



**HAL**  
open science

## **IdO-AMI: une solution à l'éducation en zone défavorisée**

Richard Hotte, Alhoudourou Maïga, Mariem Abid, Aziz Mimoudi

► **To cite this version:**

Richard Hotte, Alhoudourou Maïga, Mariem Abid, Aziz Mimoudi. IdO-AMI: une solution à l'éducation en zone défavorisée. COC2023, Jun 2023, Mahdia, France. hal-04223251

**HAL Id: hal-04223251**

**<https://hal.science/hal-04223251>**

Submitted on 29 Sep 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# IdO-AMI : une solution à l'éducation en zone défavorisée

Richard HOTTE<sup>1</sup>, Alhoudourou MAÏGA<sup>2</sup>, Mariem ABID<sup>1</sup>, Aziz MIMOUDI<sup>1</sup>

[Richard.hotte@teluq.ca](mailto:Richard.hotte@teluq.ca)

(1) Université TÉLUQ, Montréal, (Qc), Canada

(2) Université Alioune Diop de Bambey (UADB, Bambey, Sénégal)

**RÉSUMÉ** - L'internet des objets (IdO) s'est imposé à la majorité des secteurs d'activités de la société moderne dont celui de l'éducation. C'est ainsi qu'apparut le concept d'intelligence (*Smart*) pour qualifier ces nouvelles formes d'éducation (*smart education*) appliquées à l'école (*smart school*), à l'apprentissage (*smart learning*), à la pédagogie (*smart pedagogy*) et à des environnements d'apprentissage (*smart learning environment*). Des exemples d'écoles intelligentes (*smart school*) sont apparus dans des sociétés bien nanties : Finlande, Australie, Chine, États-Unis, mais qu'en est-il vraiment des possibilités offertes par l'IdO comme solution d'accessibilité à l'éducation dans des zones et des populations moins bien nanties ?

Cet article présente et discute le contexte et les limites de l'usage des technologies de l'IdO dans le cadre du projet AMI (Apprentissage médié par l'intelligence), issu de la chaire UNESCO (2019-2023) en système intelligent d'apprentissage repensé pour tous (UNESCO *Chair for Global Smart Disruptive Learning* (GSDL), une solution innovante, tournée vers les technologies intelligentes, adaptatives et mobiles pour pallier l'absence d'école tout en répondant aux besoins des enfants et des communautés de la zone sahélo saharienne en matière d'éducation et de formation.

**Mots clés** : Internet des objets (IdO); apprentissage mobile; école intelligente; accès à l'éducation; populations défavorisées.

## I. INTRODUCTION

L'internet des objets (IdO) est une technologie qui recueille des informations sous forme de données et les transmet à des dispositifs connectés par l'internet. De cette manière, l'IdO interagit avec son environnement en étroite relation avec d'autres appareils connectés. Au cours des dernières années, l'IdO s'est imposée à une large gamme de secteurs de l'activité humaine tels que l'industrie, la vie urbaine, la santé, le commerce, le marketing, l'éducation et les transports, en les qualifiant d'intelligent (*smart*). C'est ainsi qu'est apparu le concept d'éducation intelligente (*smart education*) décliné sous diverses appellations : école intelligente (*smart school*), apprentissage intelligent (*smart learning*), pédagogie intelligente (*smart pedagogy*) et environnement d'apprentissage intelligent (*smart learning environment*).

### A. Éducation intelligente

En se référant à [1], l'école intelligente est définie comme environnement d'apprentissage physique ou virtuel axé sur la technologie et équipée d'appareils, d'outils et d'applications modernes pour un apprentissage interactif qui favorise l'engagement, la collaboration, l'enseignement et la gestion. Ces auteurs précisent

que le terme « intelligent » renvoie à l'intelligence, à la sagesse, à l'efficacité et à l'efficacé. Ainsi, l'éducation intelligente fait référence à un moyen d'apprentissage qui permet aux apprenants de penser intelligemment, d'agir efficacement et de résoudre les problèmes de manière efficace. Par conséquent, une école intelligente vise à fournir un environnement d'apprentissage intelligent, basé sur des services d'apprentissage centrés sur l'étudiant, personnalisés et adaptatifs, avec des outils interactifs et collaboratifs caractérisés par un libre accès [1].

Comment l'IdO peut-il contribuer à réduire l'impact des problèmes d'accessibilité à l'éducation ? L'idée que l'école pourrait être accessible aux enfants qui en sont privés en venant à eux fait appel à des notions de mobilité, d'adaptativité ou d'autoadaptation et d'intelligence : système intelligent et, également, apprentissage intelligent.

### b. Le projet AMI

Des données récentes de l'UNESCO montrent que 244 millions d'enfants et de jeunes âgés de 6 à 18 ans dans le monde ne sont toujours pas scolarisés et que l'Afrique subsaharienne reste la région qui compte le plus d'enfants et de jeunes non scolarisés, avec un total de 98 millions d'enfants

(UNESCO, 2022) [2]. Ces données de l'UNESCO ont orienté le choix de la communauté de Kalani dans la région de Gao, au nord du Mali, pour mener notre recherche auprès d'enfants, garçons et filles, non scolarisés ou déscolarisés, de 6 à 11 ans.

Le projet AMI (apprentissage médié par l'intelligence) vise à mettre en œuvre un système d'apprentissage intelligent, adaptatif et mobile sous forme d'applications éducatives accessibles à partir de téléphones intelligents fonctionnant en mode connecté ou déconnecté et destiné à répondre aux besoins d'apprentissage d'enfants privés de leur accès à l'éducation. Il fait appel à des pédagogies mobiles innovantes, en rupture avec la salle de classe traditionnelle et le professeur localisés.

Dans ce qui suit, la partie 2 de notre article porte sur la communauté de Kalani, en tant que terrain d'enquête. La partie 3 porte sur l'état de la technologie de communication à Kalani. La partie 4 présente la solution éducative IdO-AMI. La partie 5 sert de conclusion.

## II. KALANI ET LES ENQUÊTES TERRAIN

### A. Kalanie et l'accès à l'éducation

Kalani est une communauté semi-nomade de l'Afrique subsaharienne où les taux d'exclusion de l'éducation des enfants d'âge scolaire sont dus à l'absence d'écoles, aux modes de vie, ici semi-nomades et semi-sédentaires, à l'insécurité qui a fait fermer les écoles et fuir les enseignants, à la culture des communautés mal ou pas adaptée au modèle classique de l'école traditionnelle [3]. Selon les estimations actuelles du conseiller de Kalani, plus de 1 700 personnes au sein de 205 familles y sont recensées. Les principales activités des populations sont entre autres l'agriculture, l'élevage, le commerce et la pêche. La communauté songhaï est la plus représentée et la langue songhaï ou sonhraï est la plus parlée [4].

### B. Attentes et besoins de Kalani

Trois enquêtes guidées par les méthodes classiques de recherche en sciences humaines [5] [6] et adaptées aux réalités sahélo-sahariennes ont été réalisées à Kalani à trois périodes différentes.

1) *À l'hiver 2021* : Une étude monographique de l'enfant de Gao [4], basée sur la méthode des *personas* a été réalisée sous forme de télé-réunions familiales auprès d'enfants et de leurs parents ou tuteurs issus de cinq familles identifiées comme des familles élargies ou ayant beaucoup d'enfants déscolarisés/non scolarisés.. Le but visé par cette étude était d'instancier les données de l'Institut de statistique de l'UNESCO (ISU, 2019) concernant

l'exclusion scolaire des enfants pour modéliser le profil de l'enfant de Gao, plus spécifiquement, décrire les caractéristiques particulières de cet enfant/apprenant, son milieu de vie, son profil psycho-social, ses besoins, ses centres d'intérêt.

2) *Au printemps 2021* : Des entretiens personnalisés, des rencontres communautaires, des groupes de discussion et des séances de validation se sont tenus périodiquement à la suite du traitement des données collectées lors de l'étude monographique. Les données recueillies servent de base à la conception de scénarios pédagogiques, basés sur des activités inspirées de pratiques locales et intégrant des contenus de cours permettant d'ouvrir des savoirs multiples à la communauté, de donner un espace d'expression des valeurs culturelles locales par les activités pédagogiques adaptées et par l'usage des langues parlées à Kalani.

3) *Au printemps 2022* : Une enquête de terrain qui consistait essentiellement et fondamentalement à une collecte des données auprès de l'ensemble des enfants de Kalani de 6 à 11 ans présents sur place a été menée. Cette collecte de données s'est effectuée auprès 100 enfants de cette tranche d'âge. Visant à constituer **des profils apprenant**, cette collecte s'est déroulée au moyen d'un questionnaire composé de plusieurs attributs sur l'identité de chaque enfant, et cela avec l'accord des parents ou tuteurs ayant signé, au préalable, un formulaire de consentement. On peut diviser ces attributs en deux principales catégories, ceux formant le profil général : Nom, prénom, sexe, âge, langue d'usage, rang dans la famille, communauté, type de famille, culture de vie, nature des sources de revenus, milieu scolaire, niveau scolaire, niveau d'alphabétisation, milieu de vie, religion, disposition psychologique et ceux qui sont en lien avec le profil éducatif: les objectifs d'apprentissage (*learning goals*), les préférences et les intérêts, le niveau de connaissance (*background knowledge level*). Ce questionnaire a également recensé des informations sur les parents ou tuteurs (identité et activités pratiquées...), ou **apprenant famille**

Dans son ensemble, ce travail terrain visait, à la fois, l'adhésion de la communauté cible au projet et une prise en compte de ses attentes et besoins réels en matière d'éducation pour ses enfants. La démarche itérative empruntée consistait à vérifier et à contre vérifier la valeur des données avec les réalités locales et à valider les résultats découlant des analyses de ces données qui vont guider la conception du modèle de connaissances à intégrer à

AMI, un système d'apprentissage intelligent, adaptatif, mobile. Un complément d'enquêtes sera réalisé au printemps 2023, pour valider les compétences seuils et les champs d'intérêt des enfants et, ainsi, raffiner les données collectées antérieurement décrites sur le formulaire.

### III. LA CONNECTIVITÉ À KALANI

#### A. Accès aux services de communication

Dans le cas de Kalani, l'électricité est accessible dans certaines zones la plupart du temps (14 heures par jour), mais la connexion Internet est quasi inexistante. Les installations des opérateurs de télécommunication sont soit défectueuses (problème de maintenance, absence de personnel qualifié...) soit détruites ou volées par des bandits armés. Kalani est, en partie, bien connectée au réseau électrique pour permettre à la population d'y accéder. Certaines familles, n'y arrivent toujours pas pour des raisons économiques (revenu faible) ou la position géographique (celles situées sur une île). D'autres alimentent leurs appareils, téléphones mobiles notamment.

Selon un rapport de [7], seulement 41% de ménages ont accès à l'électricité au Mali entre 2019 et 2021 avec une évolution moyenne de l'accès au réseau électrique sur la décennie 2011-2021 de seulement 9%. Pour pallier le déficit d'accès à l'électricité le Mali a opté pour l'installation de mini-réseaux dans les zones de forte densité humaine. Cependant, les zones désertiques comme le nord du Mali sont marginalisées, même si la majorité de ces mini-réseaux sont souvent en mauvais état de fonctionnement. De façon générale, la source alternative d'électricité la plus populaire en Afrique est celle des panneaux solaires (62%), suivie par les groupes électrogènes (16%) et les batteries ou blocs d'alimentation (9%), selon le même rapport [7].

Des chercheurs [8] se sont penchés sur les solutions opportunes à l'accès aux réseaux en zones rurales. Il y ressort que toutes les solutions doivent être durables ou abordables, adéquates, robustes, nécessitant peu d'entretien et tolérantes à l'intermittence. Concernant la connectivité, les auteurs invitent à tenir compte de l'analphabétisme numérique des populations rurales auxquelles on propose des solutions importées sans adaptation adéquate aux contextes socioculturels locaux [6]. Il n'est toutefois pas question d'exclure les avancées technologiques, mais bien au contraire de les adapter aux réalités locales.

#### B. La connexion à Internet

L'accès à Internet est l'un des obstacles majeurs au développement des communautés dont Kalani parce que sa présence est dérisoire. Pour se connecter à Internet de façon normale, il faut patienter tard la nuit où les usagers ne sont pas nombreux (entre 1h et 3h du matin) pour espérer pouvoir télécharger des données mobiles (notes vocales, services de messagerie instantanée du type Whatsapp, vidéos, images...). Ce n'est pas non plus garanti que cela puisse se faire même tard la nuit.

Internet est donc un luxe pour ces communautés vivant à Kalani et dans ses îles. Pour y accéder facilement, il faut aller dans la capitale régionale, Gao, située à 95 km de Kalani de la commune de Bourem pour payer une durée limitée de connexion chez un prestataire de service de terminaux à très petite ouverture appelés VSAT (*Very Small Aperture Terminal*) capables d'émettre et de recevoir des transmissions par satellite. Le débit et la durée varient selon le montant payé : un code d'une heure de connexion est payable entre 1 000 et 2000 F CFA soit entre 1,50 et 3,00 USD, par exemple. Souvent le bon réseau de connexion, vu que le fournisseur en crée 3 ou 4, est proposé selon la couleur de l'argent ou les affinités.

### IV. LA SOLUTION ÉDUCATIVE IdO-AMI

#### A. LE SYSTÈME AMI

Le système éducatif AMI se nourrit des données issues des enquêtes de terrain. Il est structuré en un ensemble d'**unités d'apprentissage** servant de base à un programme de scolarisation, adapté aux besoins et valeurs locales. Ces unités d'apprentissage sont regroupées en parcours pédagogiques thématiques (parcours d'apprentissage (*learning path*)), inspirés des pratiques locales tout en satisfaisant les objectifs éducatifs de la communautés cible : santé alimentaire, protection de l'environnement, compréhension des mathématiques en langues locales, l'apprentissage de métiers, apprentissage de langues étrangères comme le français, l'anglais ou l'arabe, histoires du terroir, etc.

Comme l'indique la figure 1 ci-dessous et pour rendre plus intelligible la solution éducative AMI, nous l'avons représentée sous forme d'un modèle fonctionnel, basé sur quatre types d'intelligence ou composants intelligents couvrant l'ensemble du processus d'apprentissage de l'apprenant utilisateur : **sélection** d'un parcours d'apprentissage type à partir d'un profil d'apprentissage; **modification** de ce parcours en fonction de l'évolution du profil d'apprentissage; **assistance** à l'apprenant utilisateur à l'aide d'un

système d'agents conseils intelligents et **enrichissement** progressif de la banque des parcours en fonction de l'évolution des parcours types modifiés. Toutes les données des activités de l'apprenant liées à son parcours d'apprentissage et à des interactions avec les tuteurs ou avec les apprenants familles seront journalisées et accessibles pour l'adaptation du profil de l'apprenant et de son parcours en cours de suivi et futur.

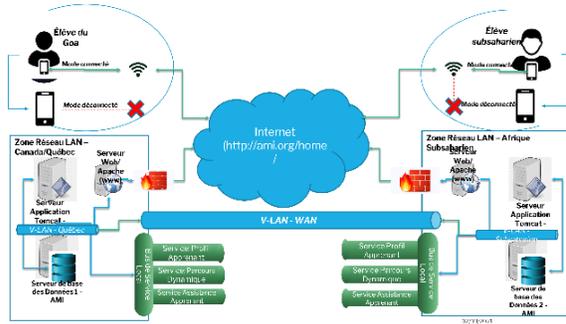


Fig. 1 Architecture solution TI du système AMI.

Tout au long de la conception et du développement de la solution éducative AMI, nous sommes contraints par le profil d'apprentissage de l'utilisateur : l'enfant de Kalani. Ce profil est défini à partir d'un ensemble de données relatives aux compétences acquises et aux intérêts de l'enfant de Kalani. Ces données ont été collectées ou déduites à l'issue des enquêtes terrain et compilées dans une base anonymisée. Ces données guident la conception du modèle de connaissances à intégrer à AMI. Elles alimentent le système de recommandations concernant la sélection ou la modification d'un parcours types. Ces recommandations sont basées sur les techniques d'intelligence artificielle et d'apprentissage automatique qui se veulent adaptatives. Il s'agit d'offrir le parcours le plus adapté et le plus approprié au profil d'un apprenant donné.

Le système est basé principalement sur l'appariement entre les profils apprenants (*learner model*) et les objets d'apprentissage (*learning object model*).

### B. L'ARCHITECTURE IdO-AMI

Un environnement d'apprentissage est formé d'objets de diverses natures. : outils, produits et services auxquels l'apprenant utilisateur doit avoir accès en tout temps et n'importe où. L'architecture IdO-AMI rend possible le déploiement d'une solution éducative adaptée aux besoins et aux valeurs d'une communautés défavorisées en y intégrant des possibilités qu'offrent l'ingénierie des données supportée par l'intelligence artificielle

pour adapter le processus d'apprentissage proposé aux divers profils d'apprenants : préférences, compétences, intérêts livrés par les enquêtes-terrain préalablement réalisées.

Plusieurs types de profils d'apprenants sont ainsi créés et enregistrés dans le système. Ils sont constitués des caractéristiques d'apprenants cibles : garçons et filles, issus de familles riches ou pauvres, de minorités ethniques ou linguistiques, de populations rurales sédentaires ou nomades, handicapés ou avec des difficultés d'apprentissage. L'intelligence d'AMI habilitera le système à sélectionner un parcours apprenant spécifique à partir de son profil, à l'adapter en fonction de l'évolution de l'apprenant, à l'assister durant l'apprentissage et, le parcours achevé, à enrichir le profil et à proposer d'autres contenus d'apprentissage adaptés.

Le développement de la solution AMI est en migration infonuagique; ce qui va permettre à l'équipe de conception et développement d'avoir accès à la réalisation progressive du système et de tester les deux premiers composants intelligents développés, soit la sélection d'un parcours et la modification d'un parcours ainsi que d'explorer les possibilités de connexion Internet à la plateforme AMI.

L'IdO-AMI constitue donc une solution techno-éducative, alternative à l'école traditionnelle dans une zone défavorisée et auprès d'une population désavantagée. La figure 2 présente l'architecture IdO-AMI.

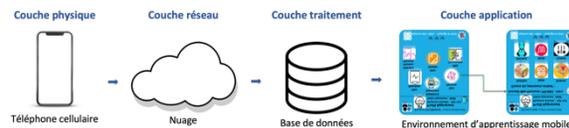


Fig. 2 Architecture d'IdO-AMI

Cette architecture se compose des 4 couches suivantes : physique, réseau, traitement et application.

1) *La couche physique* : Cette couche est constituée d'un téléphone mobile qui est l'outil le plus utilisé quotidiennement par la très grande majorité de la population du Mali, car même les personnes sans aucune source de revenus fiables disposent d'un portable;

2) *La couche réseau* : Cette couche inclut les services infonuagiques d'une part, et Internet d'autre part. Cette phase connaît de nombreux défis tels que la difficulté à utiliser un dispositif mobile, l'accès rare et discontinu à l'électricité et à un réseau Internet fiable ainsi que les difficultés à

cueillir des informations du terrain pour adapter le système apprenant. L'application d'une technologie réactive, le recours à l'énergie solaire, une gestion d'une version déconnectée du système avec un mécanisme de synchronisation sont des solutions susceptibles d'atténuer ces risques;

3) *La couche traitement* : C'est dans la couche que l'on retrouve base de données où sont stockées les données collectées, analysées et traitées issues des enquêtes de terrain. Elles ont été anonymisées et sont, accessibles en tout temps et à partir de tout appareil;

4) *La couche d'application* : La couche application héberge l'environnement d'apprentissage mobile AMI, c'est-à-dire l'école chez soi, dans sa famille, dans la rue, dans la brousse et sur le fleuve; accessible à tous, n'importe quand, n'importe où, et sécuritaire, à l'abri des conflits.

## V. CONCLUSION

Nous avons présenté une architecture d'IdO dans le cadre de la réalisation d'une solution éducative intelligente à l'accès à l'éducation pour les enfants Kalani qui en sont privés pour diverses raisons dont l'accessibilité physique de l'école, le manque d'arrimage entre l'école et les valeurs traditionnelles des populations touchées et la militarisation de certaines régions comme le nord du Mali. Le but du projet AMI (Apprentissage médié par l'intelligence) est de mettre en œuvre un système d'apprentissage mobile sous forme d'applications éducatives accessibles à partir de micros terminaux (téléphones intelligents, tablettes et autres appareils) fonctionnant en mode connecté ou déconnecté et destiné à répondre aux besoins d'apprentissage d'enfants exclus des systèmes éducatifs formels et non formels existants.

Les données ont été collectées, analysées et traitées conformément aux engagements stipulés dans le certificat d'éthique no 2021-347 qui a conclu à la conformité de la recherche aux normes d'éthique selon la politique d'éthique de la recherche avec les êtres humains en vigueur. La proposition trouve sa pertinence dans l'accès à la scolarisation de tous les enfants, sans discrimination d'aucune sorte : sexe, handicapé, religion, langue, croyance, etc. et dans la consultation large et ouverte de la population de Kalani.

## REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier la Commission canadienne pour l'UNESCO, le Fonds de recherche du Québec, le MRIF - Québec ainsi que le fonds

d'aide à la recherche de l'Université TÉLUQ pour leur soutien et leur financement au projet AMI. Enfin, nous tenons à remercier également l'ensemble de l'équipe du projet dont, particulièrement, les étudiants qui contribuent à l'avancement de la recherche par leur investissement dans les stages et les thèses.

## Références

- [1] K. Zeeshan, T. Hämäläinen, P. Neittaanmäki. "Internet of Things for Sustainable Smart Education: An Overview," *Sustainability*, 14, April 2022, 4293. <https://doi.org/10.3390/su14074293>.
- [2] Zhu, Z.T.; Yu, M.H.; Riezebos, P. A research framework of smart education. *Smart Learn. Environ.* 2016, 3, 4.
- [2] UNESCO, "244 millions d'enfants privés de rentrée scolaire", Communiqué de presse, Septembre 2022. <https://www.unesco.org/fr/articles/244-millions-denfants-privés-de-rentree-scolaire-unesco#:~:text=Alors%20que%20la%20nouvelle%20ann%C3%A9e,ne%20ont%20toujours%20pas%20scolaris%C3%A9s;>
- [3] R. Hotte, "Rapport du projet Beyrey. MRIF-Québec". *Programme de coopération bilatérale Québec-Sénégal*, Institut de recherche en intelligence appliquée (IRIAA) : Université TÉLUQ, 14p, Décembre 2022.
- [4] A. Maïga et R. Hotte, (2021). "Monographie de l'enfant de Gao : l'école en Afrique subsaharienne" *Graphies Francophones* (001), pp. 284-29, Décembre 2021.
- [5] S. Moscovici et F. Buschini (sous la dir. de), *Les méthodes en sciences humaines*. Paris, Presses universitaires de France. Collection « Fondamental », 2003, 476p.
- [6] M. Niang, S. Dupéré, C. Fletcher, "Une Africaine en « terrain africain ». Défis épistémologiques, éthiques et méthodologiques lors d'une recherche qualitative effectuée au Burkina Faso", *Recherches qualitatives*, 36(1), 2017.
- [7] L. Hee Eun, K. Woo Young, K. Hyo, H. Kangwook *Dépêche d'Afrobarometer* No. 514, Avril, 2022. [https://www.afrobarometer.org/wp-content/uploads/2022/04/ad514-pap10-le\\_reseau\\_electrique\\_netant\\_pas\\_fiable-beaucoup\\_dafricains\\_recourent\\_a\\_dautres\\_sources\\_afrobarometer-10avril22.pdf](https://www.afrobarometer.org/wp-content/uploads/2022/04/ad514-pap10-le_reseau_electrique_netant_pas_fiable-beaucoup_dafricains_recourent_a_dautres_sources_afrobarometer-10avril22.pdf)
- [8] A. Gueye, C. Mahmoudi, O.I. Elmimouni, M. L. Gueye, S. O. Ndiaye, "An Opportunistic Connectivity Network for Rural Areas in Senegal", *Innovation and Interdisciplinary Solutions for Underserved Areas*, 2018, Vol. 204, ISBN: 978-3-319-72964-0.