning analytics, Learning record store, Learning management system, Moodle, Experience API, Learning analytics dashboard.

ملخص

المشروع الختامي هذا يندرج ضمن مبادرة لتنفيذ تحليلات التعلم داخل جامعة تيارت. يتضمن في البداية جمع بيانات تعلم الطلاب من بيئاتهم التعليمية مثل منصات التعلم، بما في ذلك Moodle، باستخدام المواصفة الفنية (xAPI) Experience xAPI لضمان دقة وموثوقية البيانات المستخدمة في التحليل، يتم تنظيم هذه البيانات التعليمية وتخزينها في بيئة مخصصة مثل مستودع سجل التعلم (LRS) من خلال تقنيات تحليل البيانات، يتم إنشاء مؤشرات مفصلة وإحصاءات لمساعدة في فهم تقدم الطلاب وأدائهم التربوي. يمكن لذلك أيضًا للمعلمين وقادة التعليم اتخاذ قرارات أكثر فعالية لتعزيز العملية التعليمية. تم تصميم لوحة تحكم تفاعلية لعرض نتائج تقدم الطلاب، مما يزيد من دافعهم ومشاركتهم في عملية التعلم.

كلمات مفتاحية. Learning analytics, Learning record store, Learning management system, Moodle, Experience API, Learning analytics dashboard.

Table of Contents

Glossaries:.....	9
Liste des figures	10
Liste des tableaux.....	11
Introduction Général	12
Contexte de l'étude.....	13
Problématique	13
Objectifs	13
Organisation du mémoire	14
Chapitre 01 Etat de l'art sur les Learning Analytics	15
1.1 Introduction	16
1.2 Learning Analytics	16
1.3 Communautés des Learning Analytics	17
1.3.1 Educational Data Mining.....	17
1.3.2 Learning Analytics And Knowledge.....	17
1.4 Processus des Learning Analytics.....	18
1.5 Quel(s) environnement(s) numérique(s) d'apprentissage pour l'enseignement supérieur ?.....	19
1.5.1 Learning Management System	19
1.5.2 Moodle.....	19
1.5.3 Principales fonctionnalités et caractéristiques de Moodle	20
1.6 Mise en place des Learning Analytics	21
1.7 Conclusion.....	21
Chapitre 02 Les outils technologiques utilisés pour la mise en place des Learning Analytics	22
2.1 Introduction	23
2.2 Technologies et outils de suivi de l'apprentissage	23
2.2.1 Aviation Industry Computer Based Training Committee.....	23
2.2.2 Advanced distributed learning.....	23
2.3 Technologies et outils pour la collecte de données d'apprentissage.....	24

2.3.1 xAPI Statement Design	24
2.3.2 Avantages de xAPI.....	30
2.3.3 Exemples d'utilisation de xAPI	30
2.4 Technologies et Outils pour le Stockage et la LMS.....	31
2.4.1 Learning Record Store.....	31
2.5 Technologies et Outils pour le Traitement et la Visualisation des données	32
2.5.1 Learning Analytics Dashboard	32
2.6 Conclusion.....	32
Chapitre 3 Analyse de l'existant	33
3.1 Introduction	34
3.2 Cadre de l'étude.....	34
3.3 Fonctionnement de Moodle	34
3.4 Acteurs du système actuel.....	35
3.4.1 Administrateur	35
3.4.2 Responsable du cours	35
3.4.3 Enseignant.....	35
3.4.4 Étudiant.....	35
3.5 Diagnostic du système actuel	36
3.6 Identification des besoins	37
3.6.1 Besoin des étudiants.....	37
3.6.2 Besoins des enseignants.	37
3.6.3 Besoins des administrateurs éducatifs.	37
3.7 Objectifs du projet	37
3.7.1 Objectifs généraux du projet.	37
3.7.2 Objectifs pédagogiques.....	38
3.7.3 objectifs pratiques de ce projet.....	38
3.8 Conclusion.....	39
Chapitre 04 Analyse et conception	40
4.1 Introduction	41
4.2 Mise en place des outils technologiques	41
4.2.1 Mise en place de l'outil technologique pour la collecte des traces d'apprentissage.	41
4.2.2 Technologies utilisées pour le Stockage et la LMS	45

4.2.3 Technologies utilisées pour le Traitement et la Visualisation des données.....	46
4.3 Le schéma global du projet.....	47
4.4 Conclusion.....	48
Chapitre 05 Réalisation	49
5.1 Introduction	50
5.2 Environnement de développement.....	50
5.2.1 Environnement matériel.....	51
5.2.2 Environnement logiciel	51
5.2.2.1 Xampp.....	51
5.2.2.2 Moodle version 4.0.12	52
5.2.2.3 Plugin TRAX LOGS v0.20.....	55
5.2.2.4 xAPI Launch.....	57
5.2.2.5 Grafana	61
5.3 Exploration des rapports LRS.....	62
5.3.1 Rapports watershed LRS	62
5.3.2 Rapports Grafana	64
5.4 Conclusion.....	67
Conclusion générale	68
Bibliographie	69

Glossaries:

LA: Learning Analytics

xAPI : Experience API

LRS : Learning Records Store

API : Application Programming Interface

EDM : Educational Data Mining

LAK : Learning Analytics and Knowledge

LMS : Learning Management System

ADL : Advanced Distributed Learning

AICC : Aviation Industry Computer-Based Training Committee

SCORM : Sharable Content Object Reference Model

JSON : JavaScript Object Notation

LAD : Learning Analytics Dashboard

CSV : Comma-Separated Values

XML : eXtensible Markup Language

Liste des figures

Figure 1. Les domaines clés liés à l' EDM (Baepler & Murdoch,2010)	17
Figure 2 processus des LA	18
Figure 3 Nombre d'articles publiés par catégorie de technologie numérique(Pinto & Leite,2020).	19
Figure 4 xAPI statement (Manso-Vázquez, Caeiro-Rodríguez & Llamas-Nistal,2018)	25
Figure 5 xAPI Activity Statement	25
Figure 6 Le fonctionnement de plugin Trax Logs.....	45
Figure 7 Processus de conversion des données	47
Figure 8 : Le Schéma Global du Projet	47
Figure 10 : Interface d'Xampp.....	52
Figure 11 Interface de installation	52
Figure 12 Interface de télécharger Plugin	55
Figure 13 : Interface de Activation Plugin	56
Figure 14 Interface de Configuration de l'API LRS.	56
Figure 15 Interface Vérification de l'Installation	57
Figure 16 Interface Téléchargement du Plugin.....	58
Figure 17 Interface Installation du Plugin.....	58
Figure 18 Interface Paramétrage du Plugin dans Moodle.....	59
Figure 19 Vérification des Données dans Watershed LRS.	60
Figure 20 : Exportation et Diagnostic des Données.....	60
Figure 21 Tableau de border Watershed (1).	62
Figure 22 : Tableau de border Watershed (2).	63
Figure 23 rapports grafana	64
Figure 24 : Dashboard actor_all	64
Figure 25 Dashboard Verb_all	65
Figure 26 : Dashboard Verb_all – logged-in.....	65
Figure 27 Dashboard Object _all.....	66
Figure 28 Dashboard Time_all.	66
Figure 29 Dashboard Total_all.	67

Liste des tableaux

Tableau 1 Propriétés de statement xAPI(ADL,2012)	26
Tableau 2 Propriétés de l'objet acteur lorsque le type d'objet est un agent(ADL,2012).	28
Tableau 3 Propriétés de l'objet verbe(ADL,2012).....	29
Tableau 4 Propriétés de l'objet(ADL,2012).....	29
Tableau 5 La différence entre xAPI,SCORM,AICC	42
Tableau 6 : Caractéristique du matériel	51

Introduction Générale

Contexte de l'étude

L'essor rapide de la technologie numérique dans le domaine de l'éducation a été favorisé par l'introduction de plateformes et de technologies avancées. Les établissements d'enseignement supérieur ont progressivement accru leur capacité à recueillir des données sur les processus d'apprentissage des étudiants, grâce à l'évolution des technologies éducatives et à la croissance de l'empreinte numérique dans les environnements d'enseignement. Dans cette optique, les universités s'efforcent d'améliorer les expériences d'apprentissage ainsi que les taux de réussite des étudiants en s'appuyant sur des stratégies basées sur l'analyse de données d'apprentissage. L'analyse des données d'apprentissage en anglais « *Learning Analytics* » (LA) est devenue un outil essentiel permettant d'explorer les données d'apprentissage, offrant ainsi une compréhension approfondie de l'apprentissage des étudiants et de l'environnement dans lequel se déroule ce dernier.

Dans ce contexte, nous nous intéressons aux LA au sein de l'université de Tiaret. Nous nous focaliserons sur la collecte des données d'apprentissage provenant de diverses sources, telles que les systèmes de gestion de l'apprentissage, notamment Moodle. Pour ce faire nous utiliserons la spécification expérience API (xAPI). Une fois collectées, ces données liées à l'apprentissage sont consolidées dans un magasin d'enregistrements d'apprentissage pour une analyse ultérieure.

Problématique

La diversité considérable des sources et des formats de données représente un défi majeur pour les organisations désireuses d'exploiter pleinement les possibilités offertes par les LA. Il est ainsi difficile d'obtenir une vue d'ensemble structurée et exploitable de l'évolution de l'apprentissage des étudiants au fil du temps. En outre, bien que des normes de données robustes telles que xAPI existent, leur mise en œuvre rigoureuse est nécessaire pour assurer l'interopérabilité des données provenant de différentes sources. Par conséquent, la principale problématique abordée par ce projet réside dans la recherche d'une solution permettant de collecter, de normaliser et de stocker efficacement les données éducatives dans un Learning Record Store (LRS), afin de maximiser leur utilisation pour obtenir des résultats pertinents et améliorer la gestion pédagogique.

Objectifs

Les objectifs spécifiques de cette étude sont les suivants :

1. **Collecte de données** : Appliquer des techniques appropriées pour recueillir des informations sur l'apprentissage des étudiants à partir de diverses sources, en conformité avec les spécifications de xAPI.
2. **Intégration et stockage des données** : Établir un référentiel de données d'apprentissage LRS afin d'intégrer et de normaliser les données provenant de différentes sources.
3. **Analyse des données** : Utiliser des méthodes d'analyse pertinentes pour extraire des informations et élaborer des mesures sur les performances et l'engagement des étudiants.

4. **Amélioration des méthodes d'enseignement** : S'appuyer sur les conclusions tirées des analyses pour formuler des stratégies et des recommandations visant à améliorer les méthodes d'enseignement ainsi que les performances des étudiants.

Organisation du mémoire

Ce mémoire est structuré :

Introduction générale. Présente le contexte de l'étude, la problématique, les objectifs et l'organisation du mémoire.

Chapitre 1 : Etat de l'art sur les Learning Analytics, Introduction, Learning Analytics, Communautés des Learning Analytics, Processus des Learning Analytics, Quel(s) environnement(s) numérique(s) d'apprentissage pour l'enseignement supérieur ? Mise en place des Learning Analytics, Conclusion

Chapitre 2 : Les outils technologiques utilisés pour la mise en place des Learning Analytics, Introduction, Technologies et outils de suivi de l'apprentissage, Technologies et outils pour la collecte de données d'apprentissage., Technologies et Outils pour le Stockage et la LMS, Technologies et Outils pour le Traitement et la Visualisation des données, Conclusion

Chapitre 3 : Analyse de l'existant, Introduction, Cadre de l'étude, Fonctionnement de Moodle, Acteurs du système actuel, Diagnostic du système actuel, Identification des besoins, Objectifs du projet, Conclusion

Chapitre 4 : Analyse et conception, Introduction, Mise en place des outils technologiques, Le schéma global du projet, Conclusion

Chapitre 5 : Réalisation, Introduction, Environnement de développement, Exploration des rapports LRS, Conclusion

Conclusion générale.

Chapitre 01 :
Etat de l'art sur les Learning Analytics

1.1 Introduction

Dans le contexte actuel de l'éducation et de l'ère numérique, une masse considérable de données éducatives est générée à travers les interactions des étudiants dans leurs environnements d'apprentissage numériques. L'analyse de ces traces numériques d'apprentissage est devenue un outil essentiel pour améliorer la qualité de l'apprentissage et personnaliser le parcours éducatif des individus selon leurs besoins spécifiques. En collectant et en scrutant ces données, les institutions éducatives peuvent obtenir une compréhension plus profonde des processus d'apprentissage des étudiants, leur permettant ainsi d'identifier les domaines nécessitant un soutien supplémentaire. Cette analyse contribue à enrichir les expériences d'apprentissage et à développer des stratégies pédagogiques fondées sur des données probantes. Grâce aux technologies avancées et aux outils modernes, il est désormais possible de suivre les progrès éducatifs et de fournir un enseignement personnalisé qui optimise la qualité de l'apprentissage, rendant ainsi le processus plus efficace.

Ce chapitre se propose d'examiner les Learning Analytics (LA) ainsi que les concepts et éléments connexes dans ce domaine d'étude.

1.2 Learning Analytics

Les Learning Analytics (LA) est un domaine qui se concentre sur l'analyse des données éducatives dans le but d'améliorer les expériences d'apprentissage ([Siemens & Long, 2011](#)). L'objectif des LA ne se limite pas seulement à améliorer l'apprentissage, mais inclut également l'amélioration des environnements dans lesquels cet apprentissage a lieu ([Elias,2011](#)).

Les environnements d'apprentissage numériques sont soutenus la technologie comme le souligne ([Walker, 2023](#)) et sont définis comme des technologies de communication en ligne qui permettent de séparer physiquement l'étudiant et l'enseignant, ce type d'environnement, selon les chercheurs, peut entraîner un changement dans les rôles traditionnels des étudiants et des enseignants dans le processus d'apprentissage en raison de la technologie qui permet de fournir des opportunités d'apprentissage coopératif et autonome ([Baran, Correia, & Thompson, 2011](#); [Comas-Quinn, 2011](#); [Hung, Chou, Chen, & Own, 2010](#); [Keengwe & Kidd, 2010](#)).

Johson et al ([2013](#)) ont souligné que les LA sont un domaine interdisciplinaire lié à l'informatique, aux statistiques, à l'éducation et à l'apprentissage numérique.

Le domaine des LA bénéficie des méthodes du data science ([Gašević,Kovanović & Joksimović,2017](#)), On peut dire que les LA sont le processus d'utilisation des données des environnements d'apprentissage pour extraire les connaissances nécessaires à l'amélioration du processus d'apprentissage et de ses environnements. Ces connaissances sont extraites en appliquant des analyses sur les données recueillies à partir des processus d'apprentissage.

1.3 Communautés des Learning Analytics

Les communautés de LA sont des regroupements de chercheurs et de praticiens qui travaillent sur le développement et l'amélioration de ce domaine. Dans le domaine de la recherche, cela a conduit à l'émergence de deux communautés distinctes, à savoir l'Educational data mining et les LA and knowledge ([Baker & Siemens, 2014](#)).

1.3.1 Educational Data Mining

Educational Data Mining (EDM) est un domaine en pleine expansion, consacré au développement et à l'application de techniques informatiques pour identifier des motifs cachés dans de vastes ensembles de données éducatives. Ces ensembles de données sont souvent trop volumineux pour être analysés manuellement. Depuis son émergence en tant que domaine de recherche distinct, l'EDM a gagné en reconnaissance, notamment avec la création en 2008 de la Conférence internationale annuelle sur l'extraction de données éducatives et du Journal de l'EDM. Ces initiatives ont contribué à structurer et à promouvoir les avancées dans ce domaine crucial pour l'amélioration des processus éducatifs ([Romero, Ventura, Pechenizky, & Baker, 2010](#); [Baker, 2010](#)).

Selon ([Baepler & Murdoch, 2010](#)), «De tous les domaines mentionnés (voir Figure 1), le domaine le plus lié à l'EDM est l'LA, également connu sous le nom d'analytique académique».

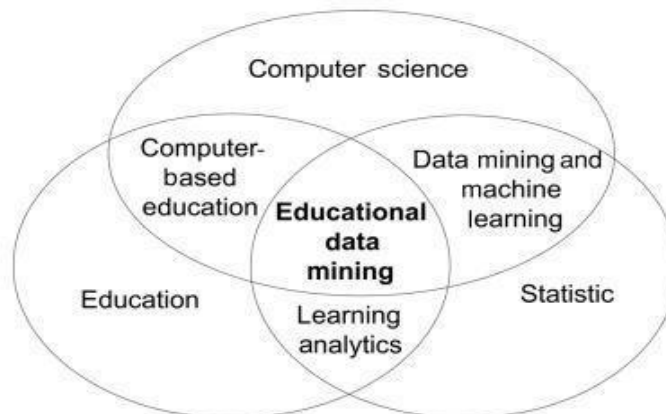


Figure 1. Les domaines clés liés à l' EDM (Baepler & Murdoch, 2010)

1.3.2 Learning Analytics And Knowledge

La communauté Learning Analytics And Knowledge (LAK) est un groupe de recherche dédié à la et de la connaissance. LA est défini par la Society for LA Research (SoLAR) comme suit « la mesure, la collecte, l'analyse et la communication des données concernant les des étudiants

et leurs contextes, dans le but de comprendre et d'améliorer l'apprentissage et les environnements dans lesquels il se produit» [\(Baker & Siemens ,2014\)](#).

LAK se concentre sur l'utilisation des données et des analyses pour améliorer l'efficacité de l'éducation dans les systèmes formels et informels. La communauté vise à encourager la collaboration entre l'informatique, la sociologie et la psychologie pour comprendre et améliorer les systèmes éducatifs. Des conférences annuelles sont organisées et des recherches scientifiques sont publiées pour soutenir le développement scientifique et appliqué dans le domaine de LA et de la connaissance [\(Baker & Siemens ,2012\)](#).

1.4 Processus des Learning Analytics

Khalil & Ebner [\(2015\)](#) ont présenté une description du processus des LA comprenant quatre étapes :

- **Génération de données** : Cela se produit lorsque les étudiants interagissent avec les environnements d'apprentissage, que ce soit en ligne ou en classe.
- **Stockage des données** : Les informations collectées sont enregistrées de manière sécurisée pour une utilisation ultérieure.
- **Analyse des données** : Des méthodes d'analyse sont utilisées pour comprendre les schémas d'apprentissage et les améliorations possibles.
- **Utilisation des résultats** : Les conclusions sont appliquées pour améliorer l'apprentissage et l'enseignement.

Cette description des LA comme illustré par la figure 2 englobe tous les aspects de la collecte, du stockage, de l'analyse et de la visualisation des données relatives aux des étudiants [\(Autorité de certification Loria,s.d.\)](#).

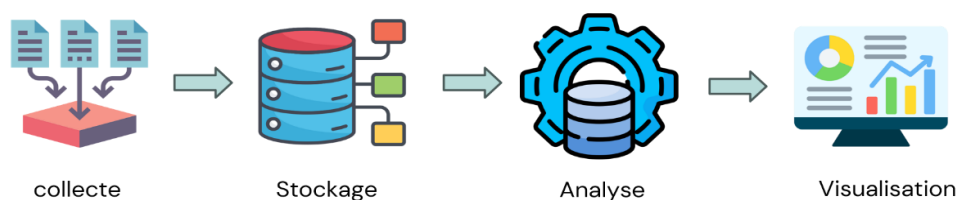


Figure 2 processus des LA

En suivant ces étapes méthodiques, les institutions éducatives peuvent améliorer leurs pratiques pédagogiques de manière continue et efficace, ce qui se répercute positivement sur l'expérience des des étudiants et leurs performances académiques.

1.5 Quel(s) environnement(s) numérique(s) d'apprentissage pour l'enseignement supérieur ?

Les environnements d'apprentissage jouent un rôle important dans le processus des LA, car ils génèrent une grande quantité de données.

Selon [\(Pinto & Leite,2020\)](#), comme le montre la figure 3. il existe de nombreux environnements qui soutiennent l'apprentissage des étudiants, tels que - les Learning Management System (LMS), -les outils de publication et de partage tels que les blogs, - les livres électroniques, - les vidéos de cours et les systèmes de collaboration tels que Google Docs et les réseaux sociaux, ainsi que -les outils mobiles tels que les applications mobiles basées sur Internet. Toutes ces technologies soutiennent les étudiants de l'enseignement supérieur, des systèmes de gestion de l'apprentissage les plus utilisés aux applications mobiles les moins utilisées, comme illustré dans le schéma suivant.

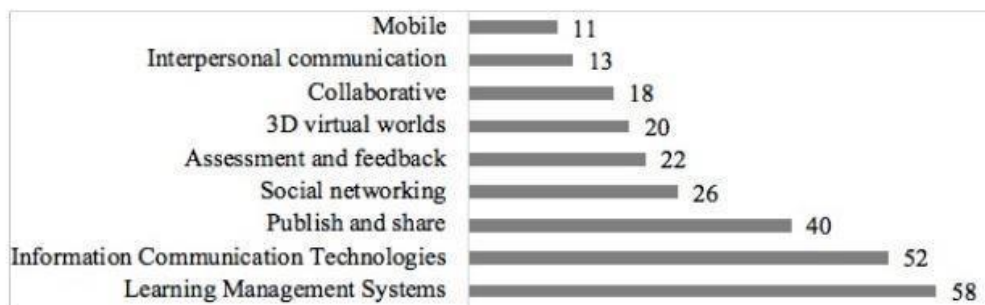


Figure 3 Nombre d'articles publiés par catégorie de technologie numérique(Pinto & Leite,2020).

1.5.1 Learning Management System

Un Learning Management System (LMS) peut être défini comme un logiciel basé sur le web, conçu pour organiser le contenu éducatif, encourager l'interaction entre les étudiants, fournir des outils d'évaluation et offrir des rapports sur les progrès des étudiants et les activités éducatives ([Nasser,2011](#); [Srichanyachon,2014](#)).

Les LMS ont été directement influencés par le développement de l'apprentissage en ligne, en anglais (*e-Learning*). Aujourd'hui, ils représentent le segment le plus important du marché des technologies éducatives. Les premiers LMS sont apparus à la fin des années 1990 ([Davis, Carmean, & Wagner,2009](#)).

Les LMS ont vu leur utilisation augmenter considérablement en raison de la forte demande pour l'apprentissage à distance pendant la pandémie de COVID-19. ([Raza , Qazi , Khan & Salam,2021](#)).

1.5.2 Moodle

Moodle est un acronyme pour Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment. Il s'agit d'un LMS open source développé en 2001. Moodle se distingue par son approche pédagogique basée sur la construction sociale, qui encourage l'interaction et la collaboration

entre les des étudiants. Il est distribué sous les termes de la licence publique générale, permettant ainsi la modification du code source sans altérer la licence d'origine ([Embi & Adun,2010](#) ;[Moodle,2015](#)).

LMS Moodle est l'un des systèmes e-Learning les plus répandus et utilisés dans le monde, utilisé sur 163,200 sites, avec 47,832,108 cours et 416,832,304 utilisateurs. Le total des inscriptions aux cours sur Moodle s'élève à environ 2,347,110,748 inscriptions, avec plus de 801,014,225 messages de forum, plus de 424,944,162 ressources et 9,437,480,717 questions de quiz créées. Moodle est un système mondial, utilisé dans 240 pays à travers le monde ([Moodle,s.d.](#)).

Moodle est utilisé en Algérie avec un total de 397 sites enregistrés. Parmi ces sites, 275 sont privés et ne sont pas affichés publiquement ([Moodle,s.d.](#)).

Cela témoigne de l'adoption significative de Moodle dans le pays, que ce soit dans les institutions éducatives publiques ou privées. L'utilisation de Moodle en Algérie souligne l'importance croissante des technologies de l'information et de la communication dans le secteur de l'éducation, ainsi que l'intérêt pour des solutions d'e-Learning flexibles et adaptables.

1.5.3 Principales fonctionnalités et caractéristiques de Moodle

Le site officiel de Moodle ([Moodle,n.d.](#)) liste les principales fonctionnalités de ce LMS, à savoir:

- Créer et gérer des cours en ligne en utilisant divers contenus (textes, vidéos, quiz, devoirs).
- Communiquer en utilisant des forums de discussion, des messages privés et des notifications pour faciliter l'interaction entre des étudiants et enseignants.
- Evaluer en utilisant des quiz, devoirs et sondages
- Suivre les progrès des étudiants

Aussi, selon ([Moodle,n.d.](#)), Moodle possède les caractéristiques suivantes:

- Est hautement personnalisable et peut être adapté aux besoins spécifiques avec des plugins et des thèmes sur mesure.
- Est conçu pour être accessible à tous, en incluant des fonctionnalités d'accessibilité.
- Est simple d'utilisation, dans le sens où la gestion des utilisateurs, rôles et groupes est simplifiée pour les administrateurs.
- Offre une sécurité renforcée pour protéger les données des utilisateurs et garantir la confidentialité.
- Peut s'intégrer avec d'autres systèmes et outils, comme les LRS et les outils de vidéo conférence.
- Est disponible en plusieurs langues
- Offre un support multilingue.
- Fournit un soutien continu et des ressources pour l'amélioration de la plateforme grâce à sa grande communauté d'utilisateurs et de développeurs estimé à plus de 65 millions.

1.6 Mise en place des Learning Analytics

Les LA jouent un rôle crucial dans le domaine de l'éducation en analysant l'interaction des étudiants avec le matériel pédagogique. Les éducateurs peuvent identifier des modèles et des insights qui aident à améliorer les résultats d'apprentissage ([Siemens, 2013](#)).

La mise en place des LA permet aux établissements de comprendre les besoins et les difficultés des étudiants, prévenant ainsi les risques et les obstacles entravant leur réussite. Ainsi, les universités et établissements de l'enseignement supérieur peuvent offrir un soutien précis et mettre en place des stratégies efficaces pour la réussite des étudiants.

L'utilisation de la plateforme Moodle en tant que plateforme d'apprentissage est une opportunité pour appliquer les LA au sein de l'Université Ibn Khaldoun de Tiaret. Ainsi, nous pourrions envisager une infrastructure LA permettant de collecter, d'analyser et de visualiser les données d'apprentissage pour améliorer les résultats des étudiants. Les expériences dans d'autres contextes ont démontré l'efficacité de telles initiatives.

Par exemple, une étude menée par ([Ferguson, 2012](#)) a utilisé les LA pour prédire les abandons des étudiants, ce qui a permis des interventions qui ont significativement amélioré les taux de rétention. De plus, ([Baker & Inventado, 2014](#)) ont étudié la mise en œuvre d'environnements d'apprentissage personnalisés qui s'adaptent en temps réel aux besoins des étudiants, améliorant ainsi leur engagement et l'efficacité de l'apprentissage. ([Gašević, Dawson & Siemens, 2015](#)) ont également discuté du développement de systèmes de feedback qui fournissent des insights en temps réel aux étudiants et aux éducateurs sur les progrès et les défis de l'apprentissage, favorisant un meilleur environnement d'apprentissage.

1.7 Conclusion

La mise en place des LA offre de grandes possibilités pour prédire l'abandon des étudiants, personnaliser leurs parcours d'apprentissage, leur fournir des rétroactions pertinentes et renforcer leur participation. Ces avantages ont été mis en évidence dans divers contextes éducatifs à travers le monde, témoignant de l'efficacité et de l'importance croissante de la technologie des LA dans l'éducation.

L'Université Ibn Khaldoun peut tirer parti de la plateforme Moodle pour mettre en œuvre les LA, en utilisant les outils technologiques disponibles pour collecter, analyser et visualiser les données d'apprentissage. En intégrant les techniques de processus des LA, l'université de Tiaret sera dotée d'une infrastructure solide qui favorise l'amélioration continue de l'expérience d'apprentissage des étudiants ainsi que leurs résultats.

En conclusion, les LA représentent une opportunité clé pour l'Université Ibn Khaldoun afin de renforcer son engagement envers l'excellence éducative. Elle peut améliorer non seulement les résultats des étudiants, mais aussi enrichir leur expérience d'apprentissage, contribuant ainsi à mieux préparer les étudiants à relever les défis futurs.

Pour mettre en œuvre les LA, il est essentiel de connaître les outils technologiques utilisés ainsi que le processus des LA, objet du chapitre 2 de notre mémoire.

Chapitre 02 :
**Les outils technologiques utilisés pour la
mise en place des Learning Analytics**

2.1 Introduction

Ce chapitre est l'un des plus importants dans l'étude de l'analyse des données éducatives, car il examine les principales technologies et outils utilisés pour atteindre cet objectif. Il se concentre sur les technologies et les outils de collecte, de stockage et des LMS, contribuant ainsi à une compréhension approfondie de l'analyse des données éducatives et à l'amélioration du processus éducatif en général. L'accent est mis sur l'explication des technologies telles que LRS , et comment ces technologies sont utilisées pour collecter et analyser les données éducatives, ainsi que sur la revue des normes techniques utilisées dans le processus d'analyse des données éducatives telles que xAPI, IMS Caliper et OneRoster.

Ce chapitre vise à clarifier les outils et les technologies utilisés dans processus des LA. Par processus nous entendons : la collecte, le stockage, l'analyse, la modélisation, la synthèse et la visualisation des données relatives aux des étudiants et à leurs environnements, la détermination et la présentation d'indicateurs pertinents, afin de mieux comprendre et améliorer l'apprentissage.

2.2 Technologies et outils de suivi de l'apprentissage

Pour collecter les données d'apprentissage qui nous aident à comprendre comment les étudiants apprennent, nous devons surveiller leurs traces d'apprentissage. Pour ce faire, nous avons besoin d'outils pour surveiller toutes leurs interactions des étudiants telles que leurs connexions, leurs clics de navigation, etc...

Dans ce qui suit nous présentons les outils les plus utilisés dans ce contexte développé par deux grandes sociétés américaines AICC et ADL.

2.2.1 Aviation Industry Computer Based Training Committee

Aviation Industry Computer-Based Training Committee (Aicc), a mis au point en 1988 les premières normes pour les systèmes d'e-Learning qui portent le même nom que la société. L'AICC développe des normes pour la réutilisation, l'adaptabilité et l'interopérabilité des technologies d'apprentissage, particulièrement dans l'enseignement supérieur, Ces normes incluent la surveillance et le suivi des résultats d'apprentissage dans les LMS ([Pekkola & Järvinen, 2023](#)).

2.2.2 Advanced distributed learning

Advanced distributed learning (ADL) a mis au point en 2001 la norme Sharable Content object reference model (SCORM). Cette dernière est une norme technique pour les logiciels d'e-Learning qui guide les concepteurs de cours en ligne sur la création de contenus compatibles avec différents LMS ([SCORM Explained, s.d.](#)).

En 2011, Selon ([Takev, Somova, Gaftandzhieva & Artacho,2020](#)) ADL a mis au point la norme xAPI . Cette dernière représente une évolution par rapport à la norme SCORM.

Les principales différences entre xAPI et SCORM résident dans les types d'applications pouvant être utilisés. Contrairement à SCORM, qui ne stocke pas les informations sur l'application utilisée, xAPI peut enregistrer une plus grande variété d'activités d'apprentissage, que ce soit en ligne ou hors ligne.

2.3 Technologies et outils pour la collecte de données d'apprentissage.

La collecte des données d'apprentissage à partir des environnements d'apprentissage est une composante essentielle dans une démarche de LA. Il est donc crucial d'avoir plusieurs spécifications pour collecter, stocker et échanger ces données avec divers systèmes de stockage des données d'apprentissage. Dans ce qui suit nous présentons les principaux outils utilisés dans ce contexte.

Il existe plusieurs normes techniques pour la collecte et l'analyse des données éducatives, parmi lesquelles IMS Caliper et OneRoster. Nous avons retenu xAPI en raison de sa large adoption dans le domaine.

IMS Caliper est une norme technique développée par IMS Global Learning Consortium. Elle vise à unifier le processus de collecte et d'analyse des données d'apprentissage provenant de différents systèmes éducatifs ([IMS Global Learning Consortium, s.d.](#)). Caliper permet de recueillir des données détaillées sur l'interaction et la performance des étudiants, ce qui aide à améliorer LA et à fournir des insights exploitables pour améliorer le processus éducatif.

OneRoster est également une norme développée par IMS Global Learning Consortium, destinée à simplifier et unifier le processus d'échange des données d'inscription et des emplois du temps entre les LMS . OneRoster permet le transfert de données de manière fiable et efficace, facilitant ainsi la gestion des données des étudiants et l'intégration des différents systèmes au sein des institutions éducatives ([IMS Global Learning Consortium, s.d.](#)).

xAPI est une spécification de logiciel qui permet aux contenus et aux systèmes d'e-Learning de communiquer entre eux, Cela leur permet d'enregistrer et de suivre diverses expériences d'apprentissage ([Brandon,2012](#)).

2.3.1 xAPI Statement Design

Selon ([ADL,2012](#))«La déclaration est au cœur de l'XAPI. Tous les événements d'apprentissage sont enregistrés sous forme de déclarations telles que : "J'ai fait cela".».

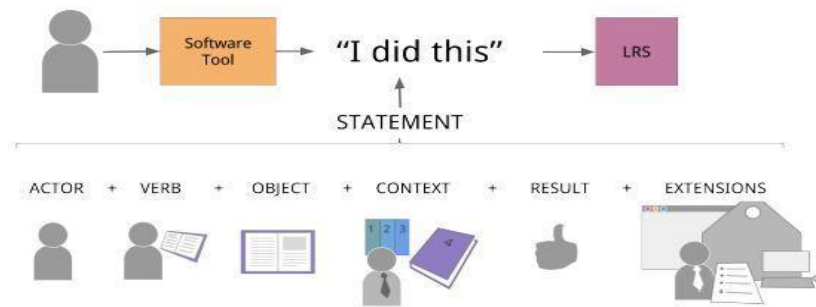


Figure 4 xAPI statement (Manso-Vázquez, Caeiro-Rodríguez & Llamas-Nistal,2018)

Les déclarations xAPI enregistrent les activités d'apprentissage en utilisant trois éléments principaux : l'acteur, qui est la personne ou le dispositif réalisant l'action (comme un étudiant), le verbe, qui décrit l'action effectuée (comme "lire"), et l'objet, qui est l'élément avec lequel l'action se produit (comme un livre). En plus de ces éléments de base, les déclarations peuvent inclure des informations supplémentaires, telles que la date et l'heure de l'événement. Ces données sont flexibles et peuvent être réutilisées pour analyser et présenter des rapports sur l'apprentissage([ADL,2012](#)).

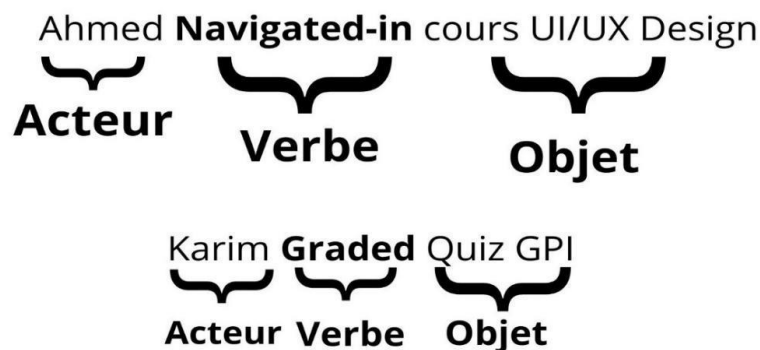


Figure 5 xAPI Activity Statement

L'acteur, le verbe et l'objet sont obligatoires, toutes les autres propriétés sont facultatives. Les propriétés peuvent apparaître dans n'importe quel ordre, mais sont limitées à une utilisation chacune. Chaque propriété est discutée ci-dessous([ADL,2012](#)).

Propriété	Type	Description	Requis
id	UUID	UUID attribué par LRS s'il n'est pas défini par Learning Record Provider.	Recommandé
actor	Objet	De qui parle la déclaration, en tant qu'agent ou objet de groupe.	Obligatoire
verb	Objet	Action entreprise par l'acteur.	Obligatoire
object	Objet	Activité, Agent, ou une autre Déclaration qui est l'Objet de la Déclaration.	Obligatoire
result	Objet	Objet Résultat, détails supplémentaires représentant un résultat mesuré.	Optionnel
context	Objet	Contexte qui donne plus de sens à la Déclaration. Exemples : une équipe avec laquelle l'Acteur travaille, l'altitude à laquelle un scénario a été tenté dans un simulateur de vol.	Optionnel
timestamp	timestamp	Horodatage du moment où les événements décrits dans cette Déclaration se sont produits. Défini par le LRS s'il n'est pas fourni.	Optionnel
stored	timestamp	Horodatage du moment où cette Déclaration a été enregistrée. Défini par le LRS.	Défini par le LRS
authority	objet	Agent ou Groupe qui affirme que cette Déclaration est vraie. Vérifié par le LRS sur la base de l'authentification. Défini par le LRS s'il n'est pas fourni ou si une relation de confiance solide entre le Fournisseur d'Enregistrements d'Apprentissage et le LRS n'a pas été établie	Optionnel

Tableau 1 Propriétés de statement xAPI(ADL,2012)

Voici un exemple simple de la façon d'écrire une déclaration xAPI en JavaScript Object Notation (Json):

```

{
  "actor": {
    "name": "AHMED FAYCAL",
    "mbox": "mailto:keroum997@gmail.com"
  },
  "verb": {
    "id": "http://adlnet.gov/expapi/verbs/completed",
    "display": {
      "en": "completed"
    }
  },
  "object": {
    "id": "http://example.com/course/1/module/1",
    "definition": {
      "name": {
        "en": "Module 1"
      },
      "description": {
        "en": "Introduction to the course."
      }
    }
  },
  "context": {
    "registration": "2cf0817a-e7f0-4d7a-93e0-5c2f77a3f7e6",
    "contextActivities": {
      "category": [
        {
          "id": "http://example.com/course/1",
          "definition": {
            "name": {
              "en": "Course 1"
            }
          }
        }
      ]
    }
  }
}

```

A- Acteur

Le tableau 2 ci-dessous répertorie les propriétés des objets agent.

Propriété	Type	Description	Requis
objectType	string	L'Agent. Cette propriété est facultative sauf lorsque l'Agent est utilisé comme objet d'une Déclaration.	Optionnel
name	String	Le nom complet de l'Agent.	Optionnel

Tableau 2 Propriétés de l'objet acteur lorsque le type d'objet est un agent(ADL,2012).

Ceci est une représentation de l'acteur sous forme de JSON :

```
"actor": {
  "objectType": "Agent",
  "name": "Admin User",
  "mbox": "mailto:keroum997@gmail.com",
  "account": {
    "homePage": "http://my.lms",
    "name": "admin"
  }
}
```

B- Verbe

Le verbe dans une déclaration xAPI décrit l'action effectuée lors d'une expérience d'apprentissage. Contrairement à d'autres systèmes, xAPI ne propose pas de liste fixe d'actions possibles, sauf pour le verbe réservé <http://adlnet.gov/expapi/verbs/voided>. Au lieu de cela, xAPI permet la création de nouveaux verbes, adaptés aux contextes spécifiques des étudiants. Cela garantit la pertinence et l'adaptabilité des verbes aux besoins évolutifs des utilisateurs. Les verbes dans les déclarations sont représentés par des objets comprenant une IRI et des noms d'affichage dans différentes langues, offrant des significations claires pour les utilisateurs([ADL,2012](#)).

Propriété	Type	Description	Requis
id	IRI	Correspond à une définition de verbe. Chaque définition de verbe correspond au sens d'un verbe, et non au mot.	Obligatoire
display	<u>Langage</u> <u>Map</u>	La représentation lisible par l'homme du verbe dans une ou plusieurs langues. Cela n'a aucun impact sur le sens de la déclaration, mais sert à donner une représentation lisible par l'homme du sens déjà déterminé par le verbe choisi.	Recommandée

Tableau 3 Propriétés de l'objet verbe(ADL,2012).

Ceci est une représentation de verbe sous forme de JSON

```
"verb": {
  "id": "http://vocab.xapi.fr/verbs/navigated-in",
  "display": {
    "en-US": "navigated-in ",
    "es": "navegado en "
  }
}
```

Cet exemple montre un verbe avec les propriétés recommandées définies et utilisant les langues anglaise et espagnole des États-Unis.

C- Objet

Le tableau suivant répertorie les propriétés de l'objet dans ce cas.

Propriété	Type	Description	Requis
objectType	String	« DOIT être une activité lorsqu'elle est présente »	Optionnel
<u>id</u>	IRI	Un identifiant pour une activité unique.	Obligatoire
<u>définition</u>	Object	Métadonnées, voir ci-dessous	Optionnel

Tableau 4 Propriétés de l'objet(ADL,2012).

Ceci est une représentation de objet sous forme de JSON :

```
"object": {
  "objectType": "Activity",
  "id": "http://my.lms/xapi/activities/course/7eb8b88e-c84d-4dcd-9e72-686baf644c25",
  "definition": {
    "name": {
      "en": "Algorithm Structure de Donnée"
    },
    "type": "http://vocab.xapi.fr/activities/course",
    "extensions": {
      "http://vocab.xapi.fr/extensions/platform-concept": "course"
    }
  }
}
```

2.3.2 Avantages de xAPI

Selon [\(Berking,2015\)](#) ,xAPI est un standard de suivi des activités d'e-Learning qui offre plusieurs avantages significatifs. Il permet de suivre les interactions des utilisateurs dans des environnements virtuels immersifs tels que les jeux, les simulations et les mondes virtuels, élargissant ainsi la portée du contenu d'apprentissage. Grâce à un modèle de données simple basé sur JSON, xAPI est facile à mettre en œuvre et à comprendre. Il offre la portabilité du contenu, ce qui signifie qu'il n'est pas nécessaire de le délivrer depuis un LMS spécifique. De plus, xAPI offre un accès amélioré aux données en temps réel, indépendamment de la session, ce qui permet des analyses complexes. Enfin, il prend en charge les scénarios hors ligne, permettant le suivi des interactions sur les appareils mobiles même sans connexion Internet, et le stockage des données localement pour un téléchargement ultérieur. Ces fonctionnalités font de xAPI un outil puissant pour les environnements d'apprentissage modernes, offrant flexibilité et portabilité pour le suivi des activités d'e-Learning

2.3.3 Exemples d'utilisation de xAPI

Selon [\(IEEE Learning Technology Standards Committee Technical Advisory Group on xAPI,2018\)](#) Les études de cas actuelles démontrent l'efficacité de xAPI dans divers secteurs, offrant des exemples concrets d'implémentation. Par exemple, Jisc a développé des outils en ligne pour les établissements d'enseignement britanniques afin d'améliorer la compréhension des données des étudiants. Khan Lab School utilise un tableau de bord xAPI pour suivre la progression des étudiants, tandis que The Learning Accelerator a créé une plateforme utilisant xAPI pour accéder et suivre l'engagement du contenu éducatif, le Musée interactif Ann Arbor Hands-On utilise xAPI pour enregistrer l'interaction des visiteurs avec les expositions, fournissant aux enseignants des données quantitatives sur l'expérience des

étudiants. Dans le secteur commercial, AT&T a utilisé xAPI pour évaluer l'efficacité de ses formations en matière de conformité et d'éthique, tandis que Ideas.com a adopté xAPI pour un modèle prédictif de la rentabilité des clients.

2.4 Technologies et Outils pour le Stockage et la LMS

Une fois collectées, les données récupérées doivent être stockées à des fins d'analyse. Dans cette section nous allons aborder l'une des technologies de stockage des données d'apprentissage la plus utilisée dans le processus des LA, à savoir le LRS

2.4.1 Learning Record Store

LRS est un système de stockage de données qui sert de référentiel pour les enregistrements d'apprentissage collectés à partir de systèmes connectés où les activités d'apprentissage sont effectuées ([Brusino, 2012](#)).

Le LRS est le cœur de tout écosystème d'apprentissage utilisant xAPI, recevant, stockant et renvoyant les déclarations xAPI.

Selon ([Rustici Software ,s.d.](#)) on aura besoin d'un LRS pour exploiter xAPI.

Selon ([Watershed LRS,s.d.](#); [Learning Locker,s.d.](#); [Veracity,s.d.](#)) Il existe plusieurs LRS sur le marché, chacun offrant des fonctionnalités différentes. Certains sont gratuits pour une période limitée ou ont des restrictions sur le nombre d'utilisateurs ou la quantité de données qu'on peut stocker, tandis que d'autres sont payants. Voici quelques-uns des plus populaires:

Watershed LRS : Il est considéré comme l'un des systèmes LRS les plus populaires et les plus utilisés. Watershed offre des analyses avancées et des rapports complets pour aider les institutions éducatives à comprendre l'évolution des étudiants et à améliorer l'expérience d'apprentissage.

Learning Locker : Il s'agit d'un LRS open source, ce qui permet aux institutions de le personnaliser et de l'adapter à leurs besoins spécifiques. Learning Locker propose des analyses détaillées et une grande flexibilité d'intégration avec les systèmes d'apprentissage existants.

Veracity by Yet Analytics : Veracity LRS fait partie du programme Veracity complet d'analyse éducative. Veracity LRS offre des rapports détaillés et des analyses avancées pour aider les institutions à comprendre les performances des étudiants et à améliorer l'expérience d'apprentissage

2.5 Technologies et Outils pour le Traitement et la Visualisation des données

La visualisation des données est un processus de transformation des données abstraites et incompréhensibles en visions qui aident les chercheurs à comprendre ces données, les analyser et en extraire des connaissances et orienter leurs décisions stratégiques. La visualisation des données est un outil puissant pour offrir une vue d'ensemble des données, ce qui facilite leur interprétation et augmente leur valeur dans le domaine de l'intelligence d'affaires (Business intelligence) ([Qin, Luo, Tang, & Li, 2020](#)).

Cette visualisation est rendue possible par les Learning Analytics Dashboard (LAD). En effet, ces derniers sont conçus pour regrouper, visualiser et analyser les données liées au processus d'apprentissage.

2.5.1 Learning Analytics Dashboard

Selon ([Park & Jo, 2015](#)). Learning Analytics Dashboard est une visualisation interactive visant à surveiller et analyser les modèles d'apprentissage et les performances des étudiants à travers des graphiques et des diagrammes, aidant ainsi à améliorer les performances éducatives et à augmenter l'efficacité de l'apprentissage.

2.6 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons examiné les technologies et les outils utilisés dans le processus des LA et nous avons montré leur importance. Parmi ces technologies et outils nous nous sommes penchés sur les plus utilisés et les plus connus, à savoir le LRS en tant qu'outil de stockage, xAPI en tant que norme permettant la collecte et les LAD en tant qu'outils permettant la visualisation et l'analyse des données d'apprentissage.

Dans le chapitre suivant nous allons faire une étude de l'existant pour mieux spécifier et cadrer nos besoins.

Chapitre 3 :

Analyse de l'existant

3.1 Introduction

Avant de commencer la phase de collecte des exigences et d'envisager des solutions possibles pour ce projet, il est important d'étudier le système actuel, notamment l'utilisation de Moodle.

Cela permet de mieux comprendre les défis, les contraintes, ainsi que les raisons du besoin de changement.

Ce chapitre est organisé comme suit, nous commencerons par présenter notre cadre d'étude. Nous donnerons par la suite un bref aperçu sur le fonctionnement du système à étudier, à savoir la plateforme Moodle ainsi que ses acteurs. Nous effectuerons ensuite un diagnostic du système actuel, en analysant le fonctionnement de Moodle, avant de finaliser les tâches qui seront réalisées dans le cadre de ce projet. Nous clorons ce chapitre en donnant notre conclusion.

3.2 Cadre de l'étude

L'université a pour mission de fournir une formation de qualité, accessible et innovante, afin de préparer les étudiants aux défis du monde professionnel. Dans ce cadre, l'université utilise des plateformes de formation à distance, notamment Moodle, pour enrichir l'expérience d'apprentissage.

Depuis l'avènement de la pandémie covid19 et la massification que connaît l'université, les étudiants et enseignants utilisent de plus en plus Moodle.

Il en ressort une grande masse de données éducatives qui reliée à d'autres informations en lien avec leur scolarité (notes, diplômes obtenus, etc.) permet de fournir aux décideurs des informations stratégiques.

3.3 Fonctionnement de Moodle

La structure principale de Moodle repose sur les cours. Les pages ou les espaces sur Moodle sont principalement utilisés par les enseignants pour présenter leurs ressources et activités d'apprentissage aux étudiants. Les configurations peuvent varier, mais ils incluent habituellement un certain nombre de sections centrales où est affiché le matériel pédagogique, ainsi que des blocs latéraux qui proposent des fonctionnalités ou des informations supplémentaires.

L'inscription des étudiants aux cours varie en fonction de l'établissement, par exemple ils peuvent s'inscrire par eux-mêmes, être inscrits manuellement par leur professeur ou automatiquement par l'administrateur. Les cours sont structurés en sections.

Il serait possible de classer des cours de physique, de chimie et de biologie dans la catégorie Sciences, par exemple.

3.4 Acteurs du système actuel

La plateforme Moodle comprend plusieurs types d'acteurs, chacun ayant des rôles et des responsabilités spécifiques :

3.4.1 Administrateur

L'administrateur est responsable de la gestion globale du site Moodle et Il s'occupe de la gestion des utilisateurs, y compris l'inscription, la modification et la suppression des comptes. Il contrôle la création des cours et attribue les rôles aux enseignants et Il a également le pouvoir de retirer les privilèges d'édition aux enseignants, en particulier dans le cas des tuteurs intérimaires.

3.4.2 Responsable du cours

Le responsable du cours est chargé de configurer et de gérer son espace de cours sur la plateforme et Il peut modifier son profil pour refléter des informations personnelles ou professionnelles pertinentes et Il a le pouvoir de nommer des enseignants associés qui l'aideront dans la gestion du cours et Il est également capable de créer et de gérer des groupes d'étudiants au sein de son cours et Pour sécuriser l'accès à son cours, il peut utiliser une clé d'inscription.

3.4.3 Enseignant

Les enseignants peuvent modifier leur profil pour partager des informations personnelles ou professionnelles et Ils participent activement aux forums destinés aux enseignants pour échanger des idées et des ressources pédagogiques et En coordination avec le responsable du cours, les enseignants introduisent le programme global d'enseignement.

3.4.4 Etudiant

Les étudiants peuvent accéder aux cours disponibles sur la plateforme et Ils participent aux différentes activités proposées dans le cadre du cours, telles que les forums, les quiz et les devoirs et Ils ont également la possibilité de modifier leur profil pour partager des informations personnelles ou académiques et L'élément central dans le fonctionnement de la plateforme Moodle est le cours, autour duquel s'articulent les interactions entre ces différents acteurs.

C'est un cadre où les des étudiants et les enseignants se retrouvent afin de partager des contenus. Tout est réalisé en ligne en accordant une grande importance à la communication entre les enseignants et les des étudiants, ainsi qu'entre les des étudiants.

Il s'agit en effet d'une recomposition virtuelle de l'environnement scolaire traditionnel.

Un cours correspond à l'environnement (lieu, temps, participants) où l'enseignant réalise les diverses activités.

Elle est utilisée par l'enseignant pour enrichir le cours en contenu et surveiller l'évolution des étudiants, tandis que chez les étudiants, ils ont la possibilité d'étudier le contenu et de rendre les devoirs.

Cette responsabilité incombe à l'administrateur.

Toutefois, il sera nécessaire d'obtenir des renseignements auprès des enseignants afin de bien configurer l'espace. Le but de cette plateforme est de fournir des cours aux étudiants afin de les évaluer ensuite.

Afin d'évaluer les performances étudiants, Moodle utilise des activités notamment :

- Le test
- Le devoir
- Les cours avec questions
- Les ateliers

Il peut aussi utiliser des activités extérieures à la plateforme pour ensuite intégrer les notes des étudiants.

3.5 Diagnostic du système actuel

Après avoir examiné les processus existants, plusieurs conclusions ont été tirées concernant le stockage, la qualité des données, l'analyse des étudiants, la visualisation et le rapport.

- Résultats liés au partage de données

Les fichiers PDF sont souvent partagés.

- Constatations liées à la qualité des données

Les données envoyées sont préliminaires.

- Résultats de l'analyse des étudiants

Le comportement des étudiants est principalement analysé manuellement, sans méthodologie structurée pour exploiter les données.

- Résultats liés à la perception

Il n'y a pas de véritable visualisation des données.

- Rapport sur les résultats

Il n'existe pas de rapport sur les résultats des étudiants ainsi que les raisons de leurs réussites et échecs au cours de l'année académique. Cela est dû à l'absence de système de suivi de l'étudiant.

3.6 Identification des besoins

La détermination des besoins est un processus important pour identifier les besoins de toutes les parties prenantes et assurer leur satisfaction vis-à-vis du système.

3.6.1 Besoin des étudiants.

Pour répondre aux besoins des étudiants, il est essentiel de fournir un environnement dans lequel ils peuvent interagir, tel que les LMS Moodle, afin de pouvoir générer des rapports sur leurs interactions. Faciliter l'accès aux rapports et fournir des mises à jour régulières sur leur état d'interaction, ainsi que créer des tableaux interactifs faciles à comprendre et attrayants.

3.6.2 Besoins des enseignants.

Les enseignants ont besoin d'outils simples pour suivre les étudiants et pour proposer un programme attrayant. Ils ont également besoin de conseils et d'orientation sur l'utilisation de ces outils, ainsi que d'être sensibilisés à la nécessité de coopérer pour améliorer l'enseignement en utilisant des techniques d'analyse de l'enseignement. Fournir des tableaux de bord visuels pour identifier les lacunes de leurs étudiants afin de leur fournir de l'aide et de corriger leur parcours.

3.6.3 Besoins des administrateurs éducatifs.

Les administrateurs ont besoin d'outils qui facilitent la gestion et la mise à jour des données des utilisateurs de manière efficace et organisée. Ils ont également besoin d'outils qui facilitent la surveillance et le suivi des étudiants, ainsi que l'intégration de ces données dans des entrepôts de données d'apprentissage organisés et faciles à récupérer. De plus, ils ont besoin de tableaux de bord pour extraire des méthodes d'amélioration de la qualité de l'enseignement dans leurs institutions.

3.7 Objectifs du projet

L'objectif principal est d'améliorer l'expérience éducative dans les universités algériennes en général et dans notre université, l'Université Ibn Khaldoun de Tiaret en particulier, en se familiarisant avec les dernières technologies utilisées mondialement, en les appliquant sur le terrain et en les développant. Les objectifs du projet ont été divisés en plusieurs aspects principaux pour couvrir tous les aspects nécessaires, comme suit :

3.7.1 Objectifs généraux du projet.

L'objectif général du projet est d'intégrer les données d'apprentissage dans un LRS afin de les utiliser pour les LA. Voici les principaux points des objectifs généraux :

- Centralisation des données : Rassembler toutes les données d'apprentissage provenant de différentes sources en un seul endroit pour faciliter l'administration de ces données

- Amélioration de l'expérience d'apprentissage : Profiter de l'intégration de toutes ces données dans le LRS sans négliger aucune source, car toutes ces données servent les analyses d'apprentissage pour obtenir les meilleurs résultats et ainsi comprendre les besoins des étudiants.
- Suivi de l'apprentissage et évaluation des outils de suivi : Fournir des outils pour suivre et évaluer l'efficacité de ces outils dans le suivi de l'apprentissage, que ce soit en fournissant des détails précis pour le suivi ou en termes de facilité d'utilisation et d'adaptation à différentes plateformes d'apprentissage.
- Prise de décisions éclairées basées sur les données : Obligation de collaborer avec des spécialistes dans le domaine de l'éducation et toute personne contribuant à l'amélioration de l'apprentissage pour extraire des idées et des décisions éclairées pouvant mener l'éducation à un niveau avancé de développement.
- Encouragement des chercheurs : Fournir une base de données riche en termes de concepts et de terminologie dans le domaine des analyses d'apprentissage pour encourager et attirer de nouveaux chercheurs dans ce domaine afin d'accélérer le rythme de l'innovation et le développement des méthodes et des approches pédagogiques.
- Amélioration de la qualité de l'éducation et réduction du décrochage scolaire : Identifier les facteurs influençant la rétention et le succès des étudiants pour développer des stratégies d'intervention efficaces

3.7.2 Objectifs pédagogiques

Les objectifs pédagogiques se concentrent sur l'amélioration de l'expérience d'apprentissage en incitant les étudiants et les enseignants à utiliser des LMS tels que Moodle ou tout autre système servant à LA. L'incitation à utiliser les technologies d'apprentissage permet d'expliquer aux étudiants et aux enseignants l'importance de ces outils pour faciliter le processus d'apprentissage. L'enseignement à distance offre une flexibilité temporelle, permettant aux étudiants d'apprendre à tout moment et aux enseignants de dispenser leurs cours de n'importe où. Cela élimine les excuses pour ne pas apprendre et pour s'absenter du terrain d'enseignement.

De plus, l'incitation à l'interaction et à la participation est encouragée en publiant des rapports sur les statistiques d'interaction des étudiants avec les cours, comme la liste des étudiants les plus participatifs sur la plateforme Moodle. Cela peut créer un esprit de compétition entre les étudiants. De même, pour les enseignants, la publication des interactions des cours de chaque enseignant leur permet de savoir à quel point leurs étudiants interagissent avec leur cours. En prenant en considération ces points, la compétition entre les parties prenantes de l'environnement d'apprentissage est renforcée.

3.7.3 objectifs pratiques de ce projet

Les objectifs pratiques de ce projet sont les suivants : il n'existe pas encore d'application pratique de ce projet en Algérie, il a été mis en œuvre dans des universités en dehors de

l'Algérie. Cet objectif nous pousse à appliquer le projet en tant que première initiative en Algérie pour améliorer l'expérience d'apprentissage et aider les étudiants à obtenir les meilleurs résultats possibles, en exploitant la plateforme Moodle de l'université.

3.8 Conclusion

Comprendre le système actuel permet d'identifier ses lacunes et de définir une nouvelle solution. Cette phase d'étude nous a permis de reconnaître les limites du système en place et de préparer le cadre de notre projet de fin d'études. Nous approfondirons nos connaissances des concepts liés à l'analyse du comportement des étudiants, en nous basant sur l'analyse des traces issues de leurs interactions au sein de la plateforme Moodle, afin de déterminer la méthodologie la plus appropriée pour notre solution.

Chapitre 04 :

Analyse et conception

4.1 Introduction

Dans ce chapitre nous décrivons la mise en place des outils technologiques soutenant le processus des LA au niveau de l'université de Tiaret, à savoir la mise en place d'outils technologiques pour la collecte des traces d'apprentissage sur la plateforme Moodle en utilisant la spécification xAPI, leur stockage dans une base de données adéquate en utilisant le LRS Watershed ainsi que la visualisation d'indicateurs de gestion pédagogique dans un LAD via Grafana.

4.2 Mise en place des outils technologiques

4.2.1 Mise en place de l'outil technologique pour la collecte des traces d'apprentissage

a. Analyse et choix de l'outil

Plusieurs outils technologiques s'offrent à nous pour la collecte des traces d'apprentissage générées par le LMS Moodle. Nous dressons un tableau comparatif nous montrant les principales différences entre les normes de suivi des traces d'apprentissage en se basant sur certaines caractéristiques telles que montrées dans le tableau 5. Ce tableau est inspiré de ([ADL, s.d.](#); [Vyond, s.d.](#); [Software Advice, s.d.](#); [Belitsoft, 2024](#)), son but est de sélectionner la technologie la mieux appropriée.

Caractéristique	xAPI	SCORM	AICC
Acronyme	Experienc API	Sharable Content Object Reference Model	Aviation Industry CBT Committee
Année de création	2013	2001	1988
Objectif	Suivi des expériences d'apprentissage	Standardisation des contenus e-learning	Standardisation des cours CBT
Flexibilité	Très élevée	Faible	Moyenne
Compatibilité	Largement compatible	Largement compatible	Compatibilité variable selon les LMS
Suivi des activités	Suivi des activités en ligne et hors ligne	Limitée aux LMS	Suivi limité principalement aux activités LMS
Structure des données	Flexible, basée sur JSON	Structurée et rigide	Structurée, basée sur des fichiers plats (flat files)
Dépendance LMS	Faible	Forte	Forte
Utilisation mobile	Optimisée	Limitée	Très limitée
Adoption	En croissance rapide	Très répandue	De plus en plus rare
Rapports et analyses	Avancé et détaillé	Standard, limité	Limité, nécessite des ajustements manuels
Interactivité	Très interactive	Basique	Basique

Tableau 5 La différence entre xAPI,SCORM,AICC

De ce tableau, il apparait clairement que l'utilisation de la spécification xAPI dans notre projet est la mieux appropriée.

En effet, que les activités éducatives se déroulent à l'intérieur ou à l'extérieur du LMS, xAPI offre une plus grande flexibilité dans la collecte de données provenant de diverses sources. xAPI nous permet également de suivre et d'analyser toutes les activités éducatives de manière précise, y compris les activités hors ligne telles que les ateliers et l'apprentissage mobile.

Grâce à sa capacité à unifier les données de différentes plateformes et à les analyser de manière avancée, nous pouvons fournir des rapports précis et prendre des décisions éducatives éclairées.

De plus, xAPI s'adapte aux évolutions technologiques modernes et offre des possibilités de personnalisation étendues pour répondre à nos besoins spécifiques, ce qui nous aide à améliorer l'expérience d'apprentissage et à atteindre nos objectifs éducatifs de manière plus efficace.

b. .Mise en place de l'outil

i. Analyse du contexte

Dans Moodle, les utilisateurs rencontrent un problème majeur lié à l'absence de support natif pour le protocole xAPI ([Frayse,2021](#)), et ce manque constitue un défi majeur. Pour intégrer xAPI dans Moodle, des modifications personnalisées du code source sont nécessaires, ce qui signifie que la modification est difficile en raison de la complexité du système et de la présence de nombreuses unités et composants interdépendants. De plus, il peut y avoir des restrictions légales à la modification du code source officiel, ce qui rend difficile la réalisation des changements nécessaires.

Cette absence de support a un impact négatif sur la capacité des institutions éducatives à collecter et à analyser les données de manière efficace, entravant la réalisation d'améliorations durables dans les expériences d'apprentissage. De plus, cela limite la capacité de Moodle à suivre le rythme des évolutions technologiques rapides dans le domaine de l'éducation en ligne, ce qui réduit sa capacité à fournir des solutions éducatives intégrées répondant aux besoins croissants des utilisateurs.

ii. Solutions proposées

Bien qu'il ne soit pas possible de modifier le code source du système Moodle pour prendre en charge xAPI, il existe des solutions disponibles. Par exemple, en utilisant la table "logstore standard" dans la base de données Moodle, qui enregistre tous les déplacements des utilisateurs dans Moodle ainsi que les horaires de connexion. En utilisant les données stockées dans cette table et en les transférant vers un LRS, elles peuvent être analysées et utilisées pour suivre les expériences d'apprentissage.

Voici quelques solutions pour exploiter la table dans la base de données.

1. Utilisation d'un script

Nous avons utilisé un script personnalisé pour surveiller la table ***logstore_standard_log*** dans Moodle. Ce script peut être exécutés en tant que tâche **cron** pour rechercher les changements dans la table et convertir les nouvelles données en un format xAPI compréhensible.

Ensuite, ces données peuvent être envoyées à un entrepôt de données d'apprentissage (LRS).

La démarche est la suivante :

1. Extraction des données de la base de données. Dans cette section, les données sont extraites de la table ***logstore_standard_log*** dans la base de données Moodle. Cela se fait en utilisant une requête SQL pour récupérer les lignes ajoutées récemment.
2. Conversion des données en format xAPI. Les informations de la nouvelle ligne sont converties en une déclaration xAPI. Les informations disponibles dans chaque ligne peuvent être utilisées pour créer une déclaration xAPI.
3. Configuration de la connexion et envoi vers le LRS. Une connexion à LRS est configurée et la déclaration xAPI créée à l'étape précédente est envoyée.

La réalisation de cette démarche par le biais d'un script sera donnée dans le « Chapitre 5 : Réalisation ».

2. Utilisation de plugin

L'utilisation de plugins dans Moodle est l'une des solutions simples et efficaces pour étendre et améliorer les fonctionnalités de la plateforme. Il existe plusieurs plugins qui prennent en charge xAPI dans Moodle, notamment les plugins Trax Log et xAPI Launch Link. En utilisant ces plugins, il est possible de suivre et d'enregistrer les activités d'apprentissage sur la plateforme.

Nous avons implémenté en premier lieu le plugin xAPI Launch Link Plugin. Ce plugin permet de transférer les données vers un LRS en utilisant la norme xAPI. Il permet d'enregistrer les interactions des étudiants avec le cours qu'ils ont lancé. Cependant xAPI Launch Link Plugin ne permet pas de suivre les traces de l'étudiant avec un niveau de granularité fine.

Ceci nous a conduit à explorer d'autres plugin. Nous avons retenu le plugin Trax Logs Plugin.

Trax Logs Plugin est un plugin compatible avec Moodle qui vise à enregistrer les événements de Moodle et à les convertir en format xAPI pour les envoyer à un LRS ([Frayse,2021](#)).

TRAX Log a été conçu par une équipe de développeurs et d'ingénieurs de la société TRAX en France, en partenariat avec l'école ISAE SUPAERO. Il repose sur des technologies open source, ce qui le rend facilement évolutif, extensible et intégrable avec d'autres systèmes d'e-Learning ([Frayse, s.d.](#)).

Trax Logs repose sur la surveillance de la table de journalisation standard (standard log) de Moodle pour obtenir les nouveaux événements. Ensuite, elle les convertit en format xAPI

avant de les envoyer à un LRS ([Frayse, s.d.](#)). Le mode synchrone est le mode par défaut pour Trax Logs, mais il peut être modifié en mode asynchrone.

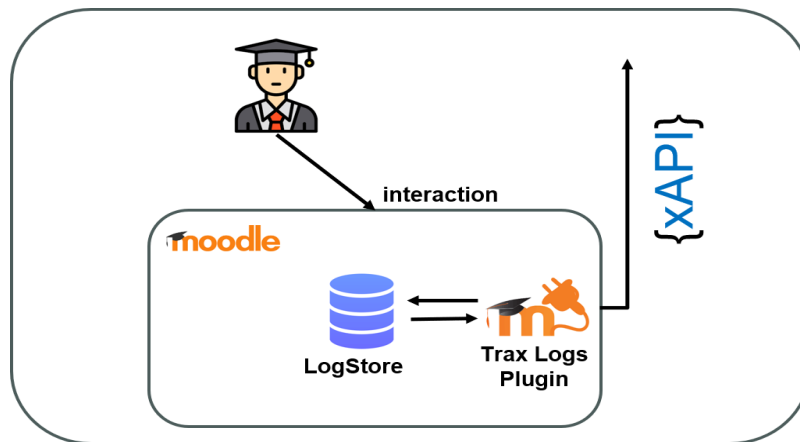


Figure 6 Le fonctionnement de plugin Trax Logs

Selon ([Trax Project,2021](#)), dans le mode synchrone, les événements sont surveillés en temps réel et envoyés immédiatement à l'LRS. Ce mode est principalement utilisé pour les tests, mais il n'est pas recommandé pour une utilisation en production en raison de son impact négatif sur les performances du site. En cas d'échec de la connexion à l'LRS, l'événement est perdu et ne sera pas renvoyé. En revanche, le mode asynchrone lit les événements à partir de la table de journalisation standard de Moodle et les envoie via des tâches CRON, ce qui en fait un meilleur choix pour les serveurs de production. Les tâches de synchronisation peuvent être planifiées dans Administration > Serveur > Tâches programmées > Trax Logs. Deux paramètres, la taille du lot de la base de données et la taille du lot xAPI, permettent d'affiner la synchronisation. Les événements à suivre peuvent être filtrés grâce aux paramètres des événements enregistrés. En cas d'échec de la connexion à l'LRS, une nouvelle tentative est effectuée lors de la prochaine tâche CRON, le nombre de tentatives étant défini par un paramètre spécifique. L'historique des journaux peut être envoyé automatiquement, avec la possibilité de définir la date du premier journal. Chaque journal n'est envoyé qu'une seule fois, et les événements non pris en charge restent dans la table de journalisation standard de Moodle, pouvant être traités ultérieurement.

4.2.2 Technologies utilisées pour le Stockage et la LMS

Dans ce projet, nous avons utilisé Watershed LRS pour stocker les données d'apprentissage en raison de sa gratuité. Selon une définition précédente de xAPI et des LRS, le scénario dans lequel ils fonctionnent ensemble est le suivant :

- **Envoi de données xAPI :** Le processus commence par l'envoi de données xAPI depuis le Moodle vers le LRS. Ces données sont généralement sous forme de phrases xAPI (statements) et contiennent des informations sur l'activité d'apprentissage réalisée

par l'étudiant, comme la complétion d'une tâche ou la résolution d'un test.

- **Réception des données par le LRS** : Le LRS reçoit les données provenant de xAPI et les stocke dans sa propre base de données.
- **Analyse des données** : Après le stockage des données, les formateurs et les analystes peuvent les analyser pour comprendre la performance des étudiants et leur progression dans l'apprentissage. Ces analyses peuvent inclure le suivi de la progression des étudiants, l'identification des domaines où ils ont besoin d'un soutien supplémentaire, et l'amélioration générale des programmes éducatifs.
- **Récupération des données** : xAPI peut être utilisé pour récupérer les données du LRS, ce qui permet au système éducatif d'afficher des rapports complets sur la performance et la progression des étudiants.

Grâce à l'utilisation de Watershed LRS, nous avons pu tirer parti de sa capacité à stocker et analyser gratuitement des données éducatives cruciales.

4.2.3 Technologies utilisées pour le Traitement et la Visualisation des données

Pour le traitement et la visualisation des données, deux technologies principales seront employées : PHP et Grafana. Les scripts PHP seront développés pour extraire et transformer les données de Watershed LRS en fichiers JSON ou Comma-Separated Values (CSV). Ces scripts assureront la conversion des données du format xAPI en un format simplifié, prêt pour l'analyse et la visualisation, tout en éliminant les éléments superflus afin de garantir la propreté des données.

Grafana sera ensuite utilisé pour récupérer ces données traitées par les scripts PHP. Cet outil de visualisation de données permet de créer des tableaux de bord interactifs qui offrent une analyse détaillée des données. Grâce à Grafana, il sera possible d'identifier des tendances et des facteurs déterminants pour la réussite des étudiants, facilitant ainsi la prise de décisions éclairées et l'amélioration des stratégies pédagogiques. Les tableaux de bord interactifs de Grafana offrent une vue d'ensemble claire et compréhensible des données, permettant une exploration approfondie et une visualisation dynamique des informations essentielles.

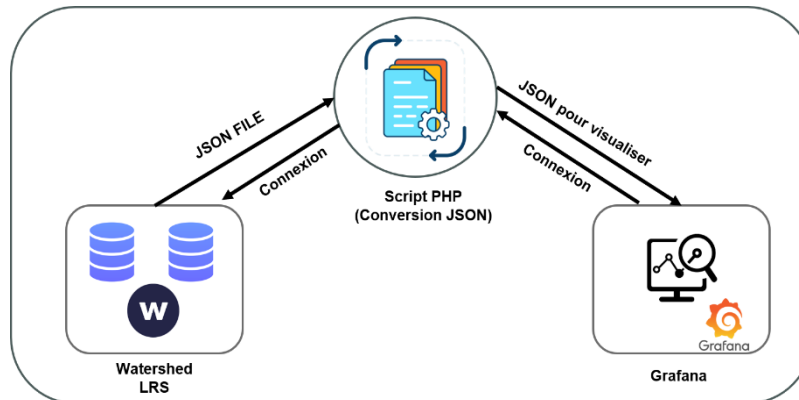


Figure 7 Processus de conversion des données

4.3 Le schéma global du projet

Dans le cadre d'un projet d'optimisation de l'expérience d'e-Learning, des données sont collectées à partir de l'interaction des étudiants avec la plateforme Moodle, enregistrant des actions telles que la connexion et la participation aux cours. Ces données sont capturées en temps réel par le plugin Trax ou des scripts de surveillance, puis converties au format xAPI et envoyées à Watershed LRS pour validation et stockage. Des scripts PHP sont ensuite utilisés pour extraire les données de Watershed LRS, les convertir en fichiers JSON ou CSV, éliminer les éléments superflus, et les rendre prêtes pour l'analyse et la visualisation. Enfin, Grafana est utilisé pour récupérer ces données transformées et créer des tableaux de bord interactifs permettant d'analyser les tendances et les facteurs de réussite des étudiants. Ces rapports peuvent être partagés avec les étudiants pour les motiver et même avec les enseignants pour les aider à identifier les lacunes de leurs étudiants, comme la figure 8 montrant le schéma du projet.

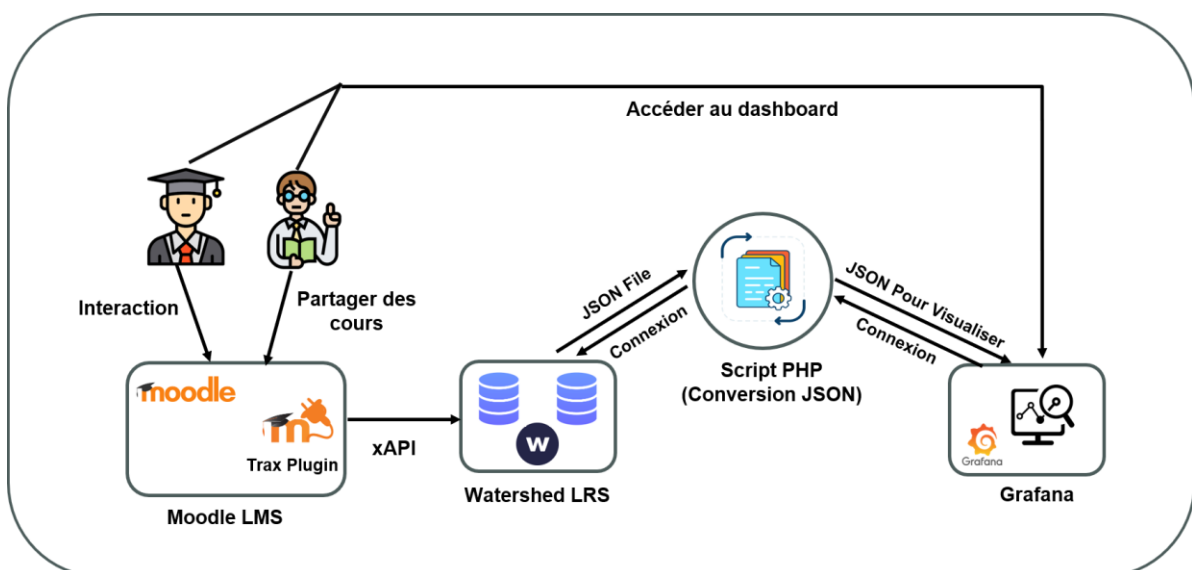


Figure 8 : Le Schéma Global du Projet

4.4 Conclusion

En conclusion, en intégrant des solutions personnalisées dans Moodle et en utilisant des outils comme Trax Logs, les enseignants ont désormais accès à des données précieuses pour améliorer leur enseignement et les résultats des étudiants. La visualisation des données avec Grafana offre un aperçu clair et concis des tendances et des facteurs influençant l'apprentissage, permettant aux enseignants de prendre des décisions éclairées pour l'avenir de l'éducation.

Chapitre 05 :

Réalisation

5.1 Introduction

Ce chapitre présente l'étape réalisation de notre projet de LA. Nous décrivons les différentes étapes et outils utilisés pour créer un système capable de collecter, d'analyser et de visualiser des données d'apprentissage. La réalisation de ce projet repose sur une combinaison d'environnements matériels et logiciels soigneusement sélectionnés pour garantir des performances optimales et une flexibilité maximale.

Nous commencerons par un aperçu de l'environnement matériel, détaillant les spécifications des ordinateurs utilisés pour le développement et les tests. Ensuite, nous explorerons l'environnement logiciel et décrirons les principaux outils de développement, notamment XAMPP, Moodle, ainsi que les nombreux plugins et extensions nécessaires à notre système des LA.

Chaque section du chapitre fournira une explication détaillée de l'installation, de la configuration et de l'utilisation des outils logiciels, accompagnée de captures d'écran et de tableaux pour illustrer les opérations. Nous mettrons également en avant les défis rencontrés et les solutions mises en œuvre pour assurer la robustesse et l'efficacité du système.

En résumé, ce chapitre vise à fournir un aperçu complet et pratique de la mise en œuvre de notre projet des LA, permettant à d'autres développeurs et chercheurs de reproduire notre approche et de l'adapter à leurs propres besoins.

5.2 Environnement de développement

Pour la réalisation de notre système, nous avons exploité un ensemble d'outils logiciels que nous allons les présenter dans ce suit :

5.2.1 Environnement matériel

Matériel	Caractéristiques
PC 01	Processeur: Intel(R) Core(TM) i7-4702MQ CPU @ 2.20GHz 2.20 GHz Mémoire installée (RAM): 8,00 Go Type du système : Système d'exploitation 64 bits, processeur x64
PC 02	Processeur: Intel(R) Core(TM) i7-4700MQ CPU @ 2.40GHz 2.40 GHz Mémoire installée (RAM): 12,00 Go Type du système : Système d'exploitation 64 bits, processeur x64

Tableau 6 : Caractéristique du matériel

5.2.2 Environnement logiciel

La création d'un système informatique nécessite des outils logiciels tels que le langage de programmation et l'environnement de programmation. Les outils de développement utilisés sont :

5.2.2.1 Xampp

Est un ensemble d'outils logiciels comprenant PHP, un serveur local Apache et un gestionnaire de Base de donnée relationnelles MySQL. XAMPP est gratuit et open source qui offre une bonne flexibilité, réputée pour son installation simple et rapide ([Apache Friends,s.d.](#)).

Caractéristiques :

Serveur de base de données

- Type de serveur : MariaDB
- Version du serveur : 10.4.24-MariaDB - mariadb.org binary distribution

Serveur Web

- Apache/2.4.53 (Win64) OpenSSL/1.1.1n PHP/7.4.28
- Version du client de base de données : libmysql - mysqlnd 7.4.28
- Extension PHP : mysqli
- Version de PHP : 7.4.28

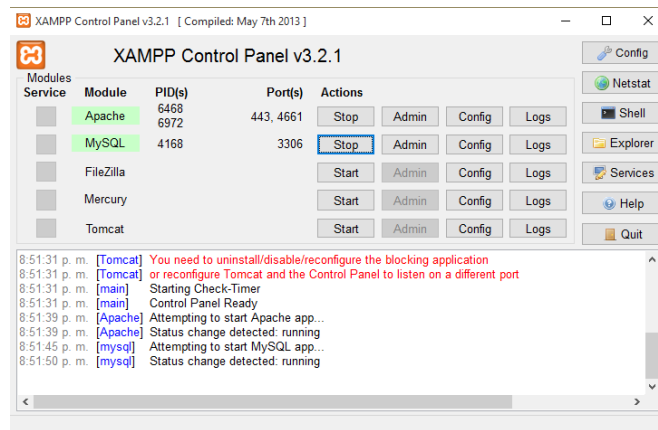


Figure 9 : Interface d’Xampp

5.2.2.2 Moodle version 4.0.12

Étapes d'Installation de Moodle Version 4.0.12

1. Téléchargement et Préparation des Fichiers
 1. Téléchargez la version de Moodle depuis le site officiel
 2. Décompressez le fichier téléchargé.
 3. Renommez le dossier server extrait en xampp.
 4. Déplacez le dossier xampp sur le disque C:.

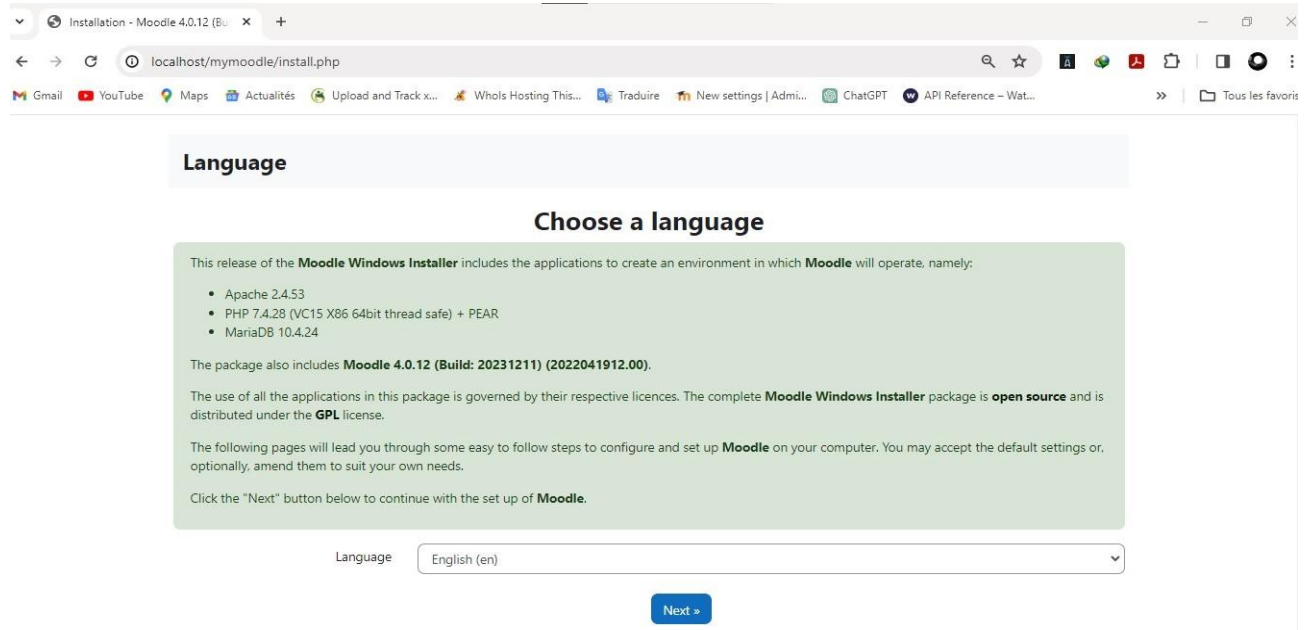


Figure 10 Interface de installation .

2. Configuration des Dossiers Moodle
 1. Allez à C:\xampp\moodle.
 2. Créez un nouveau dossier nommé mymoodle.
 3. Déplacez tous les dossiers et fichiers situés dans le dossier moodle vers le dossier mymoodle.
3. Installation et Configuration de XAMPP
 1. Téléchargez et installez le programme XAMPP sur votre bureau.
 2. Déplacez le dossier phpMyAdmin depuis le programme XAMPP installé sur votre bureau vers C:\xampp\moodle.
 3. Supprimez le programme XAMPP installé sur votre bureau.
4. Démarrage des Services
 1. Allez à C:\xampp.
 2. Exécutez xampp-control.exe.
 3. Démarrez les services MySQL et Apache en cliquant sur les boutons "Start" correspondants.
5. Lancement de l'Installation de Moodle
 1. Ouvrez votre navigateur web.
 2. Accédez à l'adresse suivante pour commencer le processus d'installation de Moodle : <http://localhost/mymoodle>.
 3. Cliquez sur "Suivant".
 4. Remplissez "database port" avec 3306 et cliquez sur "Next".
6. Installation de l'Extension PHP Sodium
 1. Accédez au répertoire C:\xampp\php sur votre ordinateur.
 2. Copiez le fichier libsodium.dll depuis le répertoire C:\xampp\php vers le répertoire C:\xampp\apache\bin.
 3. Redémarrez Apache pour appliquer les modifications.
7. Configuration HTTPS
 1. Accédez au dossier C:\xampp\moodle\mymoodle sur votre ordinateur.
 2. Ouvrez le fichier config.php dans ce dossier.
 3. Recherchez la ligne commençant par \$CFG->wwwroot et modifiez-la pour qu'elle soit <https://localhost/mymoodle>.
 4. Enregistrez les modifications et redémarrez Apache dans XAMPP.
8. Finalisation de l'Installation
 1. Lorsque vous cliquez sur "Continuer", Moodle va s'installer.
 2. Une page apparaîtra pour que vous puissiez remplir vos informations personnelles.
 3. N'oubliez pas de noter votre nom d'utilisateur et votre mot de passe pour accéder à votre compte en tant qu'administrateur du site.

Deux choix s'offrent à nous comme présentés dans le Chapitre 4 : Analyse et conception, à savoir : l'utilisation d'un plugin ou l'utilisation d'un script.

Dans le cas où on choisit d'utiliser un script selon la démarche décrite dans le « Chapitre 4 : Analyse et conception », ci-dessous le script ayant permis la réalisation de cette démarche :

```

<?php

// Extraction des données de la base de données
function fetch_data_from_database() {
    // Configuration de la connexion à la base de données
    $conn = new mysqli("localhost", "username", "password", "moodle");

    // Vérification de la connexion
    if ($conn->connect_error) {
        die("Échec de la connexion : " . $conn->connect_error);
    }

    // Requête pour récupérer
    $sql = "SELECT * FROM logstore_standard_log ORDER BY timecreated DESC LIMIT 1";
    $result = $conn->query($sql);

    // Traitement des données récupérées
    if ($result->num_rows > 0) {
        $row = $result->fetch_assoc();
        // Conversion des informations de la nouvelle ligne en déclaration xAPI
        convert_to_xapi($row);
    } else {
        echo "Aucun résultat";
    }

    // Fermeture de la connexion à la base de données
    $conn->close();
}

// Conversion des données en déclaration xAPI
function convert_to_xapi($data) {
    // Conversion des données en déclaration xAPI
    // Vous pouvez utiliser les informations disponibles dans $data pour créer une déclaration xAPI
    $xapi_statement = array(
        "actor" => array(
            "name" => $data["firstname"] . " " . $data["lastname"],
            "mbox" => "mailto:" . $data["email"]
        ),
        "verb" => array(
            "id" => "http://adlnet.gov/expapi/verbs/" . $data["action"] . "_" . $data["target"],
            "display" => array("en" => $data["action"] . "_" . $data["target"])
        ),
        "object" => array(
            "id" => "http://moodle_site/user/view.php?id=" . $data["userid"],
            "definition" => array(
                "name" => array("en" => "user"),
                "description" => array("en" => "object description here")
            )
        )
    )
}

```

```
);  
  
// Envoi des données à l'entrepôt de données d'apprentissage (LRS)  
send_to_lrs($xapi_statement);  
}  
  
// Configuration de la connexion et envoi vers le LRS  
function send_to_lrs($data) {  
    // Configuration de la connexion à l'entrepôt de données d'apprentissage (LRS) et envoi des données  
    // Vous pouvez modifier ce code pour qu'il corresponde au système LRS que vous utilisez  
}  
  
// Exécution du script en tant que tâche cron  
fetch_data_from_database();  
  
?>
```

5.2.2.3 Plugin TRAX LOGS v0.20

Étapes d'Installation du Plugin TRAX LOGS v0.20 pour Moodle 4.0.12

1. Téléchargement du Plugin

1. Téléchargez le plugin TRAX LOGS depuis le site Moodle : [TRAX LOGS Plugin](#).
2. Assurez-vous de choisir la version v0.20 compatible avec Moodle 4.0.12.

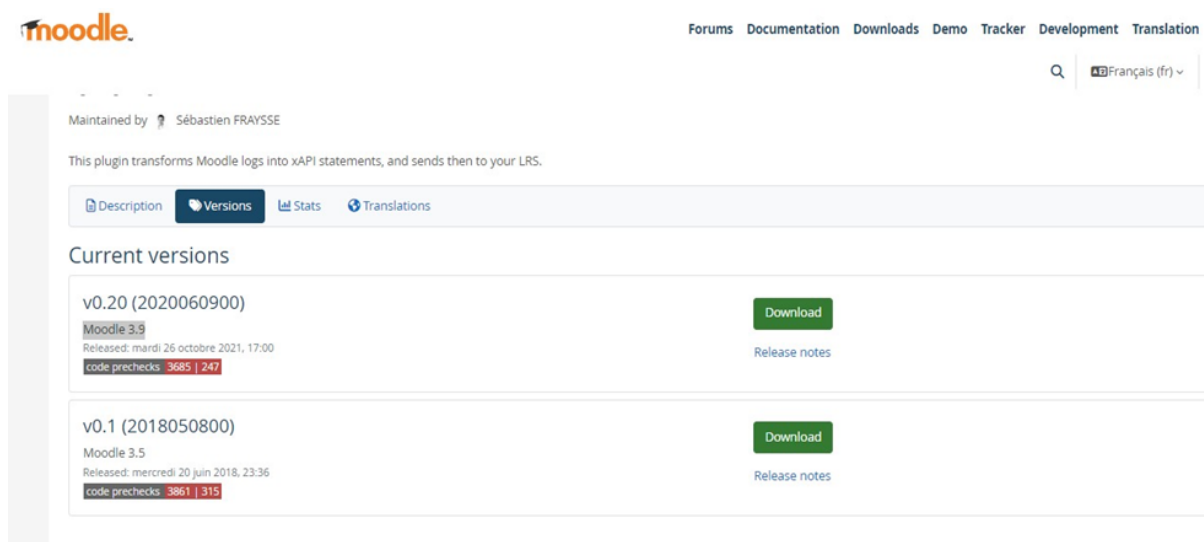


Figure 11 Interface de télécharger Plugin

2.Installation du Plugin

1. Allez dans Site Administration > Plugins > Install Plugin.
2. Sélectionnez le fichier d'extension téléchargé au format zip.
3. Cliquez sur "Install plugin".

3. Activation du Plugin

1. Une fois l'installation réussie, allez dans Site Administration > Plugins > Logging > Manage Log Store.
2. Activez le plugin TRAX LOGS.

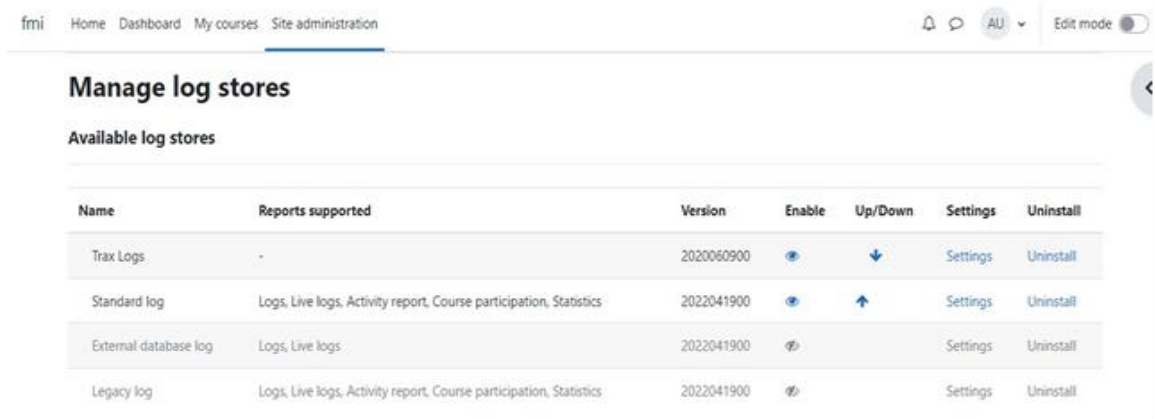


Figure 12 : Interface de Activation Plugin .

4. Configuration de l'API LRS

1. Rendez-vous sur le site de Watershed LRS : [Watershed LRS](#).
2. Créez un compte sur Watershed LRS.
3. Accédez à Data > xAPI Data et cliquez sur "Add Activity Provider".
4. Remplissez les champs suivants :
 - LRS Endpoint : https://lrs_example.com
 - LRS Integration : Watershed LRS
 - LRS Login Key :
 - LRS Password :

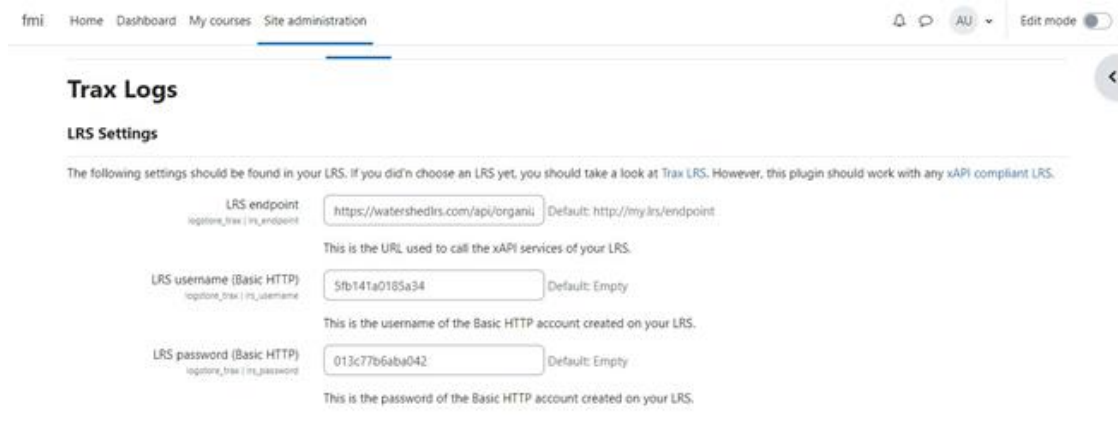


Figure 13 Interface de Configuration de l'API LRS.

5. Vérification de l'Installation

1. Une fois la configuration terminée, déconnectez-vous ou accédez à un cours sur Moodle.
2. Vérifiez que les événements sont enregistrés dans Watershed LRS.

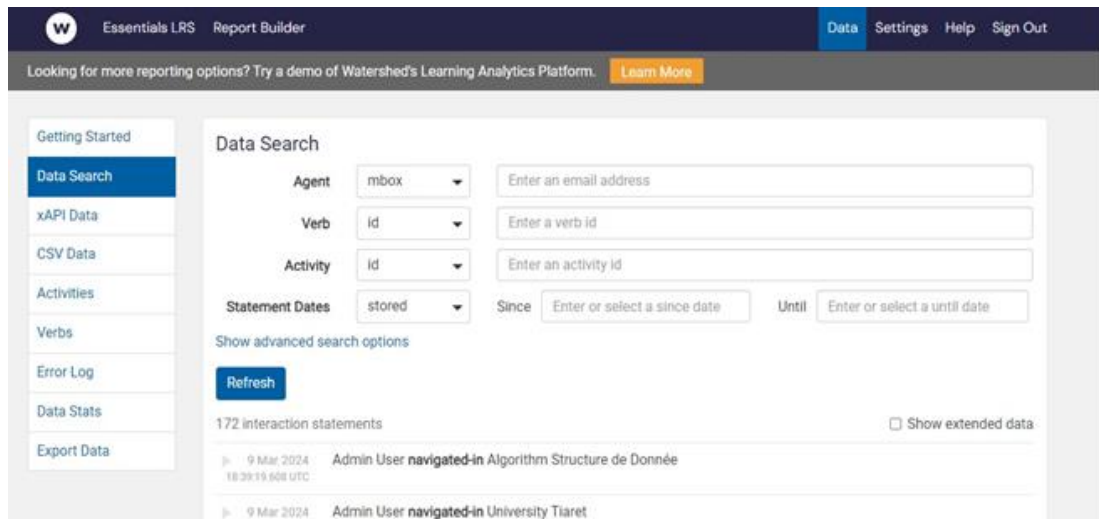


Figure 14 Interface Vérification de l'Installation

6. Informations Complémentaires

Pour plus d'informations sur l'extension, veuillez consulter les liens suivants :

- [Page du Plugin TRAX LOGS sur Moodle](#)
- [README du Projet TRAX LOGS sur GitHub](#)
- [Issues du Projet TRAX LOGS sur GitHub](#)

5.2.2.4 xAPI Launch

Étapes d'Installation de xAPI Launch Link pour Moodle

1. Téléchargement du Plugin

1. Téléchargez le plugin xAPI Launch Link depuis le site Moodle : [xAPI Launch Link Plugin](#).
2. Assurez-vous de choisir la version compatible avec votre installation de Moodle.

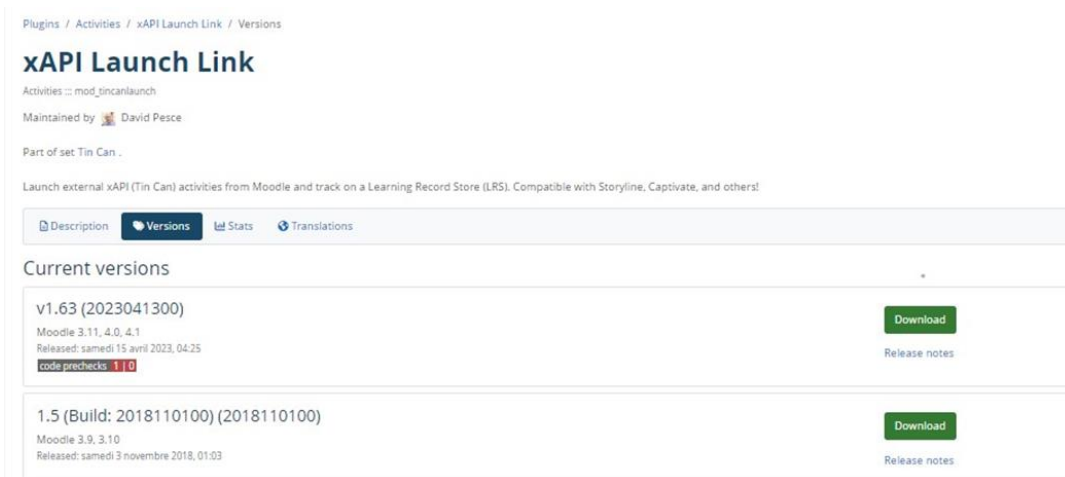


Figure 15 Interface Téléchargement du Plugin.

2. Installation du Plugin

1. Allez dans Site administration > Plugins > Install Plugins.
2. Choisissez le fichier compressé du plugin téléchargé.
3. Cliquez sur "Installer Plugin from the zip file".

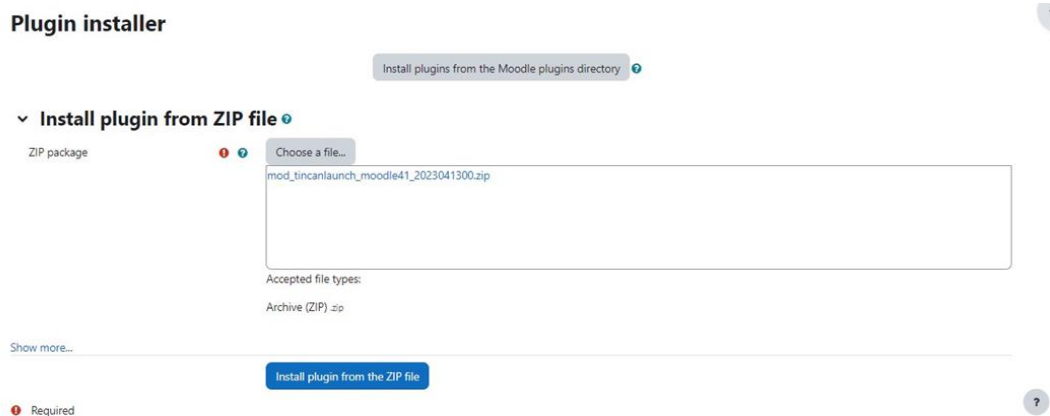


Figure 16 Interface Installation du Plugin.

3. Configuration de l'LRS

1. Une fois l'installation réussie, rendez-vous sur le site de Watershed LRS : [Watershed LRS](#).
2. Créez un compte sur Watershed LRS.
3. Accédez à Data > xAPI Data et cliquez sur "Add Activity Provider".

4. Paramétrage du Plugin dans Moodle

1. Allez dans Site administration > Plugins > Manage Activities.
2. Remplissez les champs de configuration de l'LRS avec les informations suivantes :
 - LRS Endpoint : https://lrs_example.com
 - LRS Integration : Watershed LRS
 - LRS Login Key : DFJJKJQLVHKCJJ
 - LRS Password : OG012FGGFJKFJ

3. Après avoir configuré la connexion à l'LRS, appuyez sur "Enregistrer".

University Tiaret

The settings shown below were added during your last Moodle upgrade. Make any changes necessary to the defaults and then click the 'Save changes' button at the bottom of this page.

New settings - xAPI Launch Link

Endpoint
Endpoint: Default: Empty
The LRS endpoint (e.g. http://lrs.example.com/endpoint/). Must include trailing forward slash.

LRS integration
LRS integration: Default: None
Use additional integration features to create new authentication credentials for each launch for supported LRS. Note: for Watershed integration, the Activity Provider does not require API access enabled.

Basic Login
Basic Login: Default: Empty
Your LRS login key.

Basic Password
Basic Password: Default: Empty
Your LRS password (secret).

Duration
Duration: Default: 9000

Figure 17 Interface Paramétrage du Plugin dans Moodle

5. Création d'un Cours xAPI

1. Accédez à la création du cours dans Moodle.
2. Cliquez sur "Ajouter une activité ou une ressource", sélectionnez "Lien xAPI" et donnez un nom à l'activité.
3. Téléversez le cours au format zip (vous pouvez créer un cours spécifique à xAPI en utilisant le site [Articulate](#)).

6. Paramètres d'Envoi vers l'LRS

1. Vous pouvez modifier les paramètres d'envoi vers l'LRS en cliquant sur "Remplacer les paramètres par défaut de l'LRS".
2. Enregistrez vos modifications.

7. Test de l'Installation

1. Accédez à votre cours pour le tester.
2. Lancez le cours, vous serez redirigé vers le cours créé sur le site Articulate.

8. Vérification des Données dans Watershed LRS

1. Allez sur Watershed LRS dans la section "Data Search" et cliquez sur "Refresh".
2. Vous trouverez les déclarations xAPI qui ont été envoyées.
3. Lorsque vous cliquez sur "Interaction Statement", vous pouvez voir le JSON envoyé.

9 Mar 2024 14:54:23.899 UTC Admin User attempted http://kiGdTIWbB1JO7Iqn40yQ6ydZEDS7qQJ5_rise

```
{
  "id": "c108afee-84bb-4045-8433-c192a0d1a94e",
  "actor": {
    "objectType": "Agent",
    "name": "Admin User",
    "mbox": "mailto:keroum997@gmail.com"
  },
  "verb": {
    "id": "http://adlnet.gov/expapi/verbs/attempted",
    "display": {
      "en-US": "attempted"
    }
  },
  "object": {
    "objectType": "Activity",
    "id": "http://kiGdTIWbB1JO7Iqn40yQ6ydZEDS7qQJ5_rise",
    "definition": {
      "type": "http://adlnet.gov/expapi/activities/course"
    }
  }
}
```

Figure 18 Vérification des Données dans Watershed LRS.

9. Exportation et Diagnostic des Données

1. Pour extraire toutes les données au format JSON ou CSV, rendez-vous dans la section "Data Export".
2. Si le JSON n'est pas envoyé, consultez le journal des erreurs pour identifier et résoudre le problème.

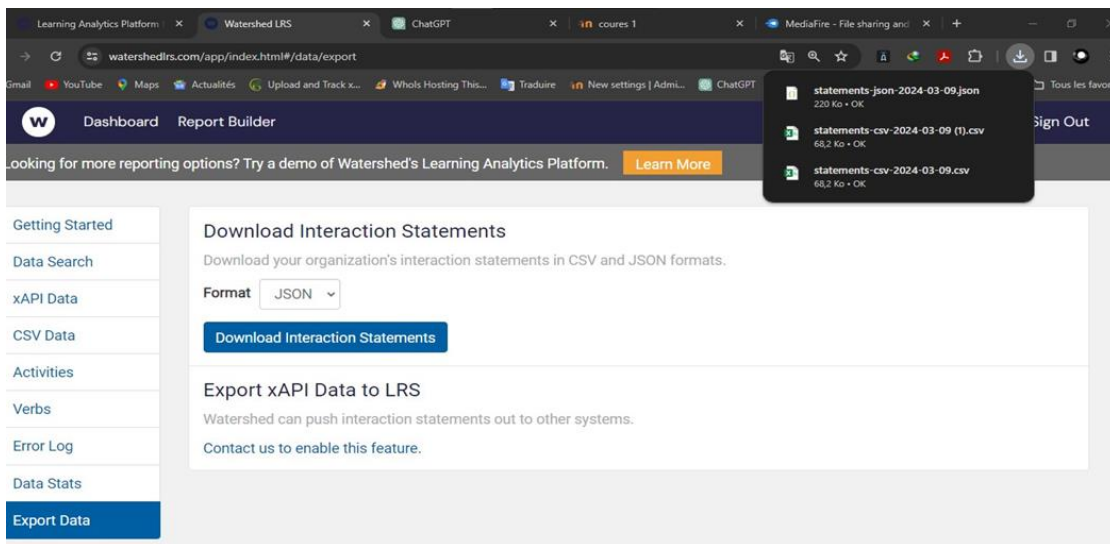


Figure 19 : Exportation et Diagnostic des Données.

10. Ressources et Support

- Pour plus d'informations sur Watershed LRS, vous pouvez consulter la référence API de Watershed LRS : [Watershed LRS API Reference](#).

5.2.2.5 Grafana

Étapes d'Installation de Grafana

1. Utiliser Grafana Cloud : Vous pouvez utiliser Grafana Cloud en ligne pour une période d'essai limitée. Voici le lien pour vous inscrire : [Grafana Cloud](#).
2. Installer Grafana Localement :
 - Allez sur le site de [Grafana](#).
 - Naviguez vers "Docs", puis sélectionnez "Grafana".
 - Choisissez le système d'exploitation sur lequel vous souhaitez l'installer (dans ce cas, Windows).
 - Cliquez sur la page de téléchargement de Grafana et téléchargez l'installateur.
 - Après le téléchargement, lancez l'installation.
 - Cliquez sur "Continuer", sélectionnez "run Grafana as a service" et terminez l'installation.
 - Après une installation réussie, ouvrez votre navigateur et accédez à <http://localhost:3000/>.
 - Le nom d'utilisateur et le mot de passe par défaut sont "admin". À la première connexion, vous serez invité à réinitialiser votre mot de passe.
3. Visualisation des Données avec Grafana
 1. Ajouter une Source de Données :
 - Allez dans le menu de Grafana, puis dans Connections > Add new connection.
 - Recherchez le plugin correspondant à votre source de données. Par exemple, pour travailler avec JSON, installez l'extension "Infinity".
 - Après l'installation, cliquez sur "Add new data source".
 - Nommez votre source de données et configurez les paramètres de connexion, puis cliquez sur "Save".
 2. Créer un Tableau de Bord :
 - Allez dans le menu principal de Grafana et cliquez sur Create > Dashboard.
 - Cliquez sur "Add visualisation".
 - Choisissez la source de données que vous avez créée précédemment.
 - Dans la section "Query", sélectionnez le type de données avec lequel vous souhaitez travailler (JSON, XML, CSV, etc.), et configurez l'URL ainsi que les paramètres de la méthode.
 - Dans les options de parsing et les champs de résultat, choisissez les informations pour lesquelles vous souhaitez créer une visualisation en utilisant JSON Path.
 - Dans la section "Visualisation", sélectionnez le type de visualisation que vous souhaitez, comme le diagramme à barres (bar gauge).
 3. Rafraîchissement et Exportation des Tableaux de Bord :
 - Dans l'écran de visualisation, vous pouvez rafraîchir le tableau de bord en appuyant sur "Refresh dashboard" et contrôler les intervalles de rafraîchissement.
 - Utilisez le bouton "Table view" pour afficher la visualisation sous forme de tableau et vérifier que les données ont été extraites correctement à l'aide du chemin JSON.

- Après avoir créé votre tableau de bord, vous pouvez l'exporter au format JSON ou PDF, ou partager un lien vers votre tableau de bord.
- Cliquez sur "Share" et choisissez le type d'exportation souhaité.

5.3 Exploration des rapports LRS

Dans ce rapport, je vais expliquer les tableaux de bord de Watershed LRS et de Grafana.

5.3.1 Rapports watershed LRS

Selon([Watershed LRS,s.d.](#)), Comme représenté sur la Figure 21 et Figure 22 Watershed Essentials comprend six types de rapports qui fournissent des informations de base pour les praticiens de la formation et du développement qui souhaitent commencer à suivre et à explorer l'apprentissage en dehors d'un LMS.

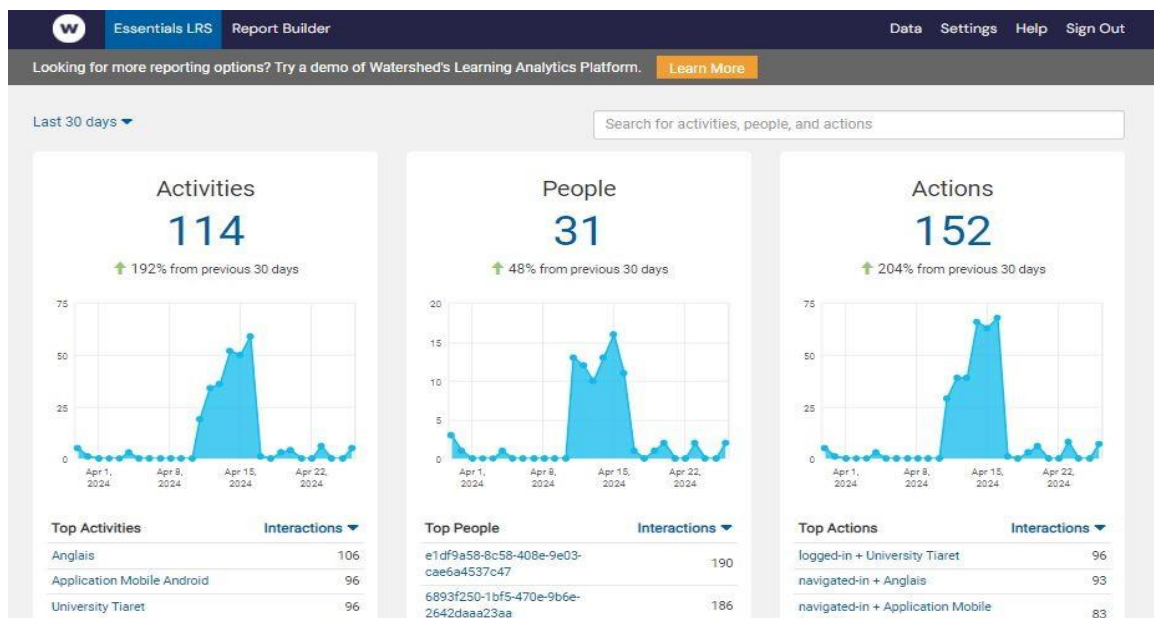


Figure 20 Tableau de bord Watershed (1).

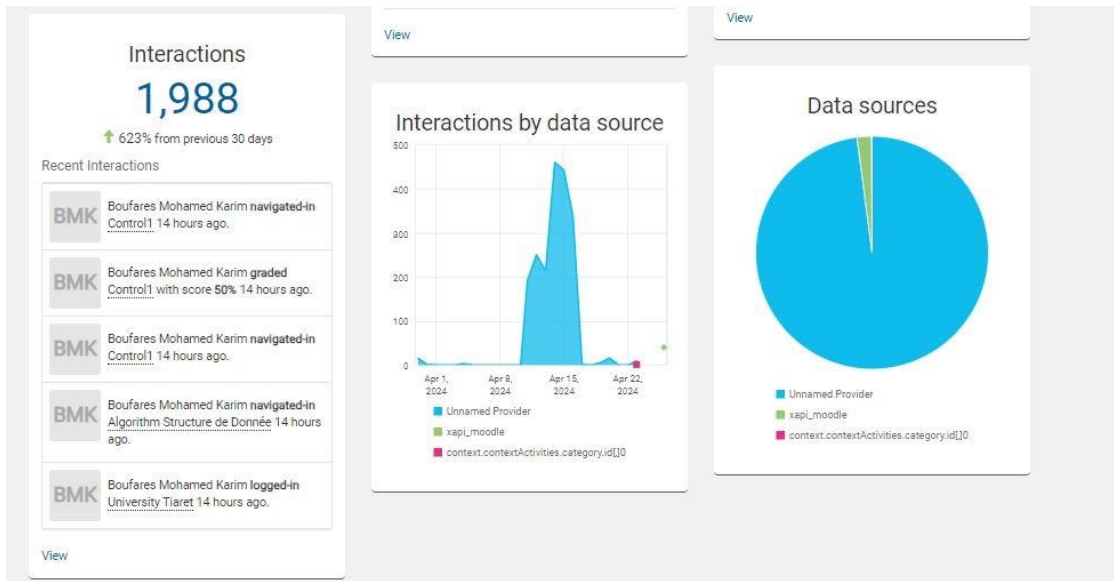


Figure 21 : Tableau de border Watershed (2).

Les rapports d'activités vous permettent de consulter les activités envoyées à Watershed et de voir le nombre d'interactions de vos des étudiants avec chacune d'elles. Le rapport sur les personnes vous aide à observer toutes les personnes envoyées à votre compte Watershed ainsi que le nombre d'interactions qu'elles ont eu avec votre contenu d'apprentissage. Avec le rapport sur les actions, vous pouvez découvrir quelles actions (combinaison de verbes et d'activités) sont les plus interagies dans votre compte. Le rapport des interactions par source de données révèle quelles sources de données envoient le plus d'interactions à votre compte Watershed, tandis que le rapport des sources de données présente des informations similaires sous forme de diagramme circulaire. Enfin, le rapport des interactions offre un flux brut d'interactions provenant de toutes vos sources de données.

5.3.2 Rapports Grafana

Vous pouvez consulter le tableau de bord à partir de ce [lien](#). J'ai créé un ensemble de tableaux de bord, chacun fournissant des rapports sur l'acteur, l'objet, le verbe ou le temps, comme illustré dans la Figure 22.

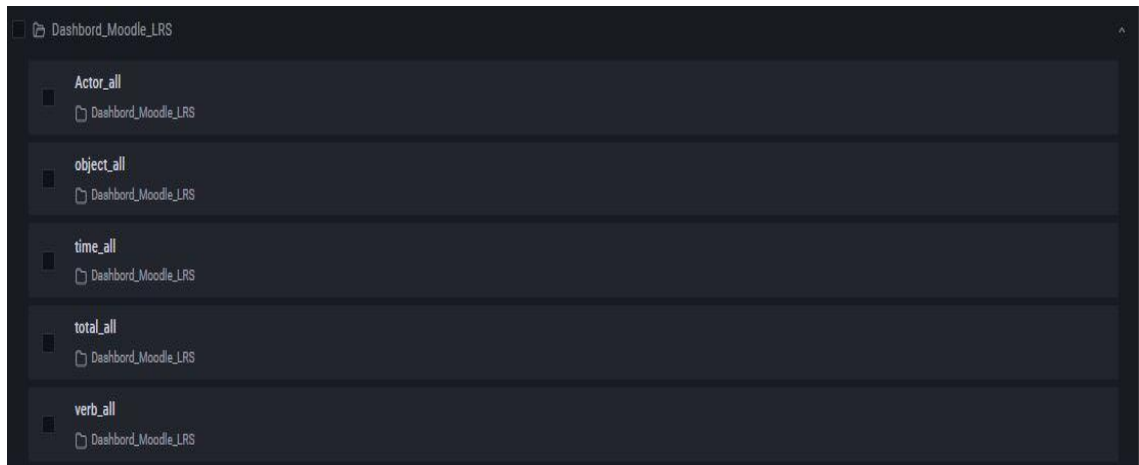


Figure 22 rapports grafana .

A) Dashboard actor_all

Comme représenté sur la Figure 23, Le tableau de bord "Actor" se concentre sur les interactions des personnes en tant qu'étudiants, enseignants ou utilisateurs du LMS. Il fournit un rapport qui présente le classement des noms ou des identifiants des personnes avec le nombre de leurs interactions avec Moodle, ainsi que le nombre total d'utilisateurs et le nombre d'inscrits en tant qu'étudiants ou enseignants.

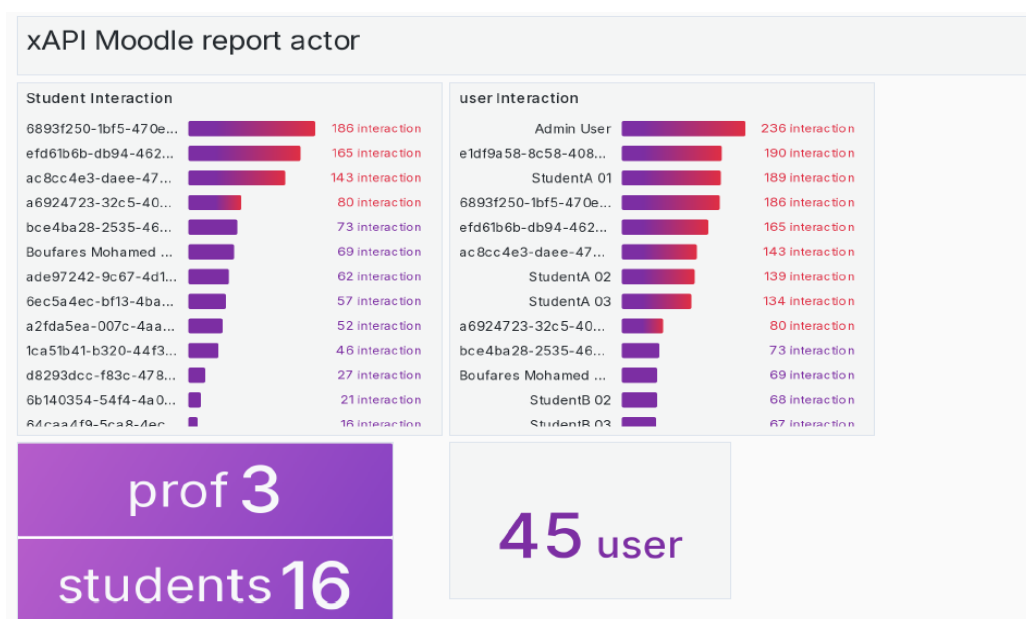


Figure 23 : Dashboard actor_all .

B) Dashboard Verb_all

la Figure 24, Le tableau de bord "Verb" présente des rapports sur les verbes les plus utilisés et le nombre total de verbes dans le magasin de journaux d'apprentissage. Vous pouvez également voir les personnes les plus fréquemment connectées à Moodle.



Figure 24 Dashboard Verb_all .

La Figure 25 représente bar chart des étudiants ayant les taux de connexion les plus élevés à Moodle. Partager ce tableau de bord avec eux les incite à se connecter davantage.

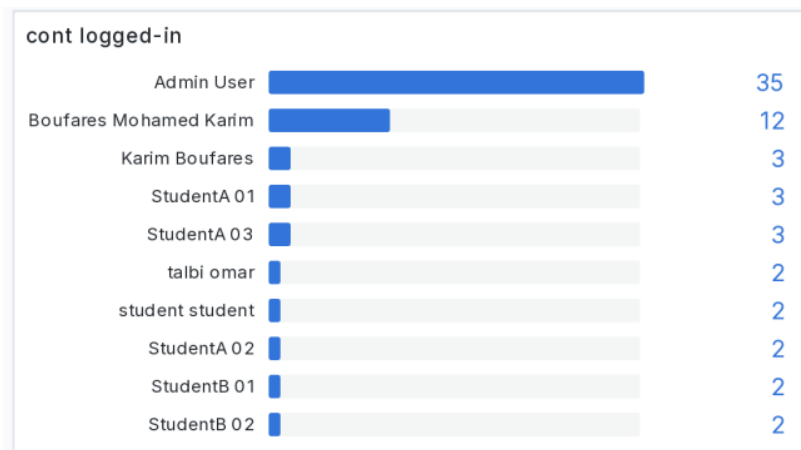


Figure 25 : Dashboard Verb_all – logged-in.

C) Dashboard Object_all

Figure 26 Dans ce tableau de bord, vous trouverez des rapports sur le nombre d'interactions avec les activités et le total des cours, tels que la moyenne des notes des quiz par personne. Vous pouvez également identifier les intérêts des utilisateurs, comme le montre l'image.

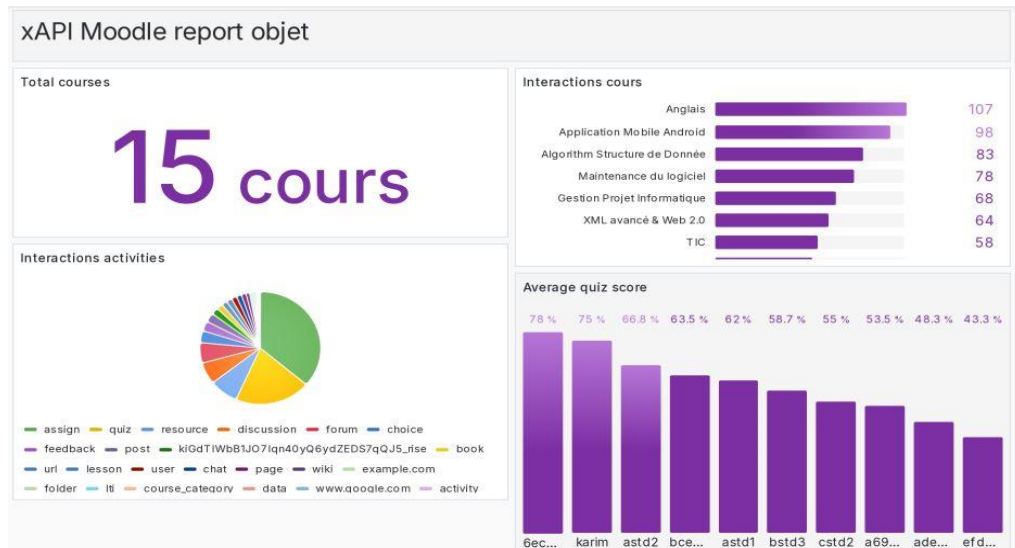


Figure 26 Dashboard Object_all.

D) Dashboard Time_all

La Figure 27 ,Dans ce tableau de bord, vous trouverez tout ce qui concerne l'enregistrement pour les rapports et le nombre total d'interactions sur la plateforme LMS Moodle.

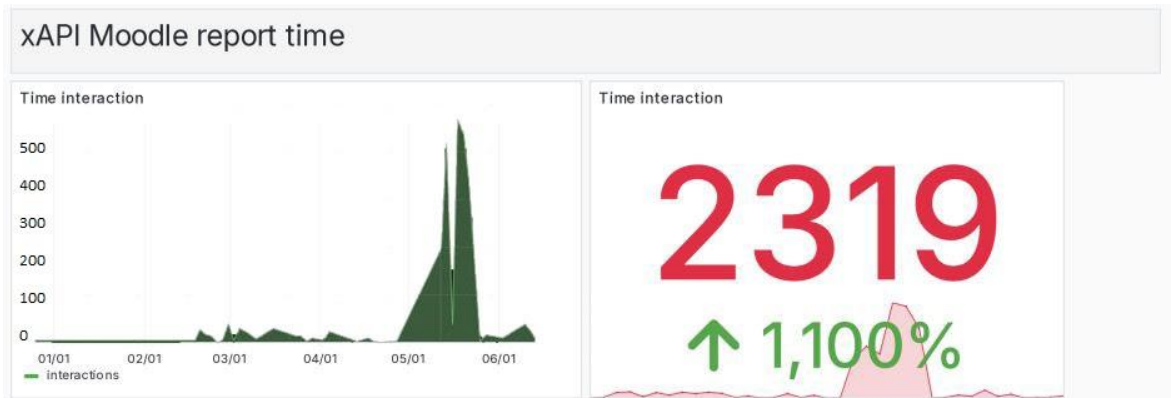


Figure 27 Dashboard Time_all.

E) Dashboard Total_all

La figure 28 représente un tableau de bord affiche des informations sur les données envoyées à l'LRS, y compris des détails tels que l'heure, le verbe, l'acteur et l'objet.

xAPI Moodle report total					
total					
activity ▼	actor ▼	json_data ▼	object ▼	timestamp ↓ ▼	verb ▼
StudentA 01 graded Quiz Ang	StudentA 01	ab.xapi.fr/extensions/platf	Quiz Anglais	2024-06-13T 09:08:34.000Z	graded
StudentA 01 navigated-in Quiz A	StudentA 01	ensions":{"http://vocab.xe	Quiz Anglais	2024-06-13T 09:08:16.000Z	navigated-in
StudentA 01 navigated-in Ang	StudentA 01	ity"}]],"extensions":{"http	Anglais	2024-06-13T 09:08:13.000Z	navigated-in
StudentA 01 navigated-in Maintenanc	StudentA 01	ensions":{"http://vocat	Maintenance du logiciel	2024-06-13T 09:08:07.000Z	navigated-in
StudentA 01 navigated-in XML avancé	StudentA 01	ensions":{"http://vocat	XML avancé & Web 2.0	2024-06-13T 09:08:02.000Z	navigated-in
StudentA 01 navigated-in Quiz Gestion Pro	StudentA 01	ab.xapi.fr/extensions/plat z	Gestion Projet Informati	2024-06-13T 09:07:16.000Z	navigated-in

Figure 28 Dashboard Total_all.

5.4 Conclusion

La réalisation de notre projet LA optimise les avantages et les opportunités qu'offre l'analyse des données d'application. Il est utilisé dans de nouvelles applications pour améliorer le sens et l'application, pour éviter la possibilité de prendre des décisions et pour faciliter le traitement de données concrètes. Nous souhaitons fournir des services de référence et d'inspiration pour des projets similaires, qui contribuent au développement de l'éducation numérique.

Conclusion générale

Les travaux menés dans le cadre de ce projet de fin d'études Master génie logiciel se sont concentrés sur une exploration approfondie des défis et des opportunités inhérents à l'utilisation des données éducatives en vue d'améliorer les processus d'apprentissage. Ce projet a réussi à développer un système efficace pour acquérir des données provenant de diverses sources hétérogènes, notamment la plateforme d'apprentissage Moodle utilisée comme canal de gestion LMS. Les données, conformes aux spécifications xAPI, ont été centralisées et consolidées dans un LRS. Les techniques d'exploration de données appliquées ont permis de générer des mesures pertinentes, contribuant ainsi à améliorer les comportements et les performances des étudiants. Ainsi, le défi initial du projet, consistant à surmonter la fragmentation des données éducatives et à construire une solution complète pour leur analyse, a été satisfaisant.

Les objectifs déclarés ont été atteints : les mécanismes de collecte des données ont été déployés avec succès, permettant ainsi d'obtenir des données d'apprentissage à partir de sources multiples ; le développement du LRS Store a facilité la centralisation et la standardisation de données très hétérogènes, assurant leur interopérabilité et leur analyse à l'aide de techniques d'exploration de données ; grâce aux informations extraites, des indicateurs pertinents sur la performance et l'engagement des étudiants ont pu être établis ; enfin, les données collectées ont été utilisées pour formuler des recommandations visant à améliorer les méthodes d'enseignement et les performances académiques.

Pour l'avenir, plusieurs axes d'amélioration et d'expansion du projet sont envisagés. Tout d'abord, l'intégration de données provenant d'autres plateformes et outils éducatifs pourrait enrichir l'analyse, notamment en exploitant des techniques d'intelligence artificielle plus avancées telles que l'apprentissage automatique. De plus, le développement de systèmes d'apprentissage adaptatif basés sur l'analyse de données pourrait permettre de proposer des parcours d'apprentissage personnalisés aux étudiants. Il serait également intéressant d'établir des mécanismes d'évaluation continue pour mesurer l'impact de LA sur la performance des étudiants et ajuster les stratégies en conséquence.

Bien que ce projet ait été mené dans le domaine de l'éducation, les principes et techniques explorés présentent un potentiel d'application dans d'autres secteurs, notamment le transport interurbain. Par exemple, les méthodes développées pour l'intégration et l'analyse de données pourraient être adaptées pour améliorer la gestion du flux de passagers et l'efficacité des plateformes de transport numérique. Par conséquent, les contributions de ce projet en matière de développement de solutions pour la collecte et l'analyse de données peuvent avoir un impact significatif au-delà du secteur de l'éducation, améliorant ainsi les processus métiers dans divers domaines nécessitant une gestion pédagogique des données.

Bibliographie

- Siemens, G., & Long, P. (2011). Penetrating the fog: Analytics in learning and education. *EDUCAUSE Review*, 46(5), 30-32.
- Gašević, D., Kovanović, V., & Joksimović, S. (2017). Piecing the Learning Analytics Puzzle: A Consolidated Model of a Field of Research and Practice. *Learning: Research and Practice*, 3(1), 63–78.
- Elias, T. (2011). Learning analytics: definitions, processes and potential.
- Baran, E., Correia, A.-P., & Thompson, A. (2011). Transforming online teaching practice: Critical analysis of the literature on the roles and competencies of online teachers. *Distance Education*, 32(3), 421-439.
- Comas-Quinn, A. (2011). Learning to teach online or learning to become an online teacher: An exploration of teachers' experiences in a blended learning course. *ReCALL*, 23(3), 218-232.
- Hung, H.-T., Chou, C., Chen, N.-S., & Own, Z.-Y. (2010). Learner readiness for online learning: Scale development and student perceptions. *Computers & Education*, 55(3), 1080-1090.
- Keengwe, J., & Kidd, T. T. (2010). Towards best practices in online learning and teaching in higher education. *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching*, 6(2), 533-541.
- Walker, M. D. (2023). *Digital Learning: How modern technology is changing education* (1ère éd.). Sicklebrook Publishing. ISBN 9781446620724.
- Baker, R. et Siemens, G. 2014. Educational Data Mining and Learning Analytics. Dans K. Sawyer (dir.), *Cambridge Handbook of the Learning Sciences: 2nd Edition* (p. 253-274), New York, NY: Cambridge University Press.
- Romero, C., Ventura, S., Pechenizky, M., & Baker, R. (2010). *Handbook of educational data mining*. Boca Raton, FL: Chapman and Hall/CRC Press.
- Baker, R. S. J. D. (2010). Data mining for education. *International encyclopedia of education*, 7(3), 112-118.
- Baepler, P., & Murdoch, C. J. (2010). Academic analytics and data mining in higher education. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 4(2), 1-9.
- Siemens, G., & Baker, R. S. D. (2012, April). Learning analytics and educational data mining: towards communication and collaboration. In *Proceedings of the 2nd international conference on learning analytics and knowledge* (pp. 252-254).
- Khalil M, Ebner M (2015) Learning analytics: principles and constraints. In: *Proceedings of world conference on educational multimedia, hypermedia and telecommunications*, pp 1326–1336

- Pinto, M., & Leite, C. (2020). Digital technologies in support of students learning in Higher Education: literature review. *Digital education review*, 37, 343-360.
- Nasser, R., et al. (2011). Factors that impact student usage of the Learning Management System in Qatari schools. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 12(6), 39–62.
- Srichanyachon, N. (2014). EFL learners' perceptions of using LMS. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 13(4), 30–35.
- Davis, B., Carmean, C., & Wagner, E. (2009). The evolution of the LMS: From management to learning. *The eLearning Guild Research*, 24.
- Raza, S. A., Qazi, W., Khan, K. A., & Salam, J. (April 2021). Social isolation and acceptance of the Learning Management System (LMS) in the time of COVID-19 pandemic: An expansion of the UTAUT model. *Journal of Educational Computing Research*, 59(2), 183–208.
- Embi, M. A., & Adun, M. N. (2010) ont discuté de l'e-pembelajaran Di IPTA Malaysia (1re éd.) dans leur ouvrage. Selon leur analyse, l'e-pembelajaran offre des opportunités uniques pour améliorer l'enseignement supérieur en Malaisie (Embi & Adun, 2010).
- Moodle. (2015, April 11). Moodle Is the Open Source Platform That Lets You Build the Perfect Education Solution for Your Needs [online]. Récupéré le 29 mars 2024, de <https://moodle.com/moodle-lms/>
- Moodle. (s.d.). Moodle statistics. Récupéré le 29 mars 2024, de <https://stats.moodle.org/>
- Moodle. (s.d.). Moodle statistics. Récupéré le 29 mars 2024, de <https://stats.moodle.org/sites/>
- Moodle. (s.d.). Moodle statistics. Récupéré le 29 mars 2024, de <https://docs.moodle.org/404/en/Activities>
- Moodle. (s.d.). Moodle statistics. Récupéré le 29 mars 2024, de <https://docs.moodle.org/404/en/Resources>
- Moodle. (s.d.). Moodle statistics. Récupéré le 29 mars 2024, de <https://docs.moodle.org/4x/fr/Fonctionnalit>
- Siemens, G. (2013). Learning Analytics: The Emergence of a Discipline. *American Behavioral Scientist*, 57(10), 1380-1400.
- Ferguson, R. (2012). Learning analytics: drivers, developments and challenges. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 4(5-6), 304-317.
- Baker, R. S., & Inventado, P. S. (2014). Educational data mining and learning analytics. In J. A. Larusson & B. White (Eds.), *Learning analytics: From research to practice* (pp. 61-75). Springer, New York, NY.

Gašević, D., Dawson, S., & Siemens, G. (2015). Let's not forget: Learning analytics are about learning. *TechTrends*, 59(1), 64-71.

Brusino, J. (2012). The next generation of SCORM: A Q&A with Aaron Silvers. American Society for Training and Development. Archived from the original on August 22, 2014
Récupéré le 19 mars 2024.

Rustici Software. (s.d.). Learning Record Store. Récupéré le 19 mars 2024, de https://xapi.com/learning-record-store/?utm_source=google&utm_medium=natural_search

Knowledgeworker. (s. d.). Image expliquant le LRS (Learning Record Store) [Image]. Dans *Learning Analytics Based on SCORM, xAPI and cmi5: How to Measure Learning Outcomes in eLearning*. Récupéré le 29 mars 2024, de <https://www.knowledgeworker.com/en/blog/learninganalytics-based-on-scorm->

Romero, C., Ventura, S., Pechenizky, M., & Baker, R. (2010). *Handbook of educational data mining*. Boca Raton, FL: Chapman and Hall/CRC Press.

Brandon, B. (2012). Making history: mLearnCon 2012 rocks attendees. *Learning Solutions Magazine*. Récupéré le 19 mars 2024.

WatershedLRS. (s.d.). How Watershed Fits into a Data Ecosystem. Récupéré le 19 mars 2024, de <https://www.watershedlrs.com/resources/ebook/download-watershed-data-ecosystem-ebook/>

IMS Global Learning Consortium. (s.d.). Caliper Analytics. Récupéré le 19 mars 2024, de <https://www.imsglobal.org/activity/caliper>

IMS Global Learning Consortium. (s.d.). OneRoster. Récupéré le 19 mars 2024, de <https://www.1edtech.org/standards/oneroster>

IMS Global. (s.d.). Initial xAPI/Caliper comparison. Récupéré le 19 mars 2024, de <https://www.imsglobal.org/initial-xapicaliper-comparison>

Advanced Distributed Learning (ADL). (2013). Experience API (xAPI) Specification. Récupéré le 19 mars 2024, de <https://github.com/adlnet/xAPI-Spec/blob/master>

Pekkola, S., & Järvinen, H. M. (2023). Tracking learning experiences with xAPI. p. 19.

SCORM Explained: Aperçu SCORM en une minute.(s.d.). Récupéré le 19 mars 2024, de <https://scorm.com/scorm-explained/one-minute-scorm-overview/>

Takev, M., Somova, E., Gaftandzhieva, S., & Artacho, M. R. (2020). System for creation, support and tracking of interactive learning activities. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 878(1), 012034. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/878/1/012034>

ADL. (s.d.). Experience API (xAPI). Récupéré le 19 mars 2024, de <https://adlnet.gov/projects/xapi/>

Advanced Distributed Learning (ADL). (s.d.). Experience API (xAPI) Specification. Récupéré sur <https://github.com/adlnet/xAPI-Spec/blob/master/xAPI-About.md>

Advanced Distributed Learning (ADL) Co-Laboratories. (2012, October 19). Tin Can API (Experience API) 0.95 Specification (Version 0.95) (p. 9). Récupéré le 19 mars 2024, de <https://xapi.com/wp-content/assets/spec/Tin-Can-API-Releasev095.pdf>

Manso-Vázquez, M., Caeiro-Rodríguez, M., & Llamas-Nistal, M. (2018). An xAPI Application Profile to Monitor Self-Regulated Learning Strategies. **IEEE Access**, 6, 40263-40274. DOI: 10.1109/ACCESS.2018.2860519

Berking, P. (2015). Choosing a learning record store (LRS). Advanced Distributed Learning (ADL) Initiative

IEEE Learning Technology Standards Committee Technical Advisory Group on xAPI. (2018, June). xAPI: A Guide for Technical Implementers (TAGxAPI-TR1801). Shelly Blake-Plock (Ed.), Pankaj Agrawal, Mitchell Bonnett, J. Pablo Caballero, Peter Dobinson, Andrew Downes, Becky Goldberg, Jason Haag, Will Hoyt, Andy Johnson, Jonathan Kevan, Garrick Lee, Jonathan Poltrack, Charles Touron (Eds.). (p. 30).

Fraysse, S. (2021). trax-project/moodle-trax-logs. GitHub. Récupéré le 29 mai 2024, de <https://github.com/trax-project/moodle-trax-logs>

Moodle. (s.d.). xAPI Launch Link. Récupéré le 29 mars 2024, de https://moodle.org/plugins/mod_tincanlaunch

Fraysse, S. (2021). trax-project/moodle-trax-logs. GitHub. Récupéré le 29 mai 2024, de <https://github.com/trax-project/moodle-trax-logs/blob/master/README.md>

Fraysse, S. (s. d.). Plugins Trax pour Moodle. Récupéré le 29 mai 2024 <https://fraysse.eu/fr/plugins-trax-pour-moodle/>

Freassy, S. (s. d.). Pourquoi et comment mettre en œuvre le standard xAPI avec Moodle [Vidéo]. UbiCast. Récupéré le 29 mai 2024, de <https://moodleoot.ubicast.tv/videos/pourquoi-et-comment-mettre-en-oeuvre-le-standard-xapi-avec-moodle-060718/>

Trax Project. (2021). Configuration - Trax Logs. Récupéré le 29 mai 2024, de <https://github.com/trax-project/moodle-trax-logs/blob/master/doc/config.md>

Trax Project. (2021). Bonnes pratiques - Trax Logs. Récupéré le 29 mai 2024, de <https://github.com/trax-project/moodle-trax-logs/blob/master/doc/best-practices.md>

Qin, X., Luo, Y., Tang, N., & Li, G. (2020). Making data visualization more efficient and effective: A survey. *The VLDB Journal*, 29(1), 93-117. (p. 93).

Apache Friends. (s.d.). Hosting XAMPP on Google. Récupéré le 3 juin 2024, de <https://www.apachefriends.org/docs/hosting-xampp-on-google.pdf>

Autorité de certification Loria. (s.d.). Services. Récupéré le 06 mai 2024, de <https://lola.loria.fr/https-lola-loria-fr-services/>

Watershed LRS. (s.d.). Accueil. Récupéré le 09 mai 2024, de <https://www.watershedlrs.com/>

Learning Locker. (s.d.). Accueil. Récupéré le 10 mai 2024, de <https://www.learninglocker.co.uk/>

Veracity. (s.d.). Accueil. Récupéré le 10 mai 2024 de <https://veracity.fpg.unc.edu/ui/>

Park, Y., & Jo, I. H. (2015). Development of the Learning Analytics Dashboard to Support Students' Learning Performance. *J. Univers. Comput. Sci.*, 21(1), 110-133.

Frayse, S. (2021). *trax-project/moodle-trax-logs*. GitHub. Récupéré le 29 mai 2024, de <https://github.com/trax-project/moodle-trax-logs/blob/master/README.md>

Watershed LRS. (s.d.). Essentials: LRS Dashboard. Récupéré le 29 mai 2024, de <https://support.watershedlrs.com/hc/en-us/articles/360009066531-Essentials-LRS-Dashboard>