

*Sous la Direction de*  
**BIAKA Zasseli Ignace & MÉITÉ Méké**

## **ACTES DU COLLOQUE**

**«L'AFRIQUE À L'ÈRE DE L'INTELLIGENCE  
ARTIFICIELLE (IA) : ENJEUX ET DÉFIS  
POUR UN DEVELOPPEMENT DURABLE ET INCLUSIF»**



*Abidjan, Septembre 2025*



*Sous la direction de*

**BIAKA Zasseli Ignace & MÉITÉ Méké**

**Actes du colloque**

**« L'AFRIQUE À L'ÈRE DE L'INTELLIGENCE  
ARTIFICIELLE (IA) : ENJEUX ET DÉFIS POUR UN  
DEVELOPPEMENT DURABLE ET INCLUSIF »**

Colloque organisé par  
le Fonds pour la Science, le Technologie et l'Innovation (FONSTI) et  
le Programme d'Appui Stratégique à la Recherche Scientifique (PASRES)  
**les 06, 07, 08 et 09 mai 2025 à San Pedro, Côte d'Ivoire**



## ADMINISTRATION DES ACTES DU COLLOQUE FONSTI 2025

### **Responsable**

Kouakou Appoh Enoc KRA

### **Membres**

Fatogoma Etienne SILUE

Karna SORO

Koffi Joël KOUAKOU

Naga COULIBAY

Nahon FOFANA

Ousmane SIDIBE

Soualiho ALADJI

### **Mise en forme**

Rolland COULIBALY

Kouakou Appoh Enoc KRA

Actes n° 03-2025

Colloque International du FONSTI (Abidjan-Cocody)

BP 782 ABIDJAN 27

Tel : (225) 27 21 78 09 95 / 05 04 64 17 74 / 07 48 08 09 51 / 07 78 26 68 08

[info@fonsti.org](mailto:info@fonsti.org) / [www.fonsti.org](http://www.fonsti.org)

## COMITÉ SCIENTIFIQUE ET DE LECTURE

### Président :

**Pr MEITE Méké,**  
*Université Polytechnique, San Pedro, Côte d'Ivoire*

### MEMBRES DU CONSEIL SCIENTIFIQUE

Pr BAMBA Assouman, Université Alassane Ouattara de Bouake, Côte d'Ivoire

Pr DAYORO Zoguehi Arnaud Kévin, Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire

Pr KONIN Séverin, Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire

Pr KOUASSI Kouakou Siméon, Université Polytechnique, San Pedro, Côte d'Ivoire

Pr KRA Kouakou Appoh Enoc, Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire

Pr Marcel TANNER, Président des Académies Suisses

Pr NANDIOLO-KONE Rose, Université Alassane Ouattara de Bouake, Côte d'Ivoire

Pr OUATTARA Karamoko, Université Polytechnique, San Pedro, Côte d'Ivoire

Pr SOUROU Méatchi, ESTHUA, Université d'Angers, France

Pr YAO Philomène, Université Polytechnique, San Pedro, Côte d'Ivoire

Pr YAPI Yapi Dominique, Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire

Pr ZOUEU Jérémie, Université Polytechnique, San Pedro, Côte d'Ivoire

Dr (MC) COULIBALY Djakalidja, Université Polytechnique, San Pedro, Côte d'Ivoire

Dr (MC) COULIBALY Namory, Université Polytechnique, San Pedro, Côte d'Ivoire

Dr (MC) COULIBALY Nanga, Université Polytechnique, San Pedro, Côte d'Ivoire

Dr (MC) OUATTARA Founsougué, Université Polytechnique, San Pedro, Côte d'Ivoire

## LES COMMISSIONS

COMMISSION	NOM ET PRENOMS
<b>Président du comité scientifique</b>	Méké MEITE
<b>Présidente du comité d'organisation</b>	Lhaur-Yaigaiba Annette OUATTARA
	<b>SECRETARIAT</b>
<b>Responsable</b>	Zoguehi Arnaud Kevin DAYORO
<b>Membres du secrétariat</b>	Koffi Ludovic EHOUMA
	Affoussiata KARABOUE
	Kouamé Hendersonn N'GUESSAN
	Pega TUO
	Lucas Delmas YAPO
	Yao Thierry ANI
	Christiane KADIO
	Lacina SORO
<b>Responsable rapportage</b>	Yapi Andre Dominique YAPI
<b>Rapportage / Secrétariat</b>	Guikahue Daniel BISSOU
<b>Membres du rapportage</b>	Bi Vagbe Getheme IRIE
	Amidou OUATTARA
	Jean Théophile EKRA
	Atche Michel AKA
	Kouadio Pascal KOFFI
	Gnienererrien Nougimani SILUE
	Kouakou Noumh Dickens ATCHEREMI
	Abdoulaye KONE
	Anzoumanan KAMAGATE
	Lou Brou Cécile KOUAME
	Kounamiga SILUE
	Bi Youzan Aimé GBAMBLE

	Victorine HIEN
	Sekou DIOMANDE
	Sata YE
	ADECHINA
	Nahon Mamadou FOFANA
	Vandjiguiba DIABY
	N'zebo Moïse KOUAMENAN
	Jean-Jacques AHOUE
	Ouemela Venance BAN
	EGORAN Blandine Akissi Épse Kouassi
	Oulaï Solange DOUMUN
	Salomon Patrick Emmanuely TANOH
	Beugre Ange Emmanuel DAGO
	Sopie Reine D'avila Christelle KOUAO
	Kossou Yves Bertrand BEUGRE
	Gnakan Maguil MOUTO
	Ousmane COULIBALY
	Boni Michel BITCHI
<b>Responsable de l'édition des actes</b>	Kouakou Appoh Enoc KRA
<b>Membres de l'édition des actes</b>	Naga COULIBAY
	Koffi Joël KOUAKOU
	Ousmane SIDIBE
	Soualiho ALADJI
	Karna SORO
	Fatogoma Etienne SILUE
	Nahon FOFANA
<b>Accueil / Restauration / Hébergement</b>	Senaho Alice DANHI
	Lebe Prisca KOUAKOU
	Manou Honorine MORO
	Bintou SIDIKI

	<b>COMMUNICATION</b>
<b>Responsable charge de communication</b>	Patrick ASSAMOA
<b>Charge de communication</b>	Mamadou YEO
	Nohan SIDIBE
	Martin Luthere King N'GBO
<b>Maître de Cérémonie / Communication</b>	Yao Martin KOYE
	<b>INFORMATIQUE</b>
<b>Responsable informatique</b>	Roger KPON
<b>Membres de la commission informatique</b>	Oulai Alain DAN
	Mohamed FOFANA
	Mory OUATTARA
	Cheick SYLLA
	Godefroy KASSIN
	Gnagnile DAOU
	Jean Francois OUANTO
	Jean Jacques ANZIAN
	Adjaratou FOFANA
	Ble Jean Mathieu TEHE
	Kpon Nestor GBA
	Cheick SYLLA
	<b>TRANSPORT ET LOGISTIQUE</b>
<b>Responsable logistique / Transport</b>	Metangbo DIOMANDE
<b>Logistique / Transport</b>	Kouadio Olivier KOUADIO
	Yao Eugène N'DRI
	Ludovic Mouso YAPO
	Lancine SIDIBE
	Aboubacar Adama OUATTARA
	Bian David Claver KATO

	<b>PROTOCOLE</b>
<b>Responsable protocole</b>	Severin KONIN
<b>Protocole</b>	Kouamé YAO
	Souleymane DIOMANDE
	Désiré ASSEU
	Emmanuel GOZOUA
	Ake Brice Patrick AKE
	<b>TOURISME</b>
<b>Tourisme et membre de secrétariat</b>	Narcisse ABOYA
<b>Tourisme</b>	Kouassi Aimé YAO
	N'guessan Olivier KONAN
	Ibrahima SAGNON
	Kouamé Ferdinand N'ZI

## PRÉSENTATION

À l'initiative du Fonds pour la Science, la Technologie et l'Innovation (FONSTI), du Programme d'Appui Stratégique à la Recherche Scientifique (PASRES) et de l'Université Polytechnique de San Pedro (USP), un colloque international sur le thème « *l'Afrique à l'ère de l'Intelligence Artificielle (IA) : enjeux et défis pour un développement durable et inclusif* » s'est tenu du 06 au 09 mai 2025 à San-Pedro, dans le sud-ouest de la Côte d'Ivoire.

Bien que remontant, selon certains écrits, à l'Antiquité grecque et à la réflexion philosophique sur la nature de l'intelligence et la possibilité de mécaniser la pensée humaine, c'est véritablement à partir des années 1940, à travers les travaux de scientifiques tels que Alan Turing en 1950, Marvin Lee Minsky en 1969, John Mc Carthy en 1978 ou encore les conférences de la Fondation Macy entre 1946 et 1956 que l'Intelligence Artificielle (IA) prend son envol. Ses progrès très rapides en font aujourd'hui un outil puissant capable d'influencer un ordre international auquel n'échappe pas l'Afrique. Ce qui fait dire au Français Nicolas Mialhe, fondateur de *The Future Society*, que « *l'Afrique est en passe de devenir un terrain d'affrontement pour les empires digitaux* ».

C'est à juste titre que cette troisième édition des colloques du FONSTI-PASRES, en collaboration avec l'Université Polytechnique de San Pedro, prend tout son sens, pour une Afrique qui veut prendre part au débat sur « *les enjeux et les défis de l'Intelligence Artificielle* ». D'où l'objectif de cette rencontre scientifique : favoriser une réflexion approfondie sur la manière dont l'Afrique peut tirer parti de l'Intelligence Artificielle pour un développement durable et inclusif, tout en étant consciente des défis à surmonter pour garantir que ces avancées technologiques bénéficient à l'ensemble de sa population.

L'engouement suscité par cette thématique explique la mobilisation de la communauté scientifique africaine et internationale, avec des participants appartenant à une soixantaine d'institutions universitaires, fondations et centre de recherches répartis dans dix-huit pays : l'Allemagne, le Bénin, le Burkina Faso, le Cameroun, la Chine, le Congo Brazzaville, les États-Unis d'Amérique, la France, la Guinée, Madagascar, le Mali, le Maroc, le Niger, la République Démocratique du Congo, le Sénégal, la Suisse, le Togo et le pays hôte, la Côte d'Ivoire.

### I. LA CÉRÉMONIE D'OUVERTURE

Elle s'est déroulée dans la matinée du mardi 06 mai 2025 dans l'auditorium de l'Université Polytechnique de San Pedro. Trois (3) allocutions ont ponctué cette phase protocolaire du colloque.

Ouvrant la série des discours, le Président de l'Université Polytechnique de San Pedro, Professeur MÉÏTÉ Méké, s'est dit heureux de recevoir ce parterre de personnalités et des participants venus d'horizons divers à qui il a souhaité la

bienvenue en langue locale Krou. Dans son double rôle de tuteur de l'événement et de Président du Comité scientifique, il a situé l'auditoire sur l'objectif général du colloque et les sept (07) axes de réflexion retenus.

Intervenant à la suite du Président de l'Université Polytechnique de San Pedro, le Secrétaire général du FONSTI, Dr SANGARE Yaya, a exprimé toute sa gratitude aux participants, aux institutions partenaires telles que la DFG et l'Union Africaine et, plus particulièrement, au Président de l'Université Polytechnique de San Pedro, Professeur MÉÏTÉ Méké, pour leur engagement dans la réussite de cette rencontre scientifique. Faisant un retour en arrière, il a situé le cadre de ce troisième colloque international du FONSTI, levier stratégique d'animation scientifique et catalyseur de recherche, qui s'inscrit dans la lignée des deux précédentes éditions organisées à Yamoussoukro en 2022 et à Korhogo en 2023. Conscient des enjeux liés à la production de connaissances rigoureuses et à la valorisation de la recherche, il a appelé à un renforcement de la diplomatie scientifique en Afrique.

Clôturent la série des allocutions, Professeur KOBÉA Arsène, Directeur de cabinet, représentant le Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique, Professeur Adama DIAWARA, s'est dit honoré par cette marque de considération pour avoir été sollicité pour le parrainage de ce colloque international. L'intelligence Artificielle qu'il présente comme la quatrième révolution industrielle est, pour lui, l'occasion d'un véritable sursaut de conscience, d'une mobilisation collective autour d'un avenir africain technologique, mais aussi humain, juste et résilient. À la fin de son propos, il a déclaré ouvert le colloque international sur le thème « *L'Afrique à l'ère de l'Intelligence Artificielle (IA) : enjeux et défis pour un développement durable et inclusif* », auquel il a souhaité plein succès.

## II. LES CONFÉRENCES

Deux conférences ont été dites en plénière le mardi 06 mai 2025 dans l'Auditorium de l'Université Polytechnique de San Pedro. Il s'agit, d'une part, de la conférence inaugurale et, de l'autre, d'une conférence sur la stratégie nationale de l'Intelligence Artificielle.

### 1. La conférence inaugurale

Organisée dans la matinée du mardi 06 mai 2025, elle a été présentée par Dr MAHAMAN Bachir Saley de la Division Sciences Technologie et Space-Commission de l'Union Africaine qui a choisi comme sujet de réflexion : « *L'Afrique à l'Ère de l'Intelligence Artificielle : Usages, Défis de Souveraineté, Opportunités de Développement et Enjeux d'Inclusion* ».

Sa conférence s'est articulée autour de deux axes principaux, assortis de recommandations visant à renforcer l'intégration stratégique de l'Intelligence Artificielle (IA) sur le continent africain.

Dans un premier temps, il a mis en lumière les opportunités qu'offre l'Intelligence Artificielle pour le développement économique, social et culturel de l'Afrique. Selon lui, cette technologie représente un levier puissant de transformation, susceptible d'accélérer la croissance et l'innovation. Toutefois, il a souligné que la présence de l'IA en Afrique reste encore marginale, en particulier comparée à des régions comme les États-Unis ou l'Union européenne. C'est dans cette optique que l'Union Africaine, par l'entremise du Conseil des ministres, a élaboré une stratégie politique inclusive visant à encadrer et à promouvoir l'adoption de l'IA à l'échelle continentale.

Le second volet de son intervention a porté sur les limites et les défis associés à l'utilisation de l'IA. Parmi les difficultés relevées, le Dr MAHAMAN Bachir Saley a mentionné l'indisponibilité des données personnelles, la faible pénétration des technologies numériques et l'insuffisance des investissements en infrastructures informatiques. Il a également souligné l'ambivalence de l'IA en matière d'emploi : si elle constitue une source potentielle de création de nouveaux métiers, elle représente également un risque de suppression d'emplois existants, notamment dans les secteurs peu numérisés.

Concernant les recommandations, le Conférencier a appelé les États africains à s'approprier l'intelligence artificielle en l'intégrant de manière transversale dans les politiques publiques, en particulier dans la gestion des services publics.

## **2. Conférence sur la stratégie nationale de l'Intelligence Artificielle**

Elle a été animée par M. KAKOU-MARCEAU Franck, Sous-directeur en charge de l'Intelligence Artificielle et de l'Économie Numérique au Ministère de la Transition Numérique et de la Digitalisation, juste après la conférence inaugurale.

Appelé à présenter la stratégie ivoirienne de l'Intelligence Artificielle, l'intervenant a précisé que cette nouvelle technologie n'est plus un sujet de prospective, mais se trouve au cœur de la transformation des sociétés modernes. Poursuivant son intervention, il a précisé que la Côte d'Ivoire s'est engagée dans une transformation numérique ambitieuse et profonde qui vise, entre autres, à moderniser l'administration et à répondre efficacement aux défis structurels ivoiriens. Pour y arriver, la stratégie du gouvernement ivoirien en la matière qui court jusqu'à l'horizon 2030 s'appuie sur trois piliers et cinq axes stratégiques, pour un investissement global de 912 milliards de francs CFA en 5 ans.

Il a conclu sa conférence par une citation fort expressive : « *L'Intelligence Artificielle ne doit pas être une technologie d'exclusion, mais une technologie d'opportunité* ».

Au cours des échanges, les participants ont estimé que le budget alloué au développement de l'Intelligence Artificielle est beaucoup trop modeste pour un pays comme la Côte d'Ivoire qui a un budget annuel de 15 000 milliards de francs CFA. Par ailleurs, des questions relatives à la stratégie d'inclusion de la population et à

l'état actuel de la couverture nationale en fibre optique ont été soulevées. En réponse à ces préoccupations, M. KAKOU-MARCEAU a, d'abord, fait comprendre que le budget alloué à l'Intelligence Artificielle n'était pas définitif et pouvait subir des modifications dans sa phase d'exécution. Il a, ensuite, expliqué que la couverture actuelle de la Côte d'Ivoire en fibre optique est de 5 000 kilomètres sur 15 000 kilomètres prévus par le Ministère de la Transition Numérique et de la Digitalisation. Il a terminé cette série de questions-réponses, en confirmant la priorité et la place de la population dans cette stratégie.

### III. LES PANELS

Au nombre de cinq, ils se sont déroulés en matinée les 06, 07 et 08 mai 2025 dans l'Auditorium de l'Université Polytechnique de San Pedro.

#### 1. Panel 1 : « Intelligence Artificielle et Durabilité : repenser l'environnement, l'agriculture et l'inclusion sociale en Afrique ».

Quatre panelistes ont présenté des communications sur le thème « *Intelligence Artificielle et Durabilité : repenser l'environnement, l'agriculture et l'inclusion sociale en Afrique* ».

La première communication, dont l'auteur est le Docteur Mélanie WEYNANTS (Chercheure à l'Institut Max-Planck de Biogéochimie d'Allemagne), a montré à travers des cas pratiques comment l'Intelligence Artificielle peut aider à prévoir les catastrophes naturelles et donc préserver, de façon globale, l'environnement. À sa suite, Docteur COULIBALY Naga (Enseignant-chercheur à l'Université Polytechnique de San Pedro) a présenté une communication qui a permis de voir le bénéfice que les agriculteurs africains peuvent tirer de l'Intelligence Artificielle. Les données disponibles tels que les big data, les données de télédétection et les capteurs sont autant d'éléments énumérés qui permettent d'adopter une agriculture de précision, de limiter les maladies des plantes et de faire un suivi de l'approvisionnement. L'étude présentée par Docteur Wenda BAUCHSPIES des États-Unis s'inscrit dans la même dynamique d'aide au paysannat africain. C'est ainsi que dans l'optique de proposer une alternative au désherbage manuel à la houe, elle nous fait découvrir deux robots agricoles développés et déployés pour lutter contre les mauvaises herbes. Une autre idée développée dans le cadre de ce panel est celle de Docteur DAYAMBA Kayaba Marc Francis (Conseiller Technique au Ministère de la Transition Digitale des Postes et de la Communication Électronique du Burkina Faso). Convaincu que l'Afrique ne peut pas se permettre de rater le virage de l'Intelligence Artificielle, il propose en guise d'actions à mener : l'établissement d'un cadre réglementaire pour le développement de l'Intelligence Artificielle en Afrique, la formation de ressources humaines de

qualité, la sensibilisation des acteurs sur les usages néfastes de l'Intelligence Artificielle.

## **2. Panel 2 : « Intelligence Artificielle, Gouvernance et Régulation : éthique, souveraineté numérique et défis politiques pour l'Afrique ».**

Le thème soumis à débat dans ce panel est « *Intelligence Artificielle, Gouvernance et Régulation : éthique, souveraineté numérique et défis politiques pour l'Afrique* ». Une thématique qui a mobilisé les réflexions de quatre experts.

Le premier paneliste, Professeur KARAMOKO Tiéba (Philosophe-Éthique des Technologies et Bioéthique), a adossé son intervention sur une recommandation de l'UNESCO, à partir d'inquiétudes suscitées par l'Intelligence Artificielle. Afin de lever ces appréhensions, Il a proposé un cadre stratégique de régulation qui tient en sept points : une vision qui doit s'adosser à des principes éthiques, une gouvernance institutionnelle de l'IA, un partenariat public-privé pour une IA responsable, l'éthique et la responsabilité algorithmique qui impose une exigence de transparence et de responsabilité, une inclusion sociale dans la diversité, une appropriation mentale et linguistique de l'IA et le développement des capacités accompagnée d'une sensibilisation des populations.

Le second paneliste, M. Jérôme RIBEIRO (Président Fondateur de Human IA), a fait une mise en perspective de l'Intelligence Artificielle dans le contexte africain qui l'a conduit, en fin de compte, à suggérer une adaptation de la stratégie de l'IA aux cultures africaines, au lieu de copier, systématiquement, le modèle européen. On retrouve dans cette dynamique de reconversion des mentalités, M. KAKOU-MARCEAU Franck, le troisième paneliste.

Pour lui, en effet, l'embarquement de l'Afrique dans le train de la digitalisation et de l'Intelligence Artificielle implique une transformation profonde des pratiques. Par conséquent, l'intégration de l'Intelligence Artificielle dans les processus décisionnels doit permettre d'élaborer des politiques basées sur des données probantes et actualisées, renforçant ainsi leur pertinence et leur efficacité.

Au-delà de ces préoccupations, cette révolution numérique soulève, également, des questions éthiques importantes concernant son utilisation. Quoiqu'il en soit, pour M. N'DIAYE Talla de l'UNESCO, quatrième panéliste, une stratégie efficace en matière de sécurité de données africaines doit prendre en compte, l'implication de la population, l'intégration des valeurs éthiques, la création des setups adaptés aux besoins des Africains et la protection des données, afin de garantir la souveraineté des États Africains.

En fin de compte, la promotion d'une approche transdisciplinaire associant experts en Intelligence Artificielle, décideurs politiques et communautés locales a été jugée indispensable pour garantir que les solutions développées répondent aux besoins réels et s'inscrivent dans une perspective de développement durable.

### 3. Panel 3 : « Intelligence Artificielle et Santé : Innovations, Enjeux et Perspectives pour l'Afrique ».

Quatre contributions scientifiques ont placé au cœur de leurs réflexions la thématique suivante : « *Intelligence Artificielle et Santé : Innovations, Enjeux et Perspectives pour l'Afrique* ». Les quatre intervenants sont, soit des praticiens de la santé, soit des experts exerçant dans des ONG et organismes spécialisés.

Après avoir présenté les principes éthiques de l'IA édictés par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), la première paneliste, Mme Noémie Yétéma NIKIEMA NIDJERGOU de l'OMS AFRO, s'est félicitée de l'introduction de l'Intelligence Artificielle dans les soins de santé ; une politique qui, pour elle, constitue une solution palliative au déficit de médecins en Afrique. C'est dans ce cadre qu'elle a présenté des outils, tels que SARAH, qui utilisent les bases de données des médecins pour répondre aux préoccupations des patients et aider ces praticiens de la santé à la prise de décisions.

Intervenant en seconde position dans la liste des panelistes, M. TIAMBO Franck (Directeur des Opérations à KimboCare SA – Suisse) a soutenu qu'une implémentation intelligente de l'IA dans la santé, améliorerait considérablement la prise en charge des populations africaines en matière de santé. L'outil de financement intelligent de la santé, appelé *KimboCare*, qu'il a présenté à l'auditoire s'inscrit dans son dispositif de démonstration d'une IA qui garantit la traçabilité et l'accroissement des soins curatifs et préventifs.

Le troisième paneliste, Professeur BILÉ Philippe Émile, Médecin Ophtalmologue à l'Université Alassane Ouattara de Bouaké, a choisi de nous parler de la télémédecine, en s'appuyant sur sa spécialité qu'est l'ophtalmologie. Avant tous propos, il a tenu à préciser que « *l'IA ne remplace pas les médecins. Elle propose, c'est le médecin qui décide* ». Toutefois, il est convaincu que l'introduction de cet outil dans la médecine va contribuer à compenser les déficits de personnels, d'équipements et de logiciels adaptés, en améliorant la pratique de la télémédecine et en réduisant les inégalités.

Quant au quatrième paneliste, Professeur BAKAYOKO Cheick Oumar, Médecin, Informaticien et spécialiste en informatique de la santé, il a présenté l'Intelligence Artificielle comme un outil qui contribuerait, de manière significative, à réduire le taux de mortalité due aux erreurs médicales.

Les échanges qui ont suivi l'exposé des panelistes ont permis d'insister, davantage, sur les conditions de pérennisation de ce nouvel outil, telles que l'existence d'une bonne connexion, des équipements adaptés, la motivation des acteurs médicaux, et la mise en place d'une implémentation intelligente de l'IA, en restant attentif à toutes les ressources que l'humain met en place pour augmenter sa productivité.

#### **4. Panel 4 : « IA et Sécurité : enjeux de gouvernance, cybermenaces, protection des données et résilience numérique ».**

Quatre contributions scientifiques livrées, respectivement, par M. Cyprien ÉKRA (Fondateur et Directeur Général de Afro Data Security), M. Ousmane THIARE (Directeur Général du CINERI au Sénégal), Dr OUATTARA Mory (Enseignant-chercheur à l'Université Polytechnique de San Pedro) et Dr DJAKO Doffou Jérôme (Enseignant-chercheur à ESATIC – Côte d'Ivoire) ont permis de cerner les enjeux et les défis de l'usage de l'Intelligence dans le domaine de la sécurité, à travers un thème bien choisi : « *IA et Sécurité : enjeux de gouvernance, cybermenaces, protection des données et résilience numérique* ».

Les communications ont, d'abord, permis de mettre en lumière le déficit numérique en Côte d'Ivoire, avec une seule ligne internet et une seconde en négociation ; un déficit auquel n'échappe pas l'Université Polytechnique de San Pedro confronté, non seulement, à l'absence de personnel qualifié pour la gestion du Data center de l'institution, mais également, à l'instabilité du circuit électrique et au manque de moyens financiers pour la maintenance de cette technologie fort coûteuse.

Les panelistes ont, ensuite, éclairé l'auditoire sur la possibilité de se passer de l'Intelligence Artificielle dans le processus de transformation digitale. Les craintes liées à une IA poreuse ne sont pas absentes de cette volonté de se mettre à équidistance de cette nouvelle technologie, avec notamment des possibilités d'intrusions dans le système qui peuvent engendrer des données erronées pour la population. Les décideurs ont donc été appelé à plus de vigilance sur la question.

Malgré cela, les intervenants sont d'avis qu'il est difficile de se passer de l'Intelligence Artificielle dans un monde en pleine mutation technologique. Pour ce faire, ils estiment que l'Afrique doit s'appropriier l'Intelligence Artificielle, en créant ses propres règles et normes afin qu'elle l'intègre totalement avec ses propres cultures.

A la suite des débats qui ont suivi cette série de communications, la mutualisation des efforts des pays africains pour établir des règles et des normes en IA, afin de préserver leur souveraineté a été suggérée. Par ailleurs, l'utilisation d'énergies renouvelables comme mesures palliatives aux problèmes d'électricité et la prudence dans l'acquisition des matériels afin d'éviter les espionnages, les trucages et les vols de données figurent au nombre des recommandations qui ont été faites, en clôture de panel.

#### **5. Panel 5 : « IA, Éducation, Emploi et Finance : mutations, opportunités et enjeux pour l'Afrique ».**

Quatre communications ont meublé ce dernier panel, avec des contributions scientifiques portant sur « *IA, Éducation, Emploi et Finance : mutations, opportunités et enjeux pour l'Afrique* ».

La première communication, dont l'auteur est le Professeur YAPO Achiépo (Vice-Président de l'Université Virtuelle de Côte d'Ivoire), a tenté de clarifier la notion de l'Intelligence Artificielle. Poursuivant sa communication, il a énuméré quatre façons de faire l'IA : l'élicitation, l'extraction des connaissances, l'optimisation des connaissances et l'hybridation des connaissances.

À sa suite, le Docteur Isaac BAYOH (Fondateur et Directeur de l'Intelligence Artificielle chez FuturAfric – Côte d'Ivoire) a souligné que l'Afrique ne manque pas d'intelligence mais qu'elle manque de système. Selon son raisonnement, pendant que Singapour investit massivement dans l'éducation technologique et que la Chine forme près de 10 millions d'ingénieurs en Intelligence Artificielle, l'Afrique quant à elle consacre moins de 1% de son PIB à la recherche.

Une autre idée développée par le Professeur MÉITÉ Méké (Président de l'Université Polytechnique de San Pedro) sur « *l'Intelligence Artificielle et la gestion des établissements universitaires : cas de l'USP* », a permis de mettre en lumière les performances de cet établissement classé parmi les meilleures institutions d'enseignement supérieur d'Afrique Subsaharienne, selon le dernier classement de *Times Higher Education* pour le compte de l'année 2024. Cette réussite, il l'attribue à l'application d'un système de gestion intégrée, dont l'essentiel repose sur deux grands piliers : l'automatisation de la gestion pédagogique et la dématérialisation des services administratifs.

Clôturent la série des interventions, le Professeur Sourou MÉATCHI, quatrième panéliste, a insisté davantage sur l'incidence que pourrait avoir l'Intelligence Artificielle sur les questions d'emploi en Afrique. Pour lui, en effet, l'Intelligence Artificielle ne va pas détruire les emplois, mais plutôt modifier ou améliorer l'intelligence humaine.

#### **IV. VISITE DES POSTERS ET SESSION SUR LA COOPÉRATION SCIENTIFIQUE ENTRE L'AFRIQUE ET L'ALLEMAGNE**

##### **1. Visite des posters**

Quatre posters (04) ont été exposés dans le hall de l'Auditorium de l'Université Polytechnique de San-Pedro, dont la visite a été programmée dans la matinée du mardi 06 mai 2025. Ils portent sur trois (03) des sept (07) axes thématiques retenus.

Le poster 1 présenté dans le cadre de l'Axe 1 (**IA, éducation – formation et recherche**), à travers une méthodologie s'appuyant sur la théorie du choix rationnel, présente un tableau analytique des bénéfices et des risques de l'utilisation de l'Intelligence Artificielle dans la formation des étudiants du système LMD dans une institution universitaire ivoirienne, l'Université Polytechnique de Man.

Le second poster présenté dans le cadre de l'Axe 5 (**IA et environnement**) préconise une solution, alliant IA et apprentissage automatique, qui permet

d'analyser et de cartographier les effets de l'orpaillage artisanal sur les terres et les écosystèmes. Elle ouvre ainsi la voie à une gestion plus durable des ressources, surtout pour une Afrique désireuse d'être aussi une puissance technologique.

Quant aux posters 3 et 4, qui achèvent la visite, ils portent sur des questions liées à l'agriculture durable traitées dans le cadre de l'Axe 7 (**IA et agriculture**). Le premier poster met en confrontation deux méthodes de prédiction de l'index glycémique des aliments : le test *in vivo* et la méthode RNA en référence au Réseau Neuronal Artificiel. Le second met en avant une autre méthode de prédiction, la simulation Monte Carlo, qui a permis d'évaluer les dangers auxquels s'exposent les consommateurs de lait cru.

## **2. Session sur la coopération scientifique entre l'Afrique et l'Allemagne**

Cette activité parallèle au colloque a eu lieu dans l'après-midi du mercredi 07 mai 2025 au sein de l'Auditorium de l'Université Polytechnique de San Pedro. Son animatrice Mme Kathrin KNODEL, Spécialiste des programmes de coopération scientifique internationale et de la promotion de la recherche à la Fondation allemande pour la recherche (DFG) a présenté la stratégie de coopération scientifique de la DFG avec les pays africains résumée dans la thématique suivante : *« Coopération scientifique entre l'Afrique et l'Allemagne : la stratégie et les programmes de soutien de la DFG »*. Globalement, cette session a permis de présenter les axes stratégiques et les instruments de financement de la DFG destinés aux chercheurs et institutions africaines et de discuter des défis, des opportunités et des perspectives d'une coopération scientifique plus inclusive, durable et structurante. Les échanges ont donné la preuve de l'intérêt porté par la communauté scientifique africaine, présente à ce colloque, à cette passerelle stratégique créée dans l'optique d'accélérer l'intégration des chercheurs africains dans les grands réseaux de recherche internationaux, tout en consolidant l'autonomie des institutions africaines dans la gestion et la valorisation de la recherche.

## **V. LES TRAVAUX EN ATELIERS**

### **1. Les communications**

Deux cent seize (216) communications réparties en sept axes thématiques ont été présentées dans différents ateliers. Les présentations programmées dans les salles du bâtiment UFR de l'Université Polytechnique de San Pedro ont été faites selon le format suivant : 180 en présentiel et 36 en ligne. Cette rubrique rend compte de la synthèse des communications dans les sept (07) axes retenus dans le cadre de ce colloque international.

## **Axe 1 : Intelligence Artificielle, éducation – formation et recherche**

L'ensemble des communications de cet axe, au nombre de cinquante-neuf (59), interrogent sur l'impact de l'intelligence artificielle sur l'éducation, la formation et la recherche dans les institutions scolaires et universitaires de l'Afrique de l'Ouest. Ces études ont mis en relief la nécessité d'intégrer l'Intelligence Artificielle dans les systèmes éducatifs et de recherche scientifique mais également les défis liés à l'utilisation de cet outil innovant.

À travers plusieurs approches (modélisation, enquêtes qualitatives, analyses critiques), les contributions scientifiques ont passé en revue les opportunités que l'Intelligence Artificielle pourrait offrir à l'amélioration de l'enseignement et de l'apprentissage, à travers les tâches liées à la programmation des enseignements souvent marquées par des conflits de déséquilibres des charges pédagogiques mais également, l'introduction de nouveaux outils pédagogiques tel que l'Intelligence Artificielle Générative (IAG) et le modèle prédictif innovant pour le suivi des parcours d'apprentissage. Selon les auteurs, l'Intelligence Artificielle offre une opportunité significative pour transformer l'enseignement supérieur, rendant l'éducation plus accessible et adaptée aux besoins des étudiants et du marché de l'emploi. Il en est de même pour la recherche, domaine dans lequel l'Intelligence Artificielle est de plus en plus utilisée dans les activités de recherche pour des tâches comme la prédiction, la détection d'anomalie, la recherche documentaire.

Cependant, pour la plupart des communicants qui ont également révélé les effets contrastés de l'Intelligence Artificielle sur les apprentissages, des défis liés à cette poussée technologique doivent être relevés. Ces auteurs craignent, en effet, une réduction des capacités de réflexion critique et d'aptitude au raisonnement, des fraudes académiques, les risques de plagiat quand les jeunes ne sont pas bien formés à l'utilisation de l'Intelligence Artificielle, ainsi qu'une réduction des libertés humaines. Ainsi, une Intelligence Artificielle conçue sans participation communautaire serait-elle vouée à l'échec.

## **Axe 2 : Intelligence Artificielle et économie**

Cet axe a mobilisé vingt-quatre (24) communications qui ont développé, sous divers angles, des questions liées à l'influence de l'Intelligence Artificielle sur l'économie.

Ces contributions scientifiques ont, d'abord, permis de mettre en lumière le besoin de satisfaire aux exigences des sociétaires qui poussent les institutions à s'orienter de plus en plus vers le numérique et l'Intelligence Artificielle pour proposer une diversité d'offres et de services. Aussi, dans une approche d'optimisation du commerce transfrontalier dans la ville de Bondoukou en Côte d'Ivoire, il a été souligné le manque d'infrastructures numériques et la faible adoption de technologie qui constituent un frein pour le développement du

commerce transfrontalier. En outre, explorant la manière dont les opérateurs du secteur hôtelier de San Pedro perçoivent l'Intelligence Artificielle, ses avantages, ses défis et son implication dans leurs activités d'hôtellerie, les résultats ont permis de constater que plus de 75% reconnaissent le potentiel de l'Intelligence Artificielle. Même si, il faut l'avouer, moins de 30% en font usage et ont des qualifications sur cet outil de la quatrième révolution industrielle. Enfin, mettant en exergue les moteurs d'innovation de produits pour un développement durable en Afrique, on retient que l'Intelligence Artificielle, avec ses capacités d'analyse prédictive, et le Design Thinking, avec son approche centrée sur l'utilisateur, permettent de créer des produits adaptés aux besoins locaux, tout en accélérant les cycles d'innovation.

### **Axe 3 : Intelligence Artificielle et santé**

Les vingt-cinq (25) communications de cet axe ont étudié le rôle de l'Intelligence Artificielle (IA) dans la résolution des problématiques de santé en Afrique, en mettant en avant ses multiples impacts sur les soins médicaux, la santé et la condition humaine.

Les communicants ont, d'abord, mis en évidence le rôle crucial que peut jouer l'Intelligence Artificielle dans la gestion des données médicales et le suivi thérapeutique régulier des patients en Afrique, à travers la conservation et la traçabilité sur une longue période de leurs données sanitaires. On retrouve dans cette même dynamique, le diagnostic et la prise en charge précoce des problèmes de santé mentale et de maladies spécifiques en Afrique.

Ils ont, ensuite, souligné le rôle potentiel de l'Intelligence Artificielle dans la résolution des problèmes d'accessibilité géographique aux soins de santé. En effet, selon les communications présentées, l'Intelligence Artificielle constitue une opportunité pour démocratiser l'accès aux soins de santé et stimuler le développement en Afrique, malgré des avancées numériques limitées.

Toutefois, dans leurs interventions, les participants ont relevé les défis et les craintes liés à l'introduction de l'Intelligence Artificielle dans le domaine médical en Afrique. Si ces auteurs ne remettent pas en cause les succès médicaux liés à l'intelligence clinique artificielle, ils émettent des craintes quant à la problématique sécuritaire qu'elle peut engendrer chez les patients. D'autres défis majeurs liés à l'utilisation de l'Intelligence Artificielle dans le domaine de la santé en Afrique sont les inégalités d'accès à cette technologie, la pénurie de personnel qualifié, la faible infrastructure technologique, l'éthique, l'accès limité à l'électricité et l'analphabétisme. Ils ont relevé, également, que bien que l'Intelligence Artificielle puisse révolutionner les soins médicaux en comblant les lacunes d'accès à la santé grâce à ses avancées technologiques, elle pourrait entraîner une dépendance croissante aux outils numériques et un effondrement de la relation de soins médecin-patient.

#### **Axe 4 : Intelligence Artificielle et gouvernance**

Les vingt-quatre (24) communications inscrites dans cet axe révèlent une pluralité d’approches et de perspectives qui convergent vers un même objectif : démontrer le rôle structurant que peut jouer l’Intelligence Artificielle (IA) dans la transformation des systèmes de gouvernance contemporains, en particulier dans les contextes africains. Issues de champs disciplinaires variés, ces contributions mettent en lumière l’apport de l’Intelligence Artificielle dans la modernisation des services publics, le renforcement de la sécurité, l’optimisation des politiques sectorielles et la promotion d’une gouvernance éthique, inclusive et durable.

Il ressort de l’ensemble des travaux que l’Intelligence Artificielle, lorsqu’elle est convenablement encadrée et intelligemment intégrée aux dispositifs institutionnels, peut accroître considérablement l’efficacité des services étatiques. À titre d’illustration, des expérimentations ont montré l’intérêt de son utilisation dans la gestion automatisée de la circulation urbaine à travers la régulation intelligente des feux tricolores, dans la collecte digitalisée des impôts, ou encore dans la gestion sanitaire des déchets ménagers par le biais de systèmes de cartographie. Ces applications démontrent une volonté manifeste d’adapter les outils technologiques au service des politiques publiques, dans une perspective de gouvernance proactive et de proximité. Le champ universitaire lui-même est cité comme un terrain d’expérimentation fertile pour des usages internes de l’Intelligence Artificielle en matière de pilotage administratif.

Parallèlement, la sécurité demeure un domaine central dans lequel l’Intelligence Artificielle est perçue comme un levier de transformation. Plusieurs communications ont insisté sur sa capacité à renforcer les dispositifs de surveillance, à faciliter le démantèlement des réseaux criminels, à contrôler les mouvements migratoires ou encore à lutter contre l’incivisme routier grâce aux technologies de vidéo-verbalisation.

Cependant, un certain nombre de communications ont exprimé des réserves et des interrogations critiques face à l’expansion de l’Intelligence Artificielle. En particulier, les risques liés à la protection des données personnelles, à la surveillance de masse, à l’aliénation de l’humain ou à l’instrumentalisation politique de ces outils ont été soulevés avec acuité. La crainte que l’Intelligence Artificielle, loin de servir l’humanité, n’en vienne à la déposséder de son autonomie et de sa dignité, constitue un motif récurrent de préoccupation. À ce titre, la nécessité d’un encadrement éthique et juridique rigoureux a été unanimement reconnue.

#### **Axe 5 : Intelligence Artificielle et environnement**

La convergence entre l’Intelligence Artificielle et les sciences environnementales offre des solutions novatrices qui ont retenu l’attention des participants qui ont proposé vingt-deux (22) communications. Les solutions

novatrices évoquées ont été mises en œuvre, méthodologiquement à travers diverses techniques complémentaires.

La première est l'utilisation d'algorithmes avancés tels que Random Forest, les réseaux de neurones artificiels comme le Perceptron MultiCouche (PMC), et les modèles hybrides combinant régression linéaire multiple et apprentissage profond; des algorithmes qui, selon les auteurs, ont permis d'améliorer considérablement la modélisation des phénomènes environnementaux complexes. Ces approches se révèlent particulièrement efficaces pour la classification d'images satellitaires, la prédiction des flux biogéochimiques, l'analyse des débits hydriques extrêmes et la modélisation des échanges gazeux entre atmosphère et hydrosphère.

La seconde technique mise en évidence par les communicants se retrouve dans le recours à la télédétection satellitaire qui, par l'exploitation des images Sentinelles et Landsat, couplée à des algorithmes de classification supervisée, permet de cartographier les changements d'occupation du sol avec une précision atteignant 97%.

Une troisième avancée technologique révélée au cours des ateliers sur l'Axe 5 est relative aux systèmes de vision par drone qui, par l'exploitation de l'algorithme YOLO, renforcent la surveillance environnementale en temps réel.

Ces avancées impliquent une transformation profonde des pratiques de gestion environnementale en Afrique de l'Ouest. L'intégration de l'Intelligence Artificielle dans les processus décisionnels permet désormais d'élaborer des politiques environnementales basées sur des données probantes et actualisées, renforçant ainsi leur pertinence et leur efficacité.

## **Axe 6 : Intelligence Artificielle, communication, art et culture**

Cet axe comprend trente-une (31) communications de divers auteurs dans une interdisciplinarité qui aligne questionnements, résultats et perspectives de recherche. Ces différentes communications dégagent six champs d'étude qui ont meublé des réflexions autour de cette thématique.

Le premier champ aborde la question de l'Intelligence Artificielle en rapport avec la sauvegarde et la promotion des patrimoines. Ces communications présentent l'Intelligence Artificielle comme un moyen efficace pour la sauvegarde et la préservation numérique des patrimoines, à l'image du Fort de Dabou en Côte d'Ivoire citée à titre d'illustration. De même, elles montrent que l'Intelligence Artificielle contribue à garantir une communication efficace sur ces patrimoines.

Le deuxième champ de réflexion synthétise plusieurs études sur l'usage de l'Intelligence Artificielle (IA) et du numérique dans les domaines de la communication, du patrimoine et de la culture en Côte d'Ivoire et au Burkina Faso. Les travaux des différents communicants explorent notamment l'impact des réseaux sociaux sur le journalisme, les réflexions éthiques autour de l'Intelligence Artificielle à travers la littérature, et la transformation de la communication numérique grâce à

cette technologie. Ils abordent, également, la valorisation du patrimoine culturel par la numérisation 3D, les perceptions ambivalentes des agences publicitaires face à l'Intelligence Artificielle et la réappropriation identitaire du *Nouchi* via les réseaux sociaux. Dans l'ensemble, ces recherches montrent que l'Intelligence Artificielle engendre d'importantes mutations sociales et culturelles, tout en appelant à une adoption critique et inclusive.

Le troisième champ est en prééminence axé sur un objectif, celui de comprendre ou de mettre en lumière l'impact de l'intelligence artificielle sur les activités, l'évolution et la productivité humaine. L'objectif des communicants étant d'analyser et de comprendre la dualité entre Intelligence Artificielle et les activités de développement.

Dans un quatrième champ, l'Intelligence Artificielle est perçue par certains auteurs à la fois comme un outil d'innovation, par son rôle croissant joué dans la pédagogie et la rentabilité des campagnes publicitaires, et un facteur de risques sociétaux, culturels et éthiques. À travers des exemples comme des faux journaux télévisés ou de fausses déclarations attribuées à des personnalités, il démontre comment l'Intelligence Artificielle peut nuire à la démocratie et à la cohésion sociale.

Le champ suivant met en lumière le potentiel de l'Intelligence Artificielle à résoudre des problèmes sociaux, notamment en favorisant la communication et l'inclusion des populations vulnérables, en particulier les personnes non-scolarisées en Côte d'Ivoire et en Afrique. L'exemple des assistants vocaux en langues locales et de traducteurs automatiques par l'Intelligence Artificielle est fort édifiant dans ce processus qui vise à améliorer le quotidien des populations.

Le dernier champ met en lumière les conditions du développement de l'Afrique à l'ère des technologies de l'Intelligence Artificielle et de la robotique, tout en ressortant l'attitude à adopter par les Africains face au projet mirobolant d'une Intelligence Artificielle omnipotente et omniprésente.

Globalement, toutes les communications convergent vers une idée forte : l'intégration de l'Intelligence Artificielle en Afrique doit être critique, éthique et adaptée aux réalités socioculturelles locales, afin d'en tirer les bénéfices tout en minimisant les risques.

## **Axe 7 : Intelligence Artificielle et agriculture durable**

L'exercice auquel se sont livrés les auteurs des trente-une (31) communications présentées dans cet axe était d'explorer, sous divers angles, la contribution de l'Intelligence Artificielle au développement d'une agriculture durable en Afrique.

La prolifération des maladies des plantes, dans un continent où la sécurité alimentaire est déjà préoccupante, ne pouvait que mobiliser les efforts des chercheurs qui ont trouvé dans l'Intelligence Artificielle un outil précieux pour relever le défi d'une agriculture saine.

Aux efforts de prédiction ou de détection des maladies des plantes, se greffe indubitablement l'amélioration de la qualité de la production agricole qui a également retenu l'attention des communicants. Par exemple, pour l'amélioration des pratiques de séchage du café, des modèles mathématiques basés sur les réseaux de neurones artificiels afin de simuler le séchage ont été présentés. Dans ces procédés, améliorer la qualité du produit suppose également une capacité à détecter les anomalies. Une nouvelle approche s'inscrivant dans cette dynamique a été mise en évidence. Il s'agit de l'approche de détection de défauts basée sur un réseau Deep-One-Class (DOC) qui s'appuie exclusivement sur les données de fèves normales pour apprendre une distribution de référence, détectant ensuite les anomalies comme des écarts significatifs par rapport à cette norme.

Les enjeux de sécurité et de souveraineté alimentaire qui préoccupent toute l'Afrique imposent, également, des pratiques nouvelles pour améliorer les rendements afin de nourrir une population en constante augmentation. Des expériences réalisées au Burkina Faso, en Côte d'Ivoire et au Sénégal, que les communicants ont présenté avec beaucoup de maestria, ont permis de constater que les producteurs africains, avec une part importante de femmes, sont animés d'une réelle volonté de s'approprier les nouvelles technologies pour améliorer leurs rendements agricoles.

Au-delà de ces trois sous-thèmes, les questions éthiques ont été également évoquées. Il s'agit, ici, de rendre les individus sensibles aux principes à même de soutenir une agriculture durable et de proposer des solutions en vue d'un bon usage de l'Intelligence Artificielle dans l'implémentation de cette forme d'agriculture.

De ces différentes études, il est évident que l'intelligence artificielle peut être utilisée dans différents domaines afin d'améliorer la sécurité alimentaire, notamment dans l'analyse des données agricoles, la surveillance des ressources alimentaires et la prévision des crises alimentaires.

## **2. Les textes sélectionnés**

Parmi les communications présentées lors des ateliers, certaines ont été soumises à l'examen de la Commission des actes en vue d'une publication. À l'issue d'un rigoureux processus d'évaluation, les textes suivants ont été retenus et publiés. Ce sont :

- treize (13) articles relevant de l'axe 1 ;
- huit (08) articles relevant de l'axe 2 ;
- huit (08) articles relevant de l'axe 3 ;
- huit (08) articles relevant de l'axe 4 ;
- neuf (09) articles relevant de l'axe 5 ;
- dix-neuf (19) articles relevant de l'axe 6 ;
- neuf (09) articles relevant de l'axe 7.

## SOMMAIRE

AXE 1	
<b>Aka Stéphane KOFFI ; Daouda KONÉ ; NankengSerge TAPIGUÉ ; Kra Kouakou Donatien KOUMAN ; Affoué Anne-Marie YAO ; Bi Tah Aristo Régis KOËT et Moussa GRAFOUTÉ</b> : Développement d'un dispositif électronique intelligent de monitoring du transformateur de puissance.	3
<b>Boua Paulin Sylvain AKREGBOU</b> : Usage de chatgpt dans l'enseignement supérieur ivoirien : nécessité d'une éducation à l'intelligence artificielle générative des enseignants et étudiants.	19
<b>Daouda KONÉ ; Emma Georgina H. ZORO ; Nankeng Serge TAPIGUÉ ; Aka Stéphane KOFFI ; Tanoh Ange-Pierre ASSOUMOU ; Bi Tah Aristo Régis KOËT et Moussa GRAFOUTÉ</b> : Contribution de l'intelligence artificielle au diagnostic du changeur de prise en charge (CPEC) des transformateurs de puissance de Côte d'Ivoire.	35
<b>Djibril DIOUF</b> : Enjeux de l'intelligence artificielle à l'école : l'apprenant, l'enseignant et le politique.	49
<b>Emma Georgina Hueva ZORO ; Daouda KONÉ ; Aka Stéphane KOFFI ; Nankeng Serge TAPIGUÉ ; Tanoh Ange-P. ASSOUMOU ; Bi Tah Aristo Régis KOËT et Moussa GRAFOUTÉ</b> : Réseaux neuronaux pour diagnostiquer la dégradation des huiles des transformateurs de puissance.	63
<b>Eppié Augustine Michaella BONGBA</b> : Usage des outils de traduction automatiques (OTA) dans les travaux dirigés de thème au département d'études germaniques de l'UAO : diagnostic, enjeux et perspectives.	75
<b>Évariste Dupont BOBOTO</b> : Intelligence artificielle-intelligence humaine : quels rapports ?	89
<b>Guy Roland AMOIKON</b> : Intelligence universelle, intelligence humaine et intelligence artificielle : critique du devenir des intelligences en contexte éducatif africain.	103
<b>Laurent Hospice MABANZA</b> : L'intelligence artificielle et l'avenir de l'éducation en Afrique : défis et perspectives pour une humanité nouvelle.	117
<b>Mamie Solotiana Junaux Paul RANDRIAMANANTENA et Andriamihamina TSIMILAZA</b> : Une perspective didactique sur l'intelligence artificielle pour l'enseignement des sciences en milieu rural.	129
<b>Nankeng Serge TAPIGUE ; Aka Stéphane KOFFI ; Daouda KONÉ ; Konan Jean Aurélien KOUAKOU ; N'Dri Estelle KOUAKOU ; Bi Tah Aristo Régis KOËT et Moussa GRAFOUTÉ</b> : Proposition d'une architecture intelligente pour le monitoring des transformateurs de puissance	147
<b>Yacouba KONE</b> : Éducation aux médias et intelligence artificielle : fiches pédagogiques EDHC pour collègues ivoiriens.	157

<b>Yacouba OUATTARA, Niemtiah OUATTARA, Taki Romaric YIAN, Koffi Mathias YAO et Soualiho OUATTARA</b> : Optimisation de la recherche en Afrique par l'IA : classification des signaux EEG via le machine learning.	173
<b>AXE 2</b>	
<b>Agoussi Alphonse MOGUÉ et Seydou KONÉ</b> : Intelligence artificielle et économie du travail : enjeux et perspectives.	187
<b>Aïkpa Benjamin DIOMAND et Ibrahima KINDA</b> : Penser l'intelligence artificielle et le marché du travail africain avec Marx.	199
<b>Bakary BOLA, MBA</b> : IA et design thinking : moteurs d'innovation de produits pour un développement durable en Afrique.	213
<b>Gli Modeste Franck MAH et Moro Jean Martial AHORO</b> : L'intelligence artificielle et la réinvention de la trajectoire économique ivoirienne : 2000-2020	229
<b>Kouadio Frédéric Alain-Charles DJE et Thiédjé Gaudens-Omer KOUAKOU</b> : L'effet potentiel de l'intelligence artificielle sur le marché du travail en Afrique.	243
<b>Mansé BAMBA et Dabié Désiré Axel NASSA</b> : Intelligence artificielle et optimisation du commerce transfrontalier : cas de Bondoukou dans le contexte de l'intégration économique ouest-africaine.	263
<b>Moro Jean Martial AHORO ; Gli Modeste Franck MAH et N'Dri Laurent KOUAKOU</b> : Adaptations de la microfinance ivoirienne au numérique et à l'intelligence artificielle (1976- 2022).	283
<b>Thiédjé Gaudens-Omer KOUAKOU et Kouadio Frédéric Alain-Charles DJE</b> : Intelligence artificielle, développement financier et croissance économique.	299
<b>AXE 3</b>	
<b>Adlès Francis KOUASSI et Pascal Olivier ASSEU</b> : Modèle hybride par stacking pour la détection précoce et précise du diabète.	333
<b>Lhaur-Yaigaiba Annette OUATTARA et Tenguel Sosthène N'GUESSAN</b> : Prise en charge des hémoglobinopathies : contribution de l'intelligence artificielle.	353
<b>Mohamed BOUBACAR BILCHA</b> : La biomedicalisation en Afrique : apport de l'intelligence artificielle.	371
<b>N'guessan Rémi BLASSI</b> : L'intelligence artificielle et la question de l'amortabilité de l'homme.	385
<b>Ousmane DIARRASSOUBA</b> : L'intelligence artificielle appliquée à la gestion de la santé mentale positive en Afrique	401
<b>Sylvain Konan KOUADIO</b> : Intelligence artificielle et sexualité humaine : le devenir humain en questionnement.	413

<b>Tenguel Sosthène N'GUESSAN ; Yao Gaël N'DRI et Lhaur-Yaigaiba Annette OUATTARA</b> : Intelligence artificielle et sante en Afrique : entre perception, opportunités et défis.	427
<b>Yaya BAMBA</b> : L'intelligence artificielle en médecine et la problématique de la sécurité informatique des patients.	445
<b>AXE 4</b>	
<b>Affoua Marie-Rose YAO</b> : Gestion du désordre urbain à Port-Bouët pour une économie circulaire via l'intelligence artificielle.	459
<b>Bienvenu Éric TRA BI TRA</b> : La problématique de la réglementation de l'Intelligence Artificielle (IA) en Afrique dans un contexte mondial marqué par l'essor fulgurant du digital.	473
<b>Judith Bienvenue MBEDE</b> : L'Intelligence Artificielle (IA) dans le domaine militaire : une incidence réelle sur la souveraineté des états africains.	489
<b>Konan Simon KOUAME</b> : Intelligence artificielle et sécurité routière en Côte d'Ivoire.	515
<b>Ladji BAMBA</b> : L'intelligence artificielle et sécurité du passeport ivoirien, lutte contre l'immigration clandestine.	531
<b>Mamadou YEO</b> : Télésurveillance et développement du tourisme dans la ville de San Pedro.	545
<b>N'guessan Hervé SANHEIN</b> : L'intelligence artificielle au service de la lutte contre la faim en Côte d'Ivoire	561
<b>Yacouba KOURAOGO et Silué KOLO</b> : La cybersécurité a l'ère de l'intelligence artificielle.	577
<b>AXE 5</b>	
<b>Alhousseiny AG OUFENE</b> : La protection de l'environnement face a l'intelligence artificielle au Mali	595
<b>Aristide Gountôh DOUAGUI ; Sylvestre Kouakou Assoué KOUADIO et Michel Armand Rock BOUADOU</b> : Optimiser les forages d'eau en milieux discontinus par les réseaux de neurones.	609
<b>Kouadio KRAH ; Sié OUATTARA ; Gbelé OUATTARA ; Marc Euphrem ALLIALY et Alain CLEMENT</b> : Vers une reconnaissance autonome des minéraux dans les roches : approche par deep learning et imagerie microscopique.	619
<b>Luc-Donald DALIE ; Bienvenue N'dah MOUALE MOUTOUAMA et Mamadou SORO</b> : Système de détection de drones pour la gestion de l'environnement.	635
<b>Mahyao Germain ADOLPHE ; Gilles Léonce NIAMKETCHI ; Hauverset Assiénin N'GUESSAN ; Bel Aurore Martine KABLAN ; Obed Dessan GOGOUE ; Christophe Bini ADOU et Brou KOUAME</b> : Effet de scenarios de changements climatiques sur l'elaiculture en Côte d'Ivoire.	655

<b>Marcel Konan YAO ; Kouakou Urbain KOFFI ; SANGARÉ Naminata épouse Soumahoro et Koffi Sébastien OUFFOUÉ</b> : Modélisation de la fugacité du CO <sub>2</sub> dans le canal de Vridi.	673
<b>N'Guessan Edouard KOUAKOU ; Dibi BROU ; Arthur Brice KONAN-WAIDHET ; Jean-Yves Mikel KOUADIO et N'Guessan Edouard KOUAKOU</b> : Gestion des effluents agro-industriels par simulation d'un bioreacteur UASB avec le logiciel biowin.	685
<b>Salaha ASSOUMANE AYOUBA ; Eboua Narcisse WANDAN ; Koffi René DONGO ; Jacob NANDJUI ; Abdoulatif ABASS SALEY et Lipoublida DJAGRÉE</b> : Utilisation des algorithmes d'apprentissage automatique pour l'étude d'impacts de l'orpaillage sur la dynamique d'occupation des sols à Kokumbo, Côte d'Ivoire entre 2013 et 2023.	703
<b>Sionfoungon Kassoum COULIBALY</b> : IA et éthique environnementale : réflexion sur les défis d'une IA verte.	725
<b>AXE 6</b>	
<b>Achille César VAH</b> : Le patrimoine socio-culturel dan-ouest entre perturbation et résistance à l'ère de l'intelligence artificielle.	741
<b>Akpolê Koffi Daniel YAO</b> : Limites et bornes de l'intelligence artificielle : le désenchantement kantien.	755
<b>Atché Michel AKA ; Yao Jean TERENCE Gauthier LASME ; N'doua Etienne ETTIEN ; Kouakou Modeste KOFFI ; Kouakou Siméon KOUASSI ; César SABI</b> : Contribution à la sauvegarde numérique du fort de Dabou (sud Côte d'Ivoire)	765
<b>Bi Vagbé Gethème IRIÉ ; Sata YÉ ; Nekezi Cédric YALÉTY</b> : Intelligence artificielle et tourisme culturel à San Pedro : une analyse des perceptions.	783
<b>Christine Mackay TIRCOMNICU et Koffi Noël BRINDOU</b> : Une IA Africanfuturiste: Opportunités de Développement Durable de l'Afrique dans <i>Lagoon</i> de Nnedi Okorafor	801
<b>Décoستر Dominique Tia MANOUAN et Odilon Yapou ACHIEPO</b> : Le rôle de la cybernétique dans le développement de l'intelligence artificielle.	825
<b>Dieudonné-Désiré AMANI</b> : Robolution et néohumains à l'ère de l'intelligence artificielle : l'exemple de <i>mission</i> de Xavier de Broca.	831
<b>Elisabeth Ella BAKI ; Jean- Jacques AHOUE et Sidiki Koné BOUAKARI</b> : Apport de l'intelligence artificielle dans le projet « Denguélé Misri Ni Kourou »	843
<b>Ibrahima KARAMOKO et Dekao Fabrice TIEMOU</b> : L'IA peut-elle remplacer l'humain dans l'éducation linguistique? Une analyse critique des assertions de Elon Musk.	857
<b>Koffi KOUASSI</b> : Langage humain et langage artificiel : Lecture dialogique des défis de l'intelligence artificielle en Afrique.	877

<b>Kouassi Honoré ELLA</b> : IA et nécessité d'un supplément d'âme : l'Afrique à la croisée des chemins.	889
<b>N'founoum Parfait Sidoine KOUAME</b> : Intelligence artificielle et gestion des migrations en Côte d'Ivoire.	905
<b>N'guessan Hervé SANHEIN</b> : L'intelligence artificielle au service de la lutte contre la faim en Côte d'Ivoire	923
<b>Nassirou IMOROU</b> : L'intelligence artificielle et la mort de l'auteur : fictions américaines littéraires et cinématographiques.	937
<b>Thierry Roland GBEZE et Henri-Joël KOFFI</b> : Perceptions de l'intelligence artificielle par les professionnels du marketing digital à Abidjan.	957
<b>Waliyu KARIMU</b> : Vidéos tiktok truquées et images falsifiées : étude des malveillances de l'IA sur les réseaux sociaux en Côte d'Ivoire.	977
<b>Yao Jean-Claude N'DA</b> : L'intelligence artificielle dans la communication interne : de sa connaissance à son intégration dans les organisations ivoiriennes.	995
<b>Zié TUO</b> : Le recours à l'espace numérique en temps de COVID-19 : cas de l'église baptiste de Côte d'Ivoire	1009
<b>Zoumana DIAKITE</b> : L'IA et valeurs humaines : d'une IA inspirée des valeurs culturelles africaines.	1025
<b>AXE 7</b>	
<b>Badjo Julienne SOGBOU-ATIORY</b> : Intégration de solutions d'IA innovantes pour l'optimisation des activités des productrices d'attiéké à jacqueville au sud de la Côte d'Ivoire.	1053
<b>Donilèmin Jules SILUE ; Yao Lambert N'GUESSAN et Béhou Gérard N'GUESSAN</b> : Identification des maladies virales liées aux feuilles de manioc par l'apprentissage profond.	1071
<b>Emilie Jocelyne ROBOT ; Behiblo N'Guessan Bah KONAN ; Hermann Kouamé YEBOUE et Ernest Kouakou AMOIKON</b> : Évaluation des effets nutritionnels du sorgho, du mil et du fonio.	1089
<b>Faloukou DOSSO</b> : Intelligence artificielle et agroécologie en Afrique noire : pour une politique durable d'approvisionnement alimentaire.	1103
<b>Guei Simplicite KOUA</b> : L'intelligence artificielle et les enjeux éthiques d'une agriculture durable en Afrique.	1117
<b>Kan Benjamin KOUAME ; Anauma Casimir KOKO ; Kouassi Maxime KONAN ; Kouakou Levi Moïse KOFFI et Nogbou Emmanuel ASSIDJO</b> : Évaluation quantitative du risque d'exposition à l'aflatoxine m1 chez les consommateurs de lait cru de vache à Daloa par simulation monte Carlo.	1131
<b>Messoun Alain ESSOI</b> : Communication et innovation agricole : état des lieux, perceptions et défis de l'agriculture intelligente dans le district des savanes (Côte d'Ivoire).	1141

<b>N'guessan Hervé SANHEIN</b> : L'intelligence artificielle au service de la lutte contre la faim en Côte d'Ivoire.	1167
<b>Ouatili DAH</b> : Vers une économie post-travail.	1181

**AXE 1**

UNE PERSPECTIVE DIDACTIQUE SUR L'INTELLIGENCE  
ARTIFICIELLE POUR L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES EN MILIEU  
RURAL

A DIDACTIC PERSPECTIVE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR  
SCIENCE TEACHING IN RURAL AREAS

Mamie Solotiana Junaux Paul RANDRIAMANANTENA

[mamierandriamanantena5@gmail.com](mailto:mamierandriamanantena5@gmail.com)

+261 34 49 362 66

*Département de Physique Chimie, École Normale Supérieure,  
Université de Fianarantsoa, Madagascar*

Andriamihamina TSIMILAZA

[ndremal@gmail.com](mailto:ndremal@gmail.com)

+261 34 04 742 82

*Département de Physique Chimie, École Normale Supérieure,  
Université de Fianarantsoa, Madagascar*

## Résumé

Cette communication s'inscrit dans une approche didactique visant à explorer les apports potentiels de l'intelligence artificielle (IA) dans l'enseignement des sciences en milieu rural malgache. Face aux défis structurels majeurs tels que le manque de ressources matérielles, de formations continues et de connectivité numérique, nous avons mené une expérimentation avec quatre enseignants de disciplines scientifiques dans deux lycées ruraux. L'objectif était de tester l'intégration de certains outils d'IA (ChatGPT, PhET, Canva) pour améliorer la planification pédagogique, la compréhension des élèves et l'engagement en classe. Les résultats montrent des transformations positives sur les pratiques des enseignants et la motivation des élèves, bien que freinée par des contraintes matérielles et un besoin d'accompagnement. Cette recherche-action souligne l'intérêt d'une intégration raisonnée de l'IA dans une logique didactique contextualisée.

**Mots-clés :** didactique, intelligence artificielle, sciences, enseignement, milieu rural

## Abstract

This paper adopts a didactic perspective to explore the potential benefits of artificial intelligence (AI) in science education in rural Madagascar. Given major structural challenges-such as lack of material resources, continuous training, and digital access-we conducted an experiment with four science teachers in two rural high schools. The aim was to test the integration of selected AI tools (ChatGPT, PhET, Canva) to

improve pedagogical planning, student understanding, and classroom engagement. The results show positive transformations in teaching practices and student motivation, although limited by material constraints and the need for support. This action research highlights the value of a reasoned integration of AI within a contextualized didactic framework.

**Keywords:** didactics, artificial intelligence, science, teaching, rural areas

## INTRODUCTION

L'intelligence artificielle (IA) s'impose progressivement comme un levier majeur de transformation dans les systèmes éducatifs contemporains. En permettant l'automatisation de tâches, l'adaptation des contenus et la personnalisation des apprentissages, l'IA suscite un intérêt croissant pour son potentiel pédagogique. Elle est déjà intégrée dans divers dispositifs allant des tuteurs virtuels aux plateformes d'apprentissage adaptatif, jusqu'à des environnements d'apprentissage immersifs. Holmes et al. soulignent que « L'intelligence artificielle est sans doute la force technologique motrice de la première moitié du XXI<sup>e</sup> siècle, et transformera pratiquement tous les secteurs industriels, voire toutes les activités humaines » (2019, p. 5). Dans ce contexte, l'IA est conçue non seulement comme un outil technologique, mais aussi comme un médiateur cognitif et un instrument de soutien à la construction des savoirs (Zawacki-Richter et al., 2019).

Cependant, l'impact de l'IA sur l'éducation est loin d'être homogène. Dans les pays du Sud, et plus particulièrement dans les zones rurales, son usage reste très limité. Madagascar en est une illustration. En fait, les établissements scolaires ruraux sont confrontés à des défis structurels majeurs, notamment un accès limité à l'électricité, à Internet, à des ressources pédagogiques et à la pénurie d'enseignants qualifiés. L'enseignement des sciences y est particulièrement affecté, du fait de l'absence de laboratoires, de matériels de manipulation, et de moyens de modélisation des phénomènes.

Dans ce contexte, l'intégration de l'IA comme support à l'enseignement des sciences ouvre une voie prometteuse. D'un point de vue didactique, elle permet de revisiter la relation aux savoirs et de soutenir la transposition didactique à travers la génération d'exemples contextualisés, la modélisation virtuelle de phénomènes, ou encore la production de supports adaptés aux niveaux des élèves. L'enseignant devient alors concepteur et régulateur des interactions médiatisées par les outils IA (Chevallard, 1985 ; Tiberghien, 1997).

La question centrale qui sous-tend cette communication est la suivante : dans quelle mesure l'intégration de l'IA peut-elle améliorer l'enseignement des sciences dans un contexte rural, marqué par des contraintes multiples ?

Une recherche-action a été menée auprès de quatre enseignants de disciplines scientifiques dans deux lycées publics ruraux malgaches afin de répondre à cette interrogation. Cette démarche vise à documenter les apports, les limites et les conditions de mise en œuvre d'une telle intégration, à partir d'une analyse didactique contextualisée.

## **1. MATÉRIELS ET MÉTHODES**

Cette étude s'appuie sur un cadre théorique solide en didactique des sciences et sur une méthodologie de recherche-action. Nous commencerons par présenter les fondements conceptuels qui ont guidé notre approche.

### **1.1. Cadre théorique**

Pour mieux comprendre la suite de cet article, nous estimons qu'il est utile de donner des généralités sur la didactique des sciences, d'aborder les réalités autour de l'enseignement des sciences en milieu rural ainsi que la place tenue par l'IA en éducation.

#### **1.1.1. Généralités sur la didactique des sciences**

La didactique des sciences est une discipline des sciences de l'éducation qui étudie les processus d'enseignement et d'apprentissage des concepts scientifiques. Elle se concentre sur la spécificité et sur les méthodes permettant de les transmettre efficacement. À ce titre, elle analyse notamment les pratiques de classe, les représentations des enseignants et les interactions entre élèves, enseignants et savoirs (Chevallard, 1985 ; Astolfi, 1992 ; Brousseau, 1998).

L'un de ses concepts centraux est la transposition didactique, c'est-à-dire le passage du savoir savant au savoir enseigné. Comme l'affirme Chevallard, « Les savoirs scientifiques sont produits en dehors de l'école et subissent une série d'adaptations avant d'y pénétrer pour y être enseignés » (1985, p. 39). Ainsi, ce processus implique d'adapter des connaissances scientifiques complexes pour les rendre accessibles aux élèves, tout en préservant leur rigueur et leur pertinence. Comme l'ont théorisé Martinand (1992) et Tiberghien (1997), l'enseignement des sciences fait appel à la « modélisation » pour rendre accessible la « part invisible » des phénomènes et construire des « représentations fonctionnelles » partagées entre l'enseignant et les élèves, une nécessité que Gilbert & Justi (2016) étendent à l'ensemble des démarches d'investigation scientifique.

Cependant, l'enseignement des sciences rencontre ainsi plusieurs défis. Il s'agit notamment de la difficulté à construire des représentations mentales partagées, de l'absence de manipulation directe des objets d'étude, des conceptions préalables des élèves, et des limites des ressources disponibles. Face à ces problématiques, la didactique s'attache à concevoir et évaluer des dispositifs pédagogiques visant à faciliter la construction de savoirs scientifiques significatifs.

### **1.1.2. Contexte de l'enseignement des sciences en milieu rural**

L'enseignement des sciences occupe une place centrale dans notre société moderne, où les progrès technologiques et scientifiques transforment notre quotidien et dessinent notre avenir. Comme souligne l'UNESCO (2017), l'éducation scientifique est essentielle pour former des citoyens éclairés, capable de comprendre et de prendre part aux choix sociétaux concernant la santé, l'environnement et la technologie.

En milieu rural, ces défis sont particulièrement exacerbés. À Madagascar, par exemple, l'enseignement des sciences dans ces zones fait face à des obstacles spécifiques : un déficit en infrastructures (laboratoires, l'électricité), des classes surchargées, et un accès limité aux ressources documentaires. À cela s'ajoute un manque de formation continue pour les enseignants, souvent isolés face à des programmes ambitieux et des attentes institutionnelles élevées.

Ces contraintes imposent une réflexion approfondie sur les adaptations didactiques possibles. Il est notamment essentiel de se tourner vers des ressources alternatives, des outils médiateurs et des approches contextualisées. L'innovation technopédagogique, si elle est conçue de manière pertinente, peut apporter des solutions à ces problèmes, à condition de toujours respecter les spécificités locales et d'éviter une simple importation de modèles étrangers.

### **1.1.3. Intelligence artificielle en éducation : apports et perspectives**

L'intelligence artificielle (IA) peut être définie comme l'ensemble des techniques informatiques permettant aux machines d'accomplir des tâches cognitives habituellement réalisées aux humains, telles que le raisonnement, l'apprentissage ou la prise de décision (Russell & Norvig, 2021). Thierry Karsenti a souligné que : « L'IA est donc capable de résoudre des problèmes en apprenant à partir de données, de patterns, de modèles » (2018, p. 113). Dans le domaine de l'éducation, l'IA se manifeste principalement à travers des applications variées : tuteurs intelligents, plateformes adaptatives, simulateurs de phénomènes, générateurs de contenus personnalisés ou les assistants à la planification didactique (Zawacki-Richter et al., 2019).

Parmi ses contributions majeures, l'IA permet d'abord de personnaliser l'apprentissage. En analysant les réponses des élèves, elle peut ajuster la difficulté des exercices, offrir des feedback immédiats et recommander des ressources ciblées. Des outils comme Squirrel AI (Chine) ou CenturyTech (Royaume-Uni) ont d'ailleurs prouvé leur efficacité pour améliorer les résultats d'apprentissage (Holmes et al., 2022).

L'IA constitue également un soutien pédagogique pour les enseignants. Elle facilite la conception de séquences, la rédaction d'exercices, la modélisation de phénomènes scientifiques ou la révision de contenus. Dans des contextes dépourvus de matériel didactique, ces outils deviennent de véritables compléments aux ressources classiques. Les simulations de PhET ou les visuels créés via Canva, par exemple, rendent perceptibles des concepts autrement abstraits ou inaccessibles par l'expérimentation directe.

Néanmoins, dans les pays du Sud et particulièrement en Afrique, ces applications restent encore marginales. Selon UNICEF (2022), les principaux obstacles à l'utilisation de l'IA en éducation sont le manque d'infrastructures, l'insuffisance des compétences numériques des enseignants et l'absence de politiques publiques d'accompagnement. Cette situation souligne la nécessité d'une intégration de l'IA qui soit à la fois solidement fondée sur des principes pédagogique et adaptée au contexte locale. Il est crucial de noter que l'IA en éducation ne doit pas être perçu comme un remplacement de rôle de l'enseignant, mais plutôt comme un outil de médiation supplémentaire au service des apprentissages et de l'accompagnement didactique (Luckin et al., 2016).

## **1.2. Méthodologie**

Notre décrivons ici le choix de notre approche avant de citer les outils mobilisés à côté du dispositif expérimental et de finir avec les techniques de collecte de données et d'analyse utilisées.

### **1.2.1. Contexte et type de recherche**

Cette recherche s'inscrit dans une démarche de type recherche-action, qui vise à produire des connaissances en transformant simultanément les pratiques éducatives. Cette méthodologie est particulièrement adaptée lorsqu'il s'agit de confronter une innovation technopédagogique aux réalités du terrain scolaire. Comme le souligne Altrichter et al. (2002), la recherche-action permet une implication active des praticiens dans le processus de changement, tout en maintenant une rigueur analytique.

L'expérimentation a été menée entre février et avril 2025 dans deux lycées publics ruraux situés dans le district d'Andramasina, à Madagascar. Les

établissements ont été choisis en raison de leur isolement géographique, de leur manque de ressources matérielles, mais aussi de l'ouverture de leurs directions à l'innovation pédagogique. Quatre enseignants ont participé à l'étude : deux en physique-chimie, un en sciences de la vie et de la Terre (SVT) et un en mathématiques. Tous sont titulaires de diplômes de licence ès sciences, mais n'avaient jamais reçu de formation formelle à l'usage de l'intelligence artificielle ni à ses applications pédagogiques.

### 1.2.2. Outils mobilisés et dispositif expérimental

Trois outils numériques intégrant des fonctionnalités d'intelligence artificielle ont été mobilisés au cours de l'expérimentation. Le premier, ChatGPT, a été utilisé comme assistant pédagogique pour la reformulation des contenus scientifiques, la génération de scénarios pédagogiques et la création d'exercices contextualisés. Le deuxième, PhET, est une plateforme de simulations interactives conçue pour modéliser des phénomènes physiques ou chimiques difficilement observables dans des environnements sans laboratoire. Le troisième, Canva a servi à produire des supports visuels, schémas et infographies facilitant la visualisation des concepts en SVT et en physique. Le tableau 1 présente une vue synthétique de leurs profils, ainsi que les outils IA utilisées lors de l'expérience.

**Tableau 1 : Profil des enseignants participants et outils IA utilisés**

Enseignant	Discipline	Expérience	Outils IA utilisés
A	Physique-Chimie	7 ans	ChatGPT, PhET
B	SVT	10 ans	Canva, ChatGPT
C	Mathématiques	5 ans	ChatGPT
D	Physique-Chimie	8 ans	PhET, Canva

Source : Conception de l'auteur.

Le protocole expérimental s'est déroulé en trois étapes. D'abord, il consistait en une formation initiale de deux semaines, permettant aux enseignants de se familiariser avec les trois outils sélectionnés, à savoir leurs fonctionnalités et leurs usages potentiels dans leurs disciplines respectives. Ensuite, six semaines durant, chaque enseignant a pu intégrer librement ces outils dans sa pratique quotidienne, en fonction de ses objectifs pédagogiques. Enfin, une phase d'observation et de recueil des données nous a permis d'analyser les pratiques émergentes, de consigner les effets observés et de soutenir les ajustements nécessaires.

### 1.2.3. Collecte et analyse des données

Les données ont été collectées à l'aide de trois techniques complémentaires, à savoir des entretiens, des consultations de journal de bord et des observations de

classes. Ces entretiens semi-directifs ont été réalisés auprès des enseignants afin de saisir leurs représentations initiales, leurs attentes, les difficultés auxquelles ils ont fait face et les transformations qu'ils ont perçues dans leur posture professionnelle. Pour ce faire, les entretiens ont été réalisés à deux reprises, l'une avant l'expérimentation et l'autre après. Par ailleurs, les enseignants ont été invités à tenir un journal de bord hebdomadaire, dans lequel ils notaient librement les usages réalisés, les réussites pédagogiques, les limites techniques ou didactiques, et leurs impressions générales. Quant aux observations de classes, elles ont été effectuées à trois moments-clés de l'expérimentation, selon une grille d'observation centrée sur les modalités d'intégration de l'IA, les interactions en classe et les réactions des élèves.

L'analyse des données qualitatives a suivi une approche thématique inductive décrite par Miles, Huberman & Saldaña (2014), permettant de faire émerger les catégories de sens à partir du discours des participants, des traces écrites et des observations croisées. Une triangulation des sources (entretiens, journaux de bord, observations) a été réalisée afin de renforcer la fiabilité des résultats. L'ensemble de ces éléments a été interprété dans une optique didactique, en croisant les pratiques observées avec les concepts théoriques mobilisés dans le cadre de l'étude.

## **2. RÉSULTATS ET DISCUSSION**

L'analyse des données recueillies révèle des tendances significatives quant à l'appropriation des outils IA par les enseignants. Nous rapportons ici les résultats de nos recherches sur l'intégration de l'IA dans les pratiques éducatives avant d'évoquer les effets observés et de finir avec les retours d'expériences.

### **2.1. Intégration de l'IA dans les pratiques par discipline**

Les outils d'intelligence artificielle ont été intégrés dans une logique de soutien à l'enseignement-apprentissage des sciences. Chaque enseignant a adapté son usage à sa discipline, ses préférences pédagogiques, et aux contraintes techniques locales. Le tableau 2 présente quelques exemples d'utilisation :

**Tableau 2. Exemples d'usages didactiques de l'IA selon les disciplines**

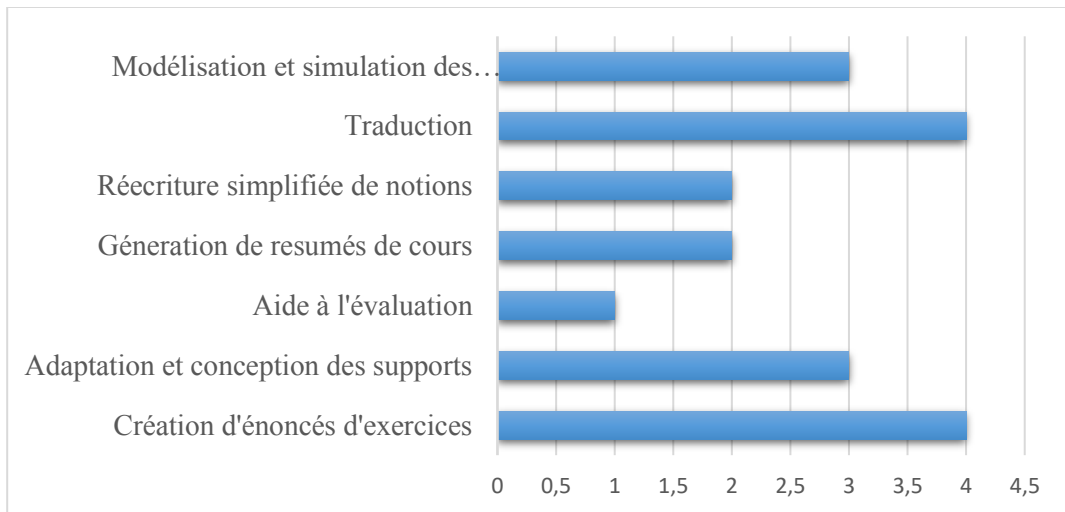
Disciplines	Outils IA	Utilisation
Physique-Chimie	PhET	Simulation de circuits électriques, lois de l'optique, réactions chimiques.

		Modélisation de la présentation des atomes et molécules.
SVT	Canva	Conception de schémas annotés sur les organes et systèmes biologiques
Mathématiques	ChatGPT	Génération de problèmes contextualisés, explication d'algorithmes

Source : Conception de l'auteur.

Ces usages sont en cohérence avec le modèle de transposition didactique (Chevallard, 1985), dans lequel l'enseignant adapte le savoir savant pour le rendre accessible et significatif. L'IA a ici servi d'outil de médiation, permettant de surmonter certaines barrières pédagogiques classiques : abstraction des notions, absence de matériel, hétérogénéité des élèves.

La figure 1 synthétise les domaines d'application de l'IA repérés dans les pratiques des enseignants et enrichis par les apports de la littérature.



**Figure 1. Domaines d'application de l'IA selon les enseignants**

Source : Conception de l'auteur.

L'analyse de la figure montre que l'usage de l'IA dépasse largement la seule création d'exercices. Les enseignants ont tiré parti de la génération de résumés de cours, de la réécriture de notions complexes dans un langage plus accessible, et de la traduction de certains contenus dans des formes plus proches de la culture locale. En physique, par exemple, un enseignant a utilisé ChatGPT pour simplifier la loi d'Ohm en l'associant à une analogie hydraulique adaptée au quotidien des élèves. Ces choix

renforcent la fonction médiatrice de l'enseignant, telle que définie dans la didactique des sciences (Tiberghien, 1997).

## 2.2. Effets observés sur les pratiques enseignantes et les apprentissages

Les entretiens de fin d'expérimentation et les journaux de bord des enseignants ont permis d'identifier plusieurs effets positifs de l'usage de l'IA, tant sur les pratiques professionnelles que sur l'engagement des élèves. Ces résultats sont synthétisés dans le tableau 3.

**Tableau 3. Effets perçus de l'intégration de l'IA selon les enseignants**

Effet observé	Nombre d'enseignants	Exemple rapporté
Gain de temps dans la planification	4	« Je prépare plus vite et je peux varier les supports mieux qu'avant »
Renforcement de la connaissance académique	2	« Je peux apprendre certains notions que je ne maîtrise pas »
Amélioration de la visualisation des savoirs	3	« Les élèves comprennent plus vite avec les images ou schémas. »
Augmentation de l'engagement élève	4	« Ils sont curieux, posent plus de questions et participent plus qu'avant. »
Diversification des approches pédagogiques	3	« Je peux proposer plusieurs façons d'expliquer la même notion. »
Renforcement de l'autonomie professionnelle	1	« Je me sens plus capable d'innover, même seul. »
Meilleure différenciation entre les niveaux	2	« Avec ChatGPT, je peux adapter les consignes plus facilement. »
Clarification personnelle des contenus enseignés	3	« Ça m'oblige à vérifier, à reformuler, à être plus clair. »

Source : Conception de l'auteur.

Les résultats de cette recherche-action mettent en évidence plusieurs évolutions significatives dans les pratiques enseignantes et dans les comportements des élèves.

Dans un premier temps, les enseignants ont exprimé un sentiment de renforcement professionnel et académique. L'utilisation de ChatGPT a permis une meilleure structuration de leurs séquences pédagogiques, tout en leur offrant des formulations adaptées à leur contexte. Grâce aux simulations interactives PhET, les enseignants de physique-chimie ont pu modéliser des phénomènes abstraits comme la tension, l'énergie ou encore la réaction acide-base, renforçant ainsi la visualisation des concepts. En SVT, des illustrations conçues avec Canva ont permis d'enrichir les supports traditionnels par des schémas interactifs et localisés.

Du côté des apprenants, les retours des enseignants montrent une augmentation marquée de la motivation et de l'engagement en classe. Les enseignants ont signalé une hausse de la participation orale, un intérêt accru pour les activités en classe, et une meilleure mémorisation des contenus. Ces résultats rejoignent les travaux de Holmes et al., qui observent que « L'IA en éducation a le potentiel d'accroître l'engagement des apprenants lorsqu'elle est associée à un encadrement pédagogique approprié » (2019, p. 28). Ces observations rejoignent les travaux de Zawacki-Richter et al. (2019) qui soulignent l'effet mobilisateur de l'IA sur les apprentissages lorsque les outils sont adaptés au niveau cognitif des élèves. Ainsi, l'augmentation de l'engagement des élèves a été particulièrement marquante.

### 2.3. Retours d'expérience : leviers et freins didactiques de l'IA

L'intégration de l'IA a mis en évidence plusieurs leviers didactiques : l'adaptabilité des outils, le gain de temps dans la planification, la valorisation du rôle enseignant. Toutefois, les enseignants ont aussi rapporté des freins : difficulté à évaluer la fiabilité des réponses, charge cognitive initiale, et absence de validation officielle de ces pratiques.

Ces tensions exigent une posture critique et réflexive de la part des enseignants, fondée sur une compréhension fine de leur rôle de médiateur entre l'outil technologique, le savoir à transmettre, et les caractéristiques de leur public (Sensevy, 2011). Le tableau 4 rapporte cette dualité.

**Tableau 4. Leviers et freins à l'intégration de l'IA dans l'enseignement en milieu rural**

<b>Leviers didactiques de l'IA</b>	<b>Obstacles didactiques à l'intégration de l'IA</b>
------------------------------------	--

<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Personnalisation des apprentissages</li><li>▪ Renforcement de l'autonomie de l'enseignant</li><li>▪ Production et diversification des ressources pédagogiques</li><li>▪ Motivation et engagement accrus des élèves</li><li>▪ Déclenchement de réflexivité professionnelle</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Accès limité aux infrastructures (électricité, Internet)</li><li>▪ Compétences pédagogiques et numériques faibles</li><li>▪ Inadéquation ou fiabilité variable des contenus générés</li><li>▪ Absence de cadre institutionnel de validation</li><li>▪ Risque d'effacement de la posture didactique de l'enseignant</li></ul>
---	--

Source : Conception de l'auteur.

Parmi les leviers les plus notables : la possibilité de produire des supports visuels contextualisés, l'assistance à la reformulation didactique, et le déclenchement de réflexivité professionnelle. Quant aux freins, les enseignants ont insisté sur l'absence de cadre institutionnel clair, l'incertitude face à certaines réponses inexactes, et le sentiment d'isolement technique. Ces constats renforcent l'idée qu'une intégration durable et éthique de l'IA dans l'enseignement scientifique nécessite une formation ciblée, un accompagnement local, et une reconnaissance institutionnelle des usages innovants.

### 3. OPPORTUNITÉS ET DÉFIS

L'IA ouvre des perspectives significatives en matière d'accès, d'individualisation et de diversification des apprentissages scientifiques. Malgré ce potentiel, l'appropriation de l'IA par les systèmes éducatifs malgache se heurte à plusieurs entraves majeures comprenant les défis d'ordre structurels, techniques et institutionnels. De même, nous tenons à discuter des enjeux éthiques et didactiques.

#### 3.1. Opportunités transversales offertes par l'IA en éducation scientifique

L'IA ouvre des perspectives significatives en matière d'accès, d'individualisation et de diversification des apprentissages scientifiques. D'un point de vue didactique, elle permet notamment de soutenir la personnalisation de l'enseignement, en adaptant les contenus à des profils d'élèves variés, via des dispositifs de feedback automatisé ou de recommandation de ressources. Dans des contextes où les enseignants sont peu formés à la différenciation pédagogique, ces outils peuvent servir de médiateurs utiles dans la régulation des apprentissages (Luckin et al., 2016 ; Holmes et al., 2019).

Par ailleurs, l'IA peut faciliter l'autoformation des enseignants dans des environnements professionnels isolés, comme c'est le cas en milieu rural malgache. L'accès à des plateformes génératives (comme ChatGPT), à des bibliothèques

virtuelles, ou à des simulateurs permet d'enrichir les connaissances disciplinaires et de diversifier les approches pédagogiques. Ces dispositifs encouragent également une posture plus réflexive, en incitant les enseignants à confronter leurs pratiques à d'autres formulations, à expliciter les choix didactiques, et à élaborer des supports adaptés.

Enfin, l'IA peut participer à la réduction des inégalités d'accès au savoir scientifique, à condition qu'elle soit utilisée comme un complément aux pratiques pédagogiques, et non comme un substitut. Loin d'un effet de mode, il s'agit ici d'un levier potentiel d'équité cognitive, si son intégration est pensée dans une logique inclusive, contextuelle et durable.

### **3.2. Défis structurels, techniques et institutionnels**

Malgré ce potentiel, l'appropriation de l'IA par les systèmes éducatifs malgache se heurte à plusieurs entraves structurelles majeures. Le premier obstacle réside dans la faiblesse des infrastructures numériques : accès irrégulier à l'électricité, instabilité de la connexion internet, obsolescence des équipements, et absence d'environnements numériques de travail dans les établissements secondaires. Ces contraintes limitent l'usage quotidien des outils, et peuvent même dissuader les enseignants d'y investir du temps.

Un deuxième défi est d'ordre institutionnel. À l'heure actuelle, l'IA ne figure ni dans les programmes officiels de formation initiale des enseignants, ni dans les référentiels pédagogiques du ministère. Il en résulte une absence de cadre de légitimation pour son usage en classe, ce qui laisse les enseignants sans repères ni soutien hiérarchique pour intégrer ces outils dans leurs pratiques.

Par ailleurs, la fracture numérique reste criante entre zones urbaines et zones rurales. Si certaines écoles urbaines commencent à expérimenter l'IA dans des projets pilotes, la majorité des établissements ruraux en est encore à un stade d'initiation aux TIC. Ce constat rejoint les mises en garde de l'UNESCO (2021) et de Zawacki-Richter et al. (2019) pour qui, sans politiques « volontaristes d'équité numérique » incluant l'équipement, la décentralisation et l'accompagnement, le risque est grand de voir les technologies émergentes comme l'IA « creuser les écarts » plutôt que de les réduire, créant un « nouveau déterminisme social ».

### **3.3. Enjeux éthiques et didactiques liés à l'usage de l'IA**

L'utilisation de l'IA dans l'enseignement des sciences pose également des questions éthiques et didactiques fondamentales. L'un des premiers risques est la reproduction, voire l'amplification, de biais dans les contenus générés. Les modèles linguistiques, comme ceux utilisés dans les outils de type ChatGPT, peuvent produire

des formulations inexactes, culturellement inappropriées ou scientifiquement discutables. Le rôle de l'enseignant comme filtre, interprète et transpositeur du savoir devient donc encore plus central (Chevallard, 1985 ; Sensevy, 2011).

Un autre enjeu concerne la validation des contenus. En l'absence de mécanismes de contrôle ou d'instances d'homologation des productions IA, les enseignants sont seuls responsables de l'évaluation de la qualité des ressources. Cela suppose des compétences didactiques avancées, en particulier en matière de vérification, d'analyse conceptuelle et de scénarisation pédagogique.

Enfin, l'usage de l'IA soulève la question de la protection des données : que deviennent les requêtes soumises par les enseignants ? Peut-on garantir la confidentialité des contenus produits en milieu scolaire ? Et surtout, comment protéger les élèves d'une exposition involontaire à des algorithmes dont ils ne maîtrisent ni la logique ni les finalités ? Ces interrogations ne sont pas anodines : elles conditionnent la légitimité, la durabilité et l'acceptabilité sociale des technologies d'IA dans l'école publique.

#### **4. RECOMMANDATIONS**

Les résultats de cette recherche-action mettent en lumière le potentiel pédagogique de l'intelligence artificielle lorsqu'elle est utilisée de manière didactiquement pertinente en milieu rural. Toutefois, pour une intégration efficace, un accompagnement multiniveaux est indispensable, impliquant les institutions éducatives, les enseignants et les développeurs d'outils. C'est dans cette perspective systémique que s'inscrivent les recommandations suivantes.

##### **4.1. Pour les institutions éducatives**

L'intégration réfléchie de l'IA dans l'enseignement ne saurait se faire sans un soutien institutionnel fort. Les programmes de formation initiale et continue des enseignants doivent inclure des modules spécifiques sur les usages pédagogiques de l'IA, en les abordant non pas sous un angle purement technologique, mais en lien étroit avec les enjeux didactiques propres à chaque discipline.

Il est également primordial de proposer des outils et plateformes fonctionnant hors ligne ou en mode déconnecté, mieux adaptés aux réalités du milieu rural. Par ailleurs, les institutions se doivent de reconnaître la valeur des pratiques innovantes issues de l'usage de l'IA en classe, que ce soit par une valorisation au sein des dispositifs de carrière ou par la diffusion de ces pratiques dans des communautés d'apprentissage. Enfin, l'établissement d'un cadre national clair et éthique est indispensable pour régir l'utilisation de l'IA, notamment en ce qui concerne la protection des données et la validation des ressources.

## 4.2. Pour les enseignants de sciences

Pour que l'intelligence artificielle devienne un véritable levier d'amélioration de l'enseignement, les enseignants doivent être soutenus dans le développement d'une posture à la fois exploratoire et critique. Notre expérimentation a révélé que même sans formation initiale spécifique à l'IA, les enseignants parviennent à l'intégrer de façon créative dans leur planification pédagogique dès lors qu'ils adoptent une démarche de recherche et d'ajustement progressif, malgré un manque évident de formation initiale.

Il est donc crucial de promouvoir, chez les enseignants, une culture professionnelle de l'expérimentation didactique, en s'appuyant sur les outils d'IA comme aide à la reformulation des savoirs, à la conception d'exemples contextualisés ou à l'élaboration de supports visuels. Une posture réflexive demeure toutefois essentielle, tant pour évaluer la pertinence des contenus générés que pour les adapter au niveau et au contexte des élèves.

## 4.3. Pour les développeurs d'outils IA et partenaires techniques

L'impact positif de l'intelligence artificielle sur l'enseignement des sciences en milieu rural dépendra grandement de sa capacité à s'adapter au contexte local. Les outils ne doivent pas seulement être ergonomiques et peu gourmands en données ; ils se doivent aussi d'être multilingues, flexibles et ancrés dans les programmes nationaux.

Il est fondamental d'impliquer directement les enseignants ruraux dans la conception, les tests et l'amélioration continue de ces dispositifs. De même, les développeurs doivent veiller à fournir des contenus contextualisés, qui reflètent les réalités sociales, culturelles et environnementales des apprenants. Ce n'est qu'à cette condition que l'IA pourra réellement devenir un outil de démocratisation des savoirs scientifiques, et non un facteur supplémentaire d'exclusion ou de standardisation des apprentissages. En somme, toute politique d'intégration de l'IA dans le système éducatif rural doit être guidée par des principes d'équité, de transparence et de réflexivité, garantissant ainsi que la technologie soit un levier d'inclusion et de justice cognitive, et non une source de nouvelles disparités.

## CONCLUSION

Cette recherche-action a démontré le rôle prometteur de l'intelligence artificielle pour soutenir l'enseignement des sciences en milieu rural, notamment à Madagascar. Malgré les contraintes infrastructurelles et les besoins en formation, l'expérimentation a révélé que des outils comme ChatGPT, PhET et Canva peuvent

enrichir significativement la planification pédagogique, améliorer la compréhension des élèves et renforcer leur motivation.

Au-delà des observations empiriques, cette recherche a permis de dégager un ensemble d'opportunités et de limites qui méritent d'être considérés si l'on veut inscrire l'IA dans une stratégie d'amélioration de l'enseignement des sciences. Les recommandations formulées pour les enseignants, les institutions et les développeurs visent à baliser le chemin vers une démocratisation des savoirs scientifiques, en faisant de la technologie un vecteur d'inclusion et de justice cognitive pour tous les apprenants.

Ce travail ouvre également des pistes pour d'autres recherches futures notamment l'analyse comparative des effets de différents outils IA, l'étude de leur impact à moyen terme sur les acquis des élèves, ou encore l'élaboration de dispositifs de formation didactique intégrant l'IA comme ressource pédagogique.

## **REMERCIEMENTS**

Nous exprimons notre profonde gratitude à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail. Nous remercions chaleureusement les enseignants participant pour leur engagement, leur ouverture et leur précieuse collaboration tout au long de l'expérimentation. Leur implication a été essentielle à la réussite de cette étude. Nous souhaitons également adresser nos remerciements aux directions de ces établissements pour leur accueil et leur soutien logistique, ainsi qu'aux autorités éducatives locales pour leur bienveillance.

Nos remerciements vont particulièrement à l'École Normale Supérieure et à l'Université de Fianarantsoa pour leur appui institutionnel et logistique dans la mise en œuvre de ce projet.

Enfin, nous saluons le comité scientifique et les organisateurs du Colloque international : « L'Afrique à l'ère de l'intelligence artificielle : Enjeux et défis pour un développement durable et inclusif », San Pedro, Côte d'Ivoire, 6 – 9 Mai 2025, pour l'opportunité offerte de partager ce travail et pour la qualité de leur accompagnement scientifique.

## **BIBLIOGRAPHIE**

ALTRICHTER Herbert, KEMMIS Stephen, MCTAGGART Robin et ZUBER-SKERRITT Ortrun, 2002, « The concept of action research », The Learning Organization, 9(3), 125–131. <https://doi.org/10.1108/09696470210428840>

ASTOLFI Jean-Pierre, 1992, L'erreur, un outil pour enseigner, Paris, Hachette Éducation.

BROUSSEAU Guy, 1998, Théorie des situations didactiques, Grenoble, La Pensée sauvage.

BRU Marc, 2002, Pratiques enseignantes et gestion de la classe, Bruxelles, De Boeck.

CHEVALLARD Yves, 1985, La transposition didactique : Du savoir savant au savoir enseigné, Grenoble, La Pensée Sauvage.

GILBERT John et JUSTI Rosària, 2016, Modelling-based Teaching in Science Education, Springer.

HOLMES Wayne, BIALIK Maya et FADEL Charles, 2019, Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning, [En ligne], Boston, Center for Curriculum Redesign. <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/AI-in-Education.pdf>. Consulté le 21/05/2025.

HOLMES Wayne, NTIM Samuel, HASSAN Hilary et MOHAMED Ali, 2022, AI and Education: Guidance for Policy-Makers, [En ligne], Paris: UNESCO, <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381136>. Consulté le 11/05/2025.

KARSENTI Thierry, 2018, Intelligence artificielle en éducation : L'urgence de préparer les futurs enseignants aujourd'hui pour l'école de demain ?, Formation et profession, 26(3), 112-119. <http://dx.doi.org/10.18162/fp.2018.a159>

LUCKIN Rose, HOLMES Wayne, GRIFFITHS Mark et FORCIER Laurie, 2016, Intelligence Unleashed: An argument for AI in Education, [En ligne], London: Pearson Education. <https://www.pearson.com/content/dam/corporate/global/pearson-dot-com/files/innovation/Intelligence-Unleashed-Publication.pdf>. Consulté le 09/05/2025.

MARTINAND Jean-Louis, 1992, Enseignement et apprentissage de la modélisation en science, INRP.

MILES Matthew, HUBERMAN Michael et SALDAÑA Johnny, 2014, Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook, 3e édition, Thousand Oaks, CA : SAGE Publications.

RUSSELL Stuart et NORVIG Peter, 2021, Artificial Intelligence: A Modern Approach, 4e édition, London, Pearson Education.

SENSEVY Gérard, 2011, *Le sens du savoir. Éléments pour une théorie de l'action conjointe en didactique*, Bruxelles, De Boeck.

TIBERGHIEU Andrée, 1997, « Construction de connaissances et travail de l'enseignant en physique », *Didaskalia*, 11, 17–32.

UNESCO, 2017, *Teaching and Learning: Achieving Quality for All. Global Monitoring Report 2017/18*, [En ligne], Paris, UNESCO, <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000259338>. Consulté le 23/05/2025.

UNESCO, 2021, *AI and Education: Guidance for Policy-Makers*, [En ligne], Paris, UNESCO, <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381136>. Consulté le 20/05/2025.

UNICEF, 2022, *Artificial Intelligence and Education in Africa: Challenges and Opportunities*, [En ligne], New York, UNICEF. <https://www.unicef.org/esa/reports/artificial-intelligence-and-education-africa>. Consulté le 21/05/2025.

ZAWACKI-RICHTER Olaf, MARÍN Victoria, BOND Melissa et GOUVERNEUR Franck, 2019, « Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? », *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 1–27. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>