

Résumé

Cet article tient la possibilité d'application d'un modèle d'apprentissage asynchrone dans une formation en ligne. Ce modèle a été rendu disponible via l'approche par la relation linéaire d'une modélisation d'équation structurelle à variables latentes. L'analyse des traces d'interaction virtuelle et l'analyse de contenu des forums de discussion sur la plate-forme lors de la mise en œuvre de l'apprentissage du module d'entrée dans une FOAD complètent la méthodologie adoptée dans la recherche. L'acquisition de connaissance qui représente le résultat pédagogique de l'apprenant, a une relation directe avec son engagement communicationnel, motivationnel et surtout de son interaction dans le travail collaboratif. La recherche permet d'avoir une prévision du résultat des apprenants dans une formation en cours.

Mots clés : modèle, apprentissage asynchrone, module d'initiation, prévision, formation en ligne

1. Introduction

Le numérique ne cesse d'évoluer. Son usage est inévitable dans le domaine de l'éducation. En effet, les technologies de l'information et de la communication (TIC) offrent d'immenses possibilités pédagogiques pour l'appropriation du savoir. Conscients de l'enjeu des TIC pour le développement du système d'enseignement, plusieurs établissements utilisent la formation à distance comme système de développement du secteur de l'enseignement supérieur malgache.

Or, l'appropriation des méthodes et techniques de l'apprentissage à distance n'est pas évidente pour les étudiants qui ont l'habitude de travailler en présentiel. C'est une raison pour laquelle un module d'entrée intitulé « Guide de l'étudiant pour l'apprentissage en ligne » (GEAL) a été conçu et introduit dans des formations ouvertes et à distance. L'idée d'exploiter principalement cet instrument a été avancée. Le renforcement de l'apprentissage dans des dispositifs de FOAD est envisagé.

Aussi, un système d'apprentissage montre la stratégie d'apprentissage de l'institution de formation et les valeurs auxquelles elle se rattache en matière de support à l'apprentissage. Il permet d'identifier les moyens qui assurent l'apprentissage au sein d'un dispositif de formation à distance. Ainsi, définir une stratégie d'apprentissage dès le départ permet d'assurer le bon déroulement de la formation et d'avoir un résultat satisfaisant.

C'est dans ce cadre qu'une recherche a été menée et basée sur l'analyse de l'apprentissage dans ce module d'initiation. Le travail se concentre sur l'application d'un modèle d'apprentissage [01] dans une formation à distance. Autrement dit, comment exploiter le modèle linéaire d'apprentissage asynchrone dans une formation en ligne ?

L'article a pour objectif général d'appliquer le modèle conçu dans une formation en ligne. Pour l'atteindre, quelques objectifs spécifiques ont été identifiés : analyser d'abord la trace des activités numérique d'apprentissage asynchrone et le contenu des forums de discussions ; ensuite, utiliser le modèle linéaire d'apprentissage asynchrone fondé sur les équations structurelles à variables latentes.

Les méthodologies de recherche adoptées ont été basées sur l'analyse des traces numériques laissées dans les forums de discussion sur la plateforme. Un modèle d'équation structurelle (SEM) à variables latentes de l'apprentissage asynchrone a été appliqué. Dans ce cadre, plusieurs indicateurs peuvent être construits pour observer les processus sociaux, cognitifs et métacognitifs mis en œuvre. Pour ce faire, il a été question de procéder à une analyse de contenu susceptible de caractériser l'interactivité virtuelle des apprenants. Un outil de prévision de résultat pédagogique est obtenu à l'issue de la recherche.

2. L'apprentissage asynchrone dans une formation ouverte et à distance

L'enseignement à distance a largement bénéficié des apports offerts par les technologies de l'information et de la communication. Selon Daniel Peraya 0, la formation à distance est définie comme une formation médiatisée. Celle-ci fait appel à des artefacts technologiques, et à des dispositifs médiatiques. « C'est ainsi que seront mis à disposition des apprenants les ressources pédagogiques, les différents outils de communication et de collaboration, les activités d'apprentissage et les moyens de les réaliser. C'est à travers de tels dispositifs que les apprenants communiqueront et collaboreront, qu'ils se verront aidés dans leurs travaux, que les tâches qu'impose toute formation seront réalisées. »

2.1. Dispositif de formation ouverte et à distance (FOAD)

Ce dispositif s'appuie sur une plateforme Moodle dans la recherche. Il a été conçu pour favoriser un cadre de formation socioconstructiviste et intègre des outils et des activités d'apprentissage. Par ailleurs, avec Moodle, l'apprenant est au

centre de la formation. Il suit un parcours pédagogique qui favorise l'apprentissage asynchrone et synchrone. La formation à distance recouvre plusieurs modalités et est incluse dans le concept plus général de Formation Ouverte et à Distance.

2.2. Forum de discussion

Le forum de discussion éducatif est un espace ouvert à un groupe restreint d'apprenants sur une plateforme d'enseignement en ligne et où ces derniers sont appelés à communiquer entre eux, à apporter leurs contributions à un sujet, à réagir aux messages postés par les autres participants et à partager des connaissances. Le forum éducatif confère au temps une certaine souplesse [0 qui plaît aux apprenants dont le temps d'apprentissage est toujours en retard par rapport au temps didactique. Il permet à l'écrit d'être visible en permanence sur la plateforme, ce qui lui permet d'être visité à tout moment par les apprenants qui peuvent le partager et se l'approprier.

Le forum de discussion est un outil simple d'utilisation, favorisant la collaboration. « Etymologiquement, collaborer signifie travailler ensemble, ce qui implique un concept de buts partagés et une intention explicite "d'ajouter de la valeur", de créer quelque chose de nouveau ou de différent par la collaboration, par opposition à un simple échange d'informations ou à une transmission de consignes » 0.

En effet, « Est apprentissage collaboratif toute activité d'apprentissage réalisée par un groupe d'apprenants ayant un but commun, étant chacun source d'information, de motivation, d'interaction, d'entraide... et bénéficiant chacun des apports des autres, de la synergie du groupe et de l'aide d'un tuteur facilitant les apprentissages individuels et collectifs » 0.

3. Méthodologie

La méthode d'équations structurelles représente une technique multivariée qui combine les modèles de mesure et les modèles de structures tout en examinant de manière simultanée une série de relations linéaires entre les variables observées et les variables latentes d'une part, et entre l'ensemble des variables latentes d'autre part 0. Les données obtenues sur GEAL durant les trois dernières années à partir de l'analyse de traces numériques des activités des 96 apprenants des 5 promotions issues de 3 FOAD de deux IST de Madagascar ont été manipulées. L'analyse du contenu de tous les forums existants a été effectuée. 812 interventions ont été analysées. Lors de l'apprentissage, 9685 évènements se sont passés. Le scénario pédagogique est construit en trois phases : production individuelle ; collaboration en équipe où les apprenants produisent un document comme medium de débat et une révision individuelle / ou en équipe d'un document produit lors de la première phase.

3.1. Analyse des traces numériques d'interaction et analyse de contenu

Une interaction est une suite d'actions verbales ou non-verbales qui sont interdépendantes et qui s'influencent mutuellement. Une trace numérique d'interactions est une suite de discussions située d'observés, qui relève soit d'une interaction entre humains, médiatisée et médiée de diverses façons par ordinateur soit d'une suite d'actions et de réactions entre un humain et une plateforme. Cette trace est éventuellement rejouable, auquel cas, elle devient dynamique.

L'analyse qualitative d'échanges sur des forums repose sur un ensemble d'enjeux méthodologiques, variant d'une étude à l'autre 0. L'échange est l'unité de base. Les échanges s'organisent en structure selon deux types d'enchaînements : soit les échanges sont d'un même niveau de discours, soit ils sont dépendants ou organisés hiérarchiquement.

Concernant les échanges écrits sur un forum, ils induiraient un effort cognitif jugé plus rigoureux que lors d'échanges oraux et pourraient aider les processus cognitifs en suscitant, une plus grande réflexivité 0. Ces pratiques amèneraient les acteurs à injecter des significations, à clarifier leurs idées, à partager des points de vue, à rétroagir, à développer un langage commun et des solutions communes aux problèmes posés. Dans le cadre de forums d'apprentissage, son usage contribuerait à « rendre les apprenants maîtres de leurs apprentissages et à favoriser ainsi le passage du modèle transmissif des connaissances vers le modèle collaboratif des communautés d'apprenants » 0.

L'engagement de l'apprenant est analysé à partir de la motivation, de la collaboration et de la communication de l'apprenant via les forums de discussion. Un apprenant motivé, communique avec son entourage dans le dispositif de la formation, partage sa connaissance via la plateforme, développe son savoir-faire et son savoir être, et collabore entre les membres de son groupe pour les travaux demandés [10].

La motivation est primordiale dans les apprentissages. Elle est liée aux objectifs que l'apprenant se donne en suivant une formation. Elle est très liée à la perception de l'utilité des tâches d'apprentissage, à la manière dont l'apprenant peut se faire une idée concrète du transfert dans son contexte des connaissances qu'il construit. Elle peut éliminer ou réduire l'abandon. Les motivations personnelles de l'apprenant sont agissantes pour le faire persévérer et atteindre ses objectifs. Quand un encouragement survient et parvient à atteindre l'apprenant, cela lui permet de trouver de nouvelles ressources pour continuer son action. L'apprentissage et la motivation se renforcent mutuellement dans des dispositifs d'apprentissage à distance de type e-learning.

3.2. Modélisation de l'apprentissage asynchrone

Un modèle est une représentation simplifiée, où sont identifiés les différents éléments qui le constituent et dans laquelle les interactions entre ces éléments sont précisées et les résultats obtenus décrits. La modélisation par équation structurelle teste

de façon empirique une série de relations linéaires hypothétiques entre variables. Elle permet de vérifier plusieurs relations linéaires simultanément par le truchement d'un enchaînement causal. Les données récoltées sont naturellement produites par les acteurs de la plateforme. Comme l'apprentissage est le centre de la recherche, les dialogues entre pairs et entre apprenant-tuteur sont les principales interactions étudiées. Ces deux sources produisent une très grande quantité de données à partir desquelles nous allons relier les engagements motivationnel et relationnel avec l'engagement comportemental de l'apprenant.

3.2.1. Attitude (A) dans l'apprentissage asynchrone

Tous les éléments qui constituent le contenu du forum sont traités et analysés. La collecte et l'analyse des traces de l'activité principale sont effectuées sur la base des messages émis. La participation, le nombre d'interventions, la consultation des forums et des discussions ainsi que la création de nouveaux thèmes sont des indicateurs à prendre en compte. Les traces de l'activité des apprenants dans une FOAD sont transformées pour représenter une mesure de l'engagement comportemental 0.

3.2.2. Engagement (E) de l'apprenant

L'engagement est une notion complexe, multidimensionnelle et multifactorielle, qui reste difficile à définir et à opérationnaliser 0. C'est le produit d'une motivation et d'un apprentissage social, c'est dans et par les interactions avec ses pairs (communication et collaboration) et ses enseignants que l'apprenant construit son engagement. Les traces de l'activité des participants dans une formation en ligne peuvent être transformées pour représenter une mesure de l'engagement comportemental 0.

Dans cette recherche, nous nous intéressons à l'engagement dans un apprentissage en ligne et plus particulièrement sur le fait de « s'engager dans une activité d'apprentissage asynchrone en le forum de discussion ». Les apprenants travaillent seuls sur une tâche et partagent leurs connaissances, problèmes et résultats aux autres, ou travaillent en collaboration de façon asynchrone et synchrone pour produire quelque chose de commun.

3.2.3. Modèle de structure appliqué à la recherche

Le modèle causal se compose de deux modèles de mesure et d'un modèle de structure. Il englobe l'ensemble de variables observables indépendantes (X_i), de variables observables dépendantes (Y_i), d'une variable latente explicative (E), de deux variables latentes à expliquer (A) et (C) et des termes d'erreurs (e_i , δ , β et γ_i). Le résultat de l'estimation du modèle donne les différentes valeurs des paramètres. Ainsi, suite aux différents résultats de traitement, le modèle de structure ci-dessous a été obtenu où on va afficher les variances des variables latentes mesurées.

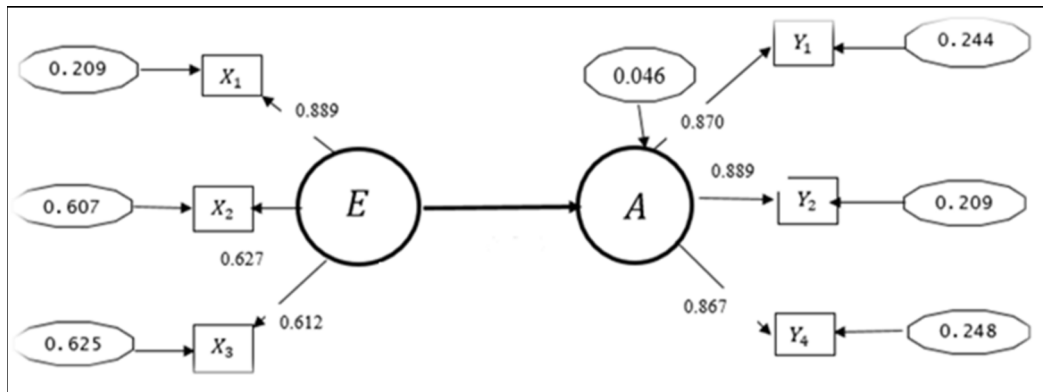


Figure 01. Modèle de structure de la recherche

4. Résultats

Les traces d'activités des apprenants dans la plateforme de la formation sont exploitées pour mesurer les effets directs et indirects des engagements des apprenants et de leurs comportements face au forum de discussion sur leurs cognitions (C) qui se traduisent par leurs résultats pédagogiques. De tout ce qui précède, l'engagement de l'apprenant a un impact direct sur son acquisition de connaissance (C=E). Autrement dit, l'engagement de l'apprenant dans une formation permet le développement de sa connaissance et a un impact positif sur son résultat pédagogique [01].

4.1. Estimation du résultat à partir de la variable latente E

Deux variables latentes ont été mises en jeu dans ce modèle de structure. La variable latente E a une relation avec le résultat pédagogique de la formation. A Noter que « Rm » est le résultat à partir du modèle de la recherche et « Rr » le résultat pédagogique de la formation. Le résultat Rr vaut 1 lorsque l'apprenant est admis et est égal à 0 si l'apprenant redouble ou est renvoyé (non admis). Le résultat montre les valeurs des variables latentes A et E en fonction des valeurs des variables observées Consu_F, Consu_D, Envoi_M, Collab, Comm et Motiv. Nous avons exporté ces données sur Excel afin d'effectuer une analyse sur un tableur.

4.1.1. Relation entre le résultat réel (Rr) et le résultat du modèle (Rm)

On va chercher une relation entre « Rm » le résultat à partir du modèle de la recherche (qui n'est autre que la variable latente E et « Rr » le résultat pédagogique de la formation. Le graphe des points indiquant la valeur du résultat réel de l'apprenant (0 ou 1) en fonction de la variable latente E est représenté par la figure ci-dessous.

Script :

```
# Courbe résultat en fonction de la variable latente E
```

```
> plot(xE,y,xlab="Variable latente : E",ylab="Résultat",main="Comparaison Résultat et Valeur de la variable latente E")
```

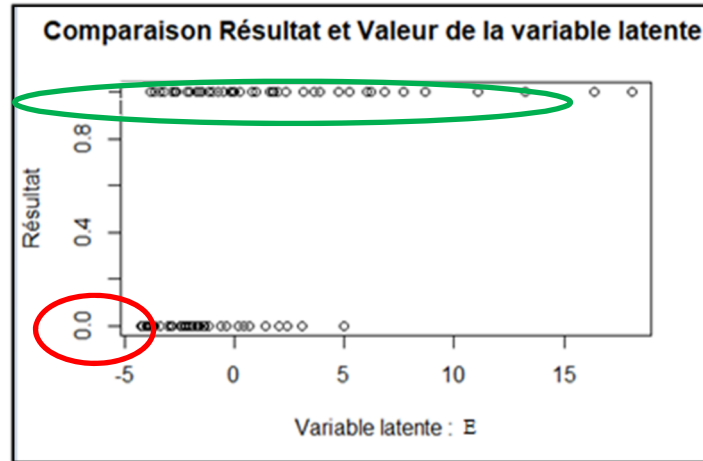


Figure 02. Comparaison du résultat par rapport à la variable latente E

On constate une concentration de points à résultat égal à 0 autour de la zone encadrée en rouge sur la Figure ci-dessus et une autre concentration de points à résultat égal à 1 autour de la zone encadrée en vert. On peut donc dire que les apprenants présentant une faible valeur de E ont un résultat 0 et ceux ayant une grande valeur de E ont un résultat 1. Mais une question se pose : quel est le seuil à partir duquel on peut décider que le résultat est 1 ou 0 ?

On pose une valeur seuil E_{seuil} de la variable latente C pour décider si un apprenant est admis ou non. On peut déduire un maximum de vraisemblance entre les résultats du modèle et les résultats réels pour une valeur seuil allant de $E_{seuil} = -1.1$ à -1.3 .

4.1.2. Valeur seuil selon les distributions du résultat réel et celles du résultat du modèle

Outre la recherche manuelle effectuée dans le paragraphe précédent pour la détermination de la valeur du seuil E_{seuil} , celle-ci peut être aussi trouvée à partir des données statistiques sur R, selon le script suivant :

Script :

```
# Distribution des résultats en fonction de la variable E
```

```
> qqplot(xC,y,col=2,type="o",xlab="Variable latente : E",ylab="Résultat",axes=TRUE,main="QQ-plot E et Résultat",tck=1)
```

Résultat :

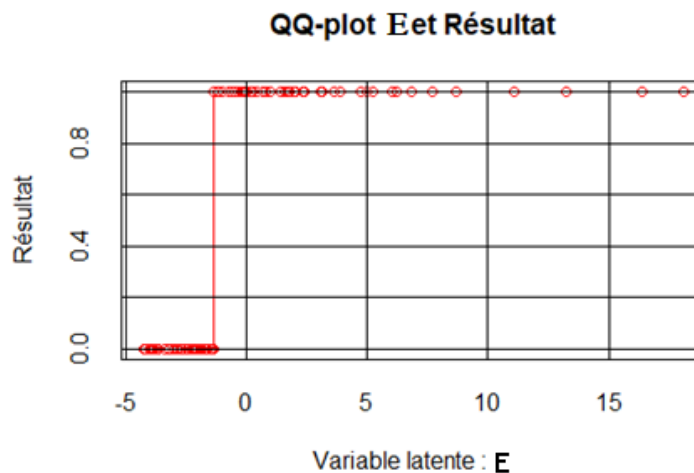


Figure 03. Distribution du résultat pédagogique

Graphiquement la détermination du seuil est démontrée à partir de cette Figure

```
> #Identification de la valeur seuil
```

```
> locator()
```

```
$x
```

```
[1] -1.338206
```

Donc, la valeur du seuil E_{seuil} est égale à **-1.338**. C'était le résultat de la recherche et pourra être appliqué à toute sorte de formation en ligne pour une prévision de résultat pédagogique.

4.2. Prévision de résultat pour l'année universitaire en cours

La formation ouverte et à distance GSA a recruté sa deuxième promotion pour l'année universitaire 2017/2018 et 15 nouveaux apprenants ont intégré le tutorat du module d'initiation GEAL au début de la formation. GEAL s'est déroulé normalement du 19 octobre au 05 novembre 2017, mais les traces ont été relevées jusqu'au 09 novembre 2017 car il y a encore des événements passés. L'analyse de contenu des forums de discussions de cette promotion permet de manipuler les 276 messages postés dans les 4 forums du module GEAL dont 260 messages ont été postés par les apprenants. Ils appartiennent à ces 43 fils de discussions et ont été groupés dans les trois affiliations considérées comme variables à étudier pour pouvoir mesurer la variable latente E « engagement ».

Selon l'analyse des traces numériques d'activités sur GEAL, 2708 événements se sont passés.

L'utilisation du modèle issu de la recherche permet de sortir la valeur de la variable latente E pour la prévision du résultat pédagogique. Le script ci-dessous doit être exécuté pour avoir Rm.

Script et résultat :

```
#3. prévision
```

```
newDonnee <- read.csv("F:/Doctorat_2016/SCA/SCA/Thèses/D3/gsa_2017_2018.csv",sep=";")
```

```
ndonnee <- newDonnee[1:6]
```

```
colnames(ndonnee) <- E("COLLAB", "COMM", "MOTIV", "Consu_F", "Consu_D", "Envoi_M")
```

```
prediction = predict(donnee.fit, newdata=ndonnee)
```

```
write.csv(file = "F:/Doctorat_2016/SCA/SCA/Thèses/D3/S5/sca/newResult2-gsa.csv",x =prediction)
```

La prévision nous donne un résultat de 10 admis parmi les 15 nouveaux apprenants. Le résultat réel est de 14 admis. Donc, il existe un taux d'erreur de 28%. Ce dernier pourra être expliqué par le bon résultat (93,33%) qui est très rare dans une formation de ce type.

5. Discussion et Conclusion

Les faits montrent que l'engagement de l'apprenant dans la collaboration et la motivation sont les causes dominantes de l'acquisition de connaissance dans une formation ouverte et à distance, suivie de la communication. Le dynamisme dans la collaboration implique une interaction forte au sein du groupe, d'où une meilleure efficacité pour l'atteinte d'un objectif commun et l'amélioration du résultat pédagogique qui s'en découle. Le tutorat devrait alors favoriser la collaboration des apprenants pour avoir un bon résultat. Selon Dix et al. [13], le travail collaboratif s'élabore par paires, et mieux vaudrait présenter aux étudiants un forum organisé que leur proposer des pistes pour qu'ils l'organisent eux-mêmes.

L'apprentissage collaboratif est une méthode pédagogique qui permet de renforcer les interactions entre les étudiants en formation à distance et qui vise un apprentissage profond. La participation aux échanges au sein de la plateforme, la richesse et la qualité des interactions entre apprenants sont reconnues comme des facteurs bénéfiques à l'engagement, à la satisfaction et à la réussite des apprenants en formation à distance (Lee, 2002 cité par 0).

Comme la collaboration est la dimension la plus importante pour l'engagement de l'apprenant dans une formation à distance. L'étudiant doit garder sa motivation, son engagement cognitif et sa persévérance dans la formation. La motivation de l'apprenant est un des traits les plus importants lorsqu'on parle d'une formation ouverte et à distance. C'est un des plusieurs critères à étudier par l'administration pour la sélection des étudiants qui veulent s'inscrire dans cette formation. Le fait de donner du temps à un apprenant pour s'exprimer sur lui-même, sur son environnement d'apprentissage, et sa motivation constituent la force motrice qui le pousse à être performant et couronné de succès dans son apprentissage à distance. La motivation constitue le levier essentiel de tout apprentissage. A ce titre, les apprenants doivent conserver leur motivation, voire la renouveler. A tout cela s'ajoute la communication qui est indispensable pour maintenir la dimension relationnelle et sociocognitive. La recherche a exploité un modèle d'apprentissage asynchrone qui relie l'engagement de l'apprenant, son attitude face au forum de discussion et son résultat pédagogique dans une FOAD [16]. L'approche par les relations structurelles linéaires à variables latentes a été adoptée à titre de méthodologie.

Référence bibliographique

- [01] M. Rakotomalala, « Modélisation de l'apprentissage asynchrone dans une formation ouverte et à distance », Thèse de doctorat, Laboratoire Sciences Cognitives et Application, Université Antananarivo – Madagascar, septembre 2018
- [02] D. Peraya, « La formation à distance : un dispositif de formation et de communication médiatisée. Une approche des processus de médiatisation et de médiation ». *TICE et développement*, n°1, 2005.
- [03] F. Mangenot, "Analyse sémio-pragmatique des forums pédagogiques sur Internet". In J.-M. Salaün & C. Vandendorpe (Eds.) *Les défis de la publication sur le Web : hyper lectures, cyber textes et méta-éditions* (pp. 103-123). Villeurbanne : Presses de l'ENSSIB, 2004.
- [04] A. R. Kaye, "Learning together apart". In A.R. Kaye (Ed.). *Collaborative Learning through computer conferencing. The Najaden Papers. NATO ASI Series F. vol. 90. Berlin: Springer-Verlag, pp. 1-24, 1992.*
- [05] M. Walckiers, & T. De Praetere, "L'apprentissage collaboratif en ligne, huit avantages qui en font un must". *Distances et savoirs*, 2(1), pp. 53-75, 2004.
- [06] J.F. Hair, B. Black, Babin B., R.E. Anderson, R.L. Tatham, « Multivariate data analysis », *Pearson Prentice-Hall*, 7ème ed, 928 pages, 2009.
- [07] L. Rourke, T. Anderson, R. Garrison, W. Archer, « Methodological issues in the content Analysis of Computer Conference Transcripts ». In *International Journal of Artificial intelligence in Education*, 2001.
- [08] F. Henri, K. Lundgren-Cayrol, « Apprentissage collaboratif à distance. Pour comprendre et concevoir les environnements d'apprentissage virtuels ». *Sainte-Foy, Québec : Presses Universitaires du Québec*, 2001.
- [09] M. Riel, « Cross-classroom collaboration in global learning circles ». Dans S. Star (éd.) *The cultures of Computing*, Oxford: Blackwell, 1995.
- [10] M. Rakotomalala, T. B. Ravaliminoarimalalason, F. Randimbindrainibe, « Models for Measuring Latent Variables in Asynchronous Learning », *ESRSA, International Journal of Engineering Research & Technology*, Vol. 7 Issue 04, pp 146-150, April-2018.
- [11] B. Poellhuber, N. Roy et I. Bouchoucha, « Relations entre la motivation, l'engagement cognitif et la persévérance dans un MOOC francophone (EDULIB) », *Communication au colloque de l'AIPU, Mons*, 2014.
- [12] G. Molinari, B. Poellhuber, J. Heutte, E. Lavoué, D. S. Widmer et P. A. Caron, « L'engagement et la persistance dans les dispositifs de formation en ligne : regards croisés », *Distances et médiations des savoirs*, 13 | 2016, mars 2016,
- [13] A. Dix, D. Ramduny-Ellis, & J. Wilkinson., « Trigger analysis –understanding broken tasks ». In : D. Diaper & N. Stanton (Eds.), « *The Handbook of Task Analysis for Human-Computer Interaction* ». Mahwah : Erlbaum 2004.
- [14] B. Poellhuber, M. Chomienne, et T. Karsenti, « Quels sont les parcours menant à l'abandon en formation à distance au collégial ? », *Distance et Médiation de Savoir*, 10(3), pp. 1-33, 2008.
- [15] K. De Wulf, G. Odekerken-Schröder, "Assessing the impact of a retailer's relationship efforts on consumer's attitudes and behavior", *Journal of Retailing and Consumer Services*, 10, 2, pp. 95 – 108, 2003.
- [16] M. Rakotomalala, T. B. Ravaliminoarimalalason, F. Randimbindrainibe, « Asynchronous learning model in an ODL », *ESRSA, International Journal of Engineering Research & Technology*, Vol. 7 Issue 08, pp 174-179, August-2018.