

*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**

**OPTIMISATION DE LA RECHERCHE EN AFRIQUE PAR L'IA :  
CLASSIFICATION DES SIGNAUX EEG VIA LE MACHINE LEARNING**

**OPTIMIZING RESEARCH IN AFRICA USING AI: EEG SIGNAL  
CLASSIFICATION THROUGH MACHINE LEARNING APPROACHES**

**Yacouba OUATTARA<sup>1\*</sup>, Niemtiah OUATTARA<sup>1</sup>, Taki Romaric YIAN<sup>1</sup>, Koffi  
Mathias YAO<sup>1</sup> et Soualiho OUATTARA<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>UPR Neurosciences, Laboratoire de Biologie et Santé, UFR Biosciences, Université Félix  
Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire.*

*<sup>2</sup>Laboratoire de Physiologie et d'Explorations Fonctionnelles, UFR Sciences Médicales, Université  
Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire*

*\*Auteur correspondant ; E-mail : [yacouba.ouattara@ufhb.edu.ci](mailto:yacouba.ouattara@ufhb.edu.ci) Contact : (225) 0556383000*

**Résumé**

L'électroencéphalographie (EEG) combinée à l'intelligence artificielle (IA) ouvre la voie à de nouvelles méthodes d'analyse des processus cognitifs, en particulier dans les régions du monde où l'accès aux outils de diagnostic avancés demeure restreint. En Afrique, cette combinaison représente une opportunité majeure d'améliorer l'efficacité, la précision et la reproductibilité de la recherche en neurosciences cognitives. Cette étude explore une approche reposant sur l'enregistrement de signaux EEG durant une tâche simple (alternance yeux ouverts / yeux fermés), suivie d'un traitement de signal avancé et d'une classification automatique via l'algorithme Random Forest. Après filtrage des signaux bruts, la densité spectrale de puissance est estimée à l'aide de la méthode de Welch, permettant de calculer les puissances dans les bandes Alpha et Thêta, largement reconnues pour refléter les états attentionnels et cognitifs. Ces puissances sont ensuite transformées en mesures relatives normalisées. En exploitant ces caractéristiques, le modèle Random Forest a pu distinguer les deux états avec une précision finale de 91,7 %, validée par un F1-score global de 92 %. Ces résultats démontrent la faisabilité d'un protocole EEG + IA dans des environnements à faibles ressources, tout en fournissant des outils de diagnostic et d'analyse prometteurs pour l'éducation, la santé mentale et la neurologie en Afrique.

**Mots-clés :** EEG, intelligence artificielle, Random Forest, cognition, Afrique

**Abstract**

The combination of Electroencephalography (EEG) and artificial intelligence (AI) paves the way for new methods of analyzing cognitive processes, particularly in regions where access to advanced diagnostic tools is limited. In Africa, for example, this combination offers a significant opportunity to improve the efficiency, accuracy, and reproducibility of cognitive neuroscience research. This

study explores an approach involving EEG signal recording during a simple task (alternating between opening and closing the eyes), followed by advanced signal processing and automatic classification using the Random Forest algorithm. After filtering the raw signals, power spectral density is estimated using Welch's method to calculate power values in the Alpha and Theta bands, which are both widely recognized as indicators of attentional and cognitive states. These power values are then transformed into normalized relative measures. Using these features, the Random Forest model successfully distinguished between the two states, achieving a final accuracy of 91.7%, and an overall F1-score of 92%. These results demonstrate the feasibility of an EEG + AI protocol in low-resource settings while providing promising diagnostic and analytical tools for education, mental health, and neurology in Africa.

**Keywords** : EEG, artificial intelligence, random forest, cognition, Africa

## **INTRODUCTION**

L'intelligence artificielle (IA) n'est plus une promesse, mais une réalité qui transforme en profondeur la recherche scientifique en offrant des solutions concrètes pour l'analyse de données massives et complexes (Gao et Wang, 2023). En neurosciences cognitives, l'IA permet de mieux comprendre les mécanismes cérébraux associés à des états mentaux variés, allant de l'attention à la mémoire de travail (Abiri et al., 2019). À l'échelle mondiale, son application est déjà bien établie dans des domaines variés, de l'analyse des séquences génomiques (Dixit et al., 2024) à l'interprétation des images médicales (Winkel et al., 2019). Dans le champ des neurosciences, le couplage de l'IA avec l'électroencéphalographie (EEG) a démontré un potentiel remarquable pour la détection précoce de pathologies comme l'épilepsie (Rukhsar et Tiwari, 2023) ou la maladie d'Alzheimer (Wang et al., 2025), et pour le développement d'interfaces Cerveau-Machine destinées à l'apprentissage personnalisé ou à la rééducation neurologique (Zhang et al., 2020).

Cependant, en Afrique, malgré un potentiel immense, l'application conjointe de l'IA et de l'EEG demeure encore largement embryonnaire, en raison de lacunes notables en matière d'infrastructures, de données locales et de compétences techniques (Yakubu et al., 2025). Des initiatives pionnières existent, comme le déploiement de diagnostics EEG sur tablette en Guinée pour les patients épileptiques (Sokolov et al., 2022) ou le développement d'un jeu de données EEG au Nigéria pour le diagnostic de la schizophrénie (Olateju et al., 2023). Ces projets soulignent une tendance claire, mais révèlent aussi un décalage : les données sont souvent collectées sans que des outils d'IA soient appliqués pour en exploiter toute la richesse. Cette faible exploitation des données EEG, couplée à la difficulté de traiter manuellement de grands volumes de signaux et à l'absence d'outils adaptés

aux contextes pathologiques et cognitifs locaux, constitue un obstacle majeur qui freine la progression scientifique sur le continent.

L'optimisation de ces processus de recherche par l'IA est donc essentielle pour maximiser l'impact scientifique, accélérer les découvertes et contribuer à un développement durable et inclusif pour les populations africaines. Cette étude propose d'aborder ces défis en démontrant comment l'IA peut automatiser et accélérer l'analyse EEG, améliorer la précision de l'interprétation et faciliter le développement d'outils de prédiction et diagnostic adaptés.

Plus spécifiquement, le but de cette étude est de démontrer que même avec un matériel relativement simple, tel qu'un casque EEG, et en utilisant des outils open source comme Python et Scikit-learn, il est possible de développer des systèmes fiables de classification cognitive, contribuant ainsi à l'essor d'une recherche plus inclusive.

## **1. MATÉRIELS ET MÉTHODES**

### **1.1. Données EEG**

Les signaux EEG ont été collectés au moyen d'un casque EEG à 8 canaux sur une durée de 5 minutes, soit environ 75 000 points par canal (fréquence d'échantillonnage de 250 Hz). Le signal a été segmenté en 300 échantillons de 1 seconde chacun, conformément aux recommandations de la littérature qui privilégie des fenêtres temporelles courtes (1–2 s) pour améliorer la stabilité et l'indépendance des segments EEG (Lotte et al., 2007). Chaque segment a ensuite été étiqueté selon l'état de l'utilisateur (1 = yeux ouverts, 0 = yeux fermés), alternant toutes les 30 secondes selon un protocole préétabli. Ce paradigme (yeux ouverts / yeux fermés) est reconnu comme l'un des plus robustes pour mettre en évidence des variations d'activité dans les bandes alpha et thêta (Barry et al., 2007). La répartition finale comprend 180 échantillons yeux ouverts et 120 yeux fermés.

### **1.2. Prétraitement des signaux**

Un filtre passe-bande (4–60 Hz) a été appliqué pour extraire les fréquences d'intérêt, ainsi qu'un filtre notch à 50 Hz pour éliminer les interférences électriques. Le signal a ensuite été traité avec la méthode de Welch afin d'estimer la densité spectrale de puissance (PSD), ce qui permet une estimation robuste et lissée de l'énergie cérébrale distribuée par fréquence (Welch, 1967).

### **1.3. Extraction des caractéristiques**

Les puissances absolues dans les bandes Thêta (4–8 Hz) et Alpha (8–12 Hz) ont été calculées à partir du spectre PSD, ces deux bandes étant bien établies comme indicateurs de charge cognitive et d'état de vigilance (Klimesch, 1999). Ces valeurs

ont été transformées en puissances relatives pour chaque canal, selon les formules suivantes :

$$\begin{aligned} \text{Puissance relative Alpha} &= \frac{P_{\alpha}}{P_{\alpha} + P_{\theta}} \\ \text{Puissance relative Theta} &= \frac{P_{\theta}}{P_{\theta} + P_{\alpha}} \end{aligned} ,$$

**Numérateur ( $P_{\alpha}$ ,  $P_{\theta}$ ) :** C'est la puissance des ondes alpha ou Thêta.

**Dénominateur ( $P_{\theta}+P_{\alpha}$ ) :** C'est la somme de la puissance des ondes Thêta et de la puissance des ondes Alpha. Cela représente l'activité totale dans ces deux bandes de fréquence combinées.

Chaque segment EEG devient alors un vecteur de 16 dimensions (2 bandes pour chacun des 8 canaux analysés).

#### **1.4. Classification par Random Forest**

L'ensemble des vecteurs caractéristiques a été utilisé pour entraîner un modèle Random Forest comprenant 100 arbres décisionnels, une méthode réputée pour sa robustesse et sa capacité à gérer des données bruitées comme celles issues de l'EEG (Lotte et al., 2007). Le modèle a été divisé en un jeu d'entraînement (80 %) et un jeu de test (20 %). Le vote majoritaire des arbres a été utilisé pour déterminer la classe finale prédite.

#### **1.5. Évaluation du modèle**

Afin d'évaluer la performance, la robustesse et la capacité de généralisation de notre modèle de classification Random Forest, une stratégie d'évaluation rigoureuse en deux temps a été employée, s'appuyant sur plusieurs métriques standards.

##### **1.5.1. Validation durant l'entraînement (Validation croisée)**

Pour obtenir une estimation fiable et stable de la performance du modèle et pour prévenir le surapprentissage (overfitting) lié à une simple division des données, une procédure de validation croisée à k-plis (k-fold cross-validation) a été mise en œuvre sur l'ensemble d'entraînement. Nous avons utilisé une configuration à 5 plis (k=5). L'ensemble d'entraînement a été divisé en cinq sous-ensembles de taille égale. Le modèle a été entraîné séquentiellement cinq fois, en utilisant à chaque itération quatre sous-ensembles pour l'entraînement et le sous-ensemble restant pour la validation. La performance finale de cette étape est la moyenne des précisions (accuracy) obtenues sur les cinq plis, conformément à la méthodologie décrite par Kohavi (1995), largement adoptée dans l'évaluation de modèles d'apprentissage automatique.

### 1.5.2 Test final et métriques de performance

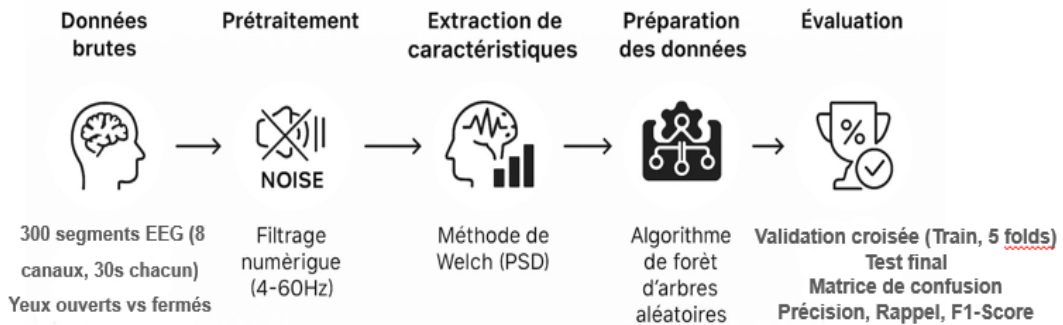
Après l'entraînement et la validation, la performance finale et la capacité de généralisation du modèle ont été mesurées sur l'ensemble de test, qui n'a jamais été utilisé durant les phases d'entraînement ou de validation. Cette étape fournit une mesure non biaisée de la manière dont le modèle se comportera sur de nouvelles données.

Pour quantifier de manière détaillée la performance de la classification, nous avons utilisé plusieurs métriques standards, dérivées de la matrice de confusion. La matrice de confusion visualise les performances en croisant les prédictions du modèle avec les véritables étiquettes, et dénombre les Vrais Positifs (VP), Vrais Négatifs (VN), Faux Positifs (FP) et Faux Négatifs (FN). Les métriques clés, telles que définies par Kumari et al. (2022), sont l'Exactitude, la précision, le rappel et le F1-score (Tableau 1).

**Tableau 1 : Métrique d'évaluation (Kumari et al., 2022).**

Métrique	Formule	Description
Accuracy (exactitude)	$\frac{VP + VN}{VP + VN + FP + FN}$	Proportion globale de prédictions correctes.
Précision	$\frac{\text{Vrai Positif}}{\text{Vrai Positif} + \text{Faux Positif}}$	Proportion de prédictions positives correctes parmi toutes les prédictions positives.
Rappel (Recall)	$\frac{\text{Vrai Positif}}{\text{Vrai Positif} + \text{Faux Négatif}}$	Proportion d'instances positives correctement identifiées (sensibilité).
F1-score	$2 \times \frac{\text{Précision} \times \text{Rappel}}{\text{Précision} + \text{Rappel}}$	Moyenne harmonique de la Précision et du Rappel.

---



**Figure 1** : Pipeline méthodologique pour la classification des signaux EEG.

### 3. RÉSULTATS

Cette section présente les performances quantitatives du modèle Random Forest entraîné pour la classification des états "yeux ouverts" vs "yeux fermés" à partir des signaux EEG. L'évaluation a été menée sur l'ensemble de test, composé de données que le modèle n'avait jamais rencontrées durant son entraînement.

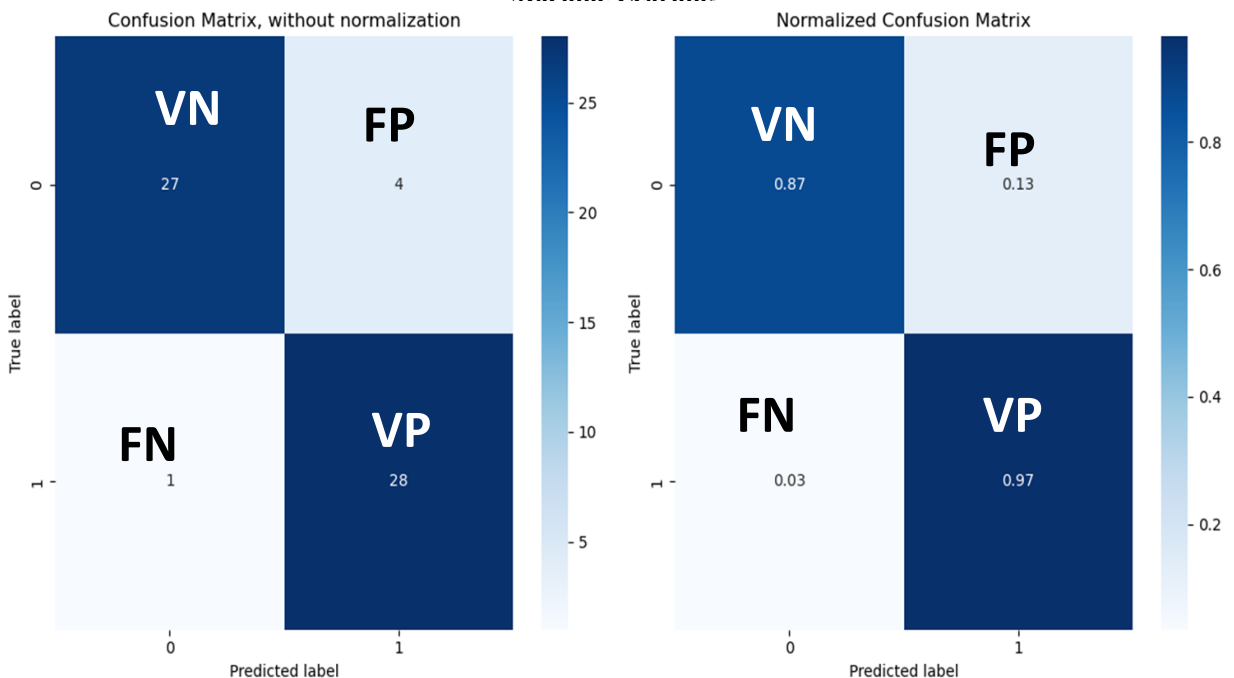
#### 3.1. Performance globale du modèle

Le modèle a démontré une performance globale élevée. Lors de la phase d'entraînement, la validation croisée à 5 plis a indiqué une précision moyenne de 89,6 %, suggérant une bonne capacité d'apprentissage et une robustesse initiale. Cette performance a été confirmée et même améliorée lors du test final sur l'ensemble de données indépendant, où le modèle a atteint une précision finale de 91,7 %. Ce résultat indique que le modèle est capable de généraliser efficacement et de classifier correctement l'état cérébral dans plus de neuf cas sur dix à partir de nouvelles données EEG.

#### 3.2. Analyse détaillée par la matrice de confusion

Pour une analyse plus fine des types de prédictions, les matrices de confusion brute et normalisée ont été générées (Figure 2). La matrice normalisée, qui exprime les résultats en proportion de la classe réelle, est particulièrement informative.

## Optimisation de la recherche en Afrique par l'IA : Classification des signaux EEG via le Machine Learning



**Figure 2 :** Matrice de confusion brute (gauche) et normalisée (droite) pour la classification des états EEG sur l'ensemble de test. La diagonale principale vrai négatif et vrai positif (VN et VP) montre les prédictions correctes, avec 27 segments « yeux fermés » et 28 segments « yeux ouverts » correctement classés. Les erreurs de classification sont limitées, avec 4 faux positifs (FP), segments « yeux fermés » prédits comme « yeux ouverts », et 1 faux négatif (FN), segment « yeux ouverts » prédit comme « yeux fermés ». La version normalisée confirme ces résultats, indiquant un taux de vrais positifs de 97 % et un taux de vrais négatifs de 87 %.

L'analyse de la matrice de confusion normalisée (Figure 2, droite) met en évidence une bonne capacité discriminative du modèle. La classe « yeux ouverts » (label 1) est identifiée avec une efficacité particulièrement élevée, atteignant un taux de vrais positifs (VP) de 97 %. De son côté, la classe « yeux fermés » (label 0) est également bien reconnue, avec un taux de vrais négatifs (VN) de 87 %. Les erreurs de classification demeurent limitées : seuls 3 % des échantillons « yeux ouverts » sont confondus avec des « yeux fermés » (faux négatifs, FN). L'erreur la plus fréquente, bien que modérée, concerne la classification de certains états « yeux fermés » comme « yeux ouverts », représentant 13 % de faux positifs (FP).

### 3.3. Analyse détaillée des performances par classe

Pour traduire les comptages bruts de la matrice de confusion en mesures de performance standardisées nous avons décomposé la performance pour chaque classe en se basant directement sur les valeurs de Vrais/Faux Positifs et Négatifs.

Pour la classe « yeux ouverts » (label 1), le rappel atteint 97 %, confirmant que le modèle identifie presque toujours correctement un véritable état « yeux ouverts ». La précision, quant à elle, est de 88 %, ce qui signifie que lorsque le modèle prédit « yeux ouverts », il se trompe rarement. Pour la classe « yeux fermés » (label 0), la précision est particulièrement élevée, à 96 %, indiquant que les prédictions associées à cet état sont extrêmement fiables. Le rappel pour cette classe s'établit à 87 %, reflétant la capacité du modèle à détecter correctement la majorité des segments correspondant aux yeux fermés. Enfin, le F1-score global atteint 92 %, ce qui correspond à la moyenne harmonique entre la précision et le rappel. Ce résultat confirme que le modèle présente une performance robuste et équilibrée sur les deux classes.

## 4. DISCUSSION

Les résultats de cette étude valident de manière probante la pertinence et l'efficacité d'un pipeline combinant EEG et intelligence artificielle, même dans un contexte où les ressources matérielles et logicielles sont optimisées pour l'accessibilité. L'obtention d'une précision globale de 91,7 % sur des données inconnues démontre que la méthode proposée, de l'extraction de caractéristiques par la méthode de Welch à la classification par Random Forest, est non seulement simple et reproductible, mais aussi capable de capturer des états cognitifs élémentaires avec un haut niveau de fiabilité.

Au-delà de la précision globale, l'analyse détaillée des métriques par classe est particulièrement révélatrice. Le rappel de 97 % pour l'état "yeux ouverts" est particulièrement prometteur pour des applications cliniques. En effet, un rappel élevé est fondamental dans des scénarios où le coût d'un faux négatif (manquer un événement) est critique, comme la détection de pointes épileptiques ou d'anomalies EEG transitoires pouvant être des biomarqueurs d'AVC (Agius Anastasi et al., 2017). Cette performance se compare favorablement aux travaux de Lawhern et al. (2018), qui ont obtenu des résultats similaires mais en s'appuyant sur des systèmes EEG haute densité beaucoup plus complexes. De même, la Précision de 96% pour l'état "yeux fermés" indique que lorsque le modèle identifie cet état, sa prédiction est extrêmement fiable. Par ailleurs, le choix de l'algorithme Random Forest s'avère ici particulièrement pertinent. En tant que méthode d'ensemble, il combine plusieurs arbres de décision afin de réduire la variance et d'améliorer la stabilité des prédictions, ce qui le rend naturellement robuste au bruit et aux artefacts

fréquemment observés dans les signaux EEG (Breiman, 2001). Contrairement à des modèles plus sensibles comme la régression logistique ou les machines à vecteurs de support (SVM), Random Forest tolère mieux les données bruitées et les déséquilibres entre classes, tout en offrant une interprétabilité relative grâce à l'analyse de l'importance des variables (Lotte et al., 2007). De plus, son faible risque de surapprentissage par rapport à un arbre unique en fait un choix adapté dans le cadre d'un échantillon limité comme celui de notre étude. Ainsi, Random Forest combine robustesse, précision et généralisation, des qualités essentielles pour des applications EEG + IA en contexte de recherche avec ressources contraintes.

Ces résultats ne constituent pas seulement une validation technique ; ils représentent une avancée significative vers la démocratisation de la recherche en neurosciences. L'utilisation d'un casque EEG grand public, combinée à une architecture logicielle entièrement open-source (Python, Scikit-learn), confirme la possibilité de développer des applications pratiques en diagnostic cognitif, en suivi de l'attention ou en éducation personnalisée (Makeig et al., 2004) sans nécessiter d'investissements prohibitifs. Cette approche simple et à faible coût rend la solution directement transférable et adaptable aux institutions de recherche et de santé africaines disposant de moyens modestes, favorisant ainsi une souveraineté technologique et scientifique.

Il est cependant essentiel de reconnaître les limites de cette étude afin de tracer des perspectives de recherche claires. La tâche de classification (yeux ouverts vs fermés) est une tâche binaire de base. Bien qu'elle soit excellente pour la validation de principe, la complexité de l'analyse de troubles neurologiques ou d'états cognitifs supérieurs (comme la charge mentale durant une tâche STEM) exigera des modèles plus sophistiqués, notamment les approches de deep learning, qui ont montré leur efficacité pour extraire des représentations hiérarchiques et robustes des signaux EEG (Craik et al., 2019).

Les perspectives futures sont donc triples. Il s'agira d'abord de tester ce pipeline sur des données cliniques locales, par exemple sur des cohortes de patients ayant subi un AVC, afin d'évaluer sa performance en conditions réelles. Ensuite, il conviendra d'enrichir le modèle en explorant des caractéristiques EEG plus complexes, telles que les mesures de connectivité fonctionnelle entre les canaux ou l'entropie du signal, qui pourraient révéler des informations inaccessibles via la seule analyse spectrale. Enfin, il sera pertinent de comparer les performances du Random Forest à d'autres algorithmes, notamment à des approches par apprentissage profond (Deep Learning) comme les réseaux de neurones convolutifs (CNN), tout en évaluant le compromis entre le gain potentiel de performance et l'augmentation des besoins en ressources de calcul.

## CONCLUSION

Cette étude démontre que la combinaison de l'électroencéphalographie et de l'intelligence artificielle peut servir de levier pour moderniser et démocratiser la recherche neuroscientifique en Afrique. L'approche proposée offre un modèle reproductible, économique et techniquement accessible. À l'avenir, les recherches pourront s'orienter vers l'identification de biomarqueurs pour des pathologies spécifiques, la création de bases de données EEG africaines, et le déploiement d'outils pédagogiques adaptatifs. Ce travail s'inscrit pleinement dans les objectifs de développement durable liés à la santé et à l'éducation.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abiri, R., Borhani, S., Sellers, E. W., Jiang, Y., & Zhao, X. 2019, « A comprehensive review of EEG-based brain-computer interface paradigms », *Journal of Neural Engineering*, vol. 16, n° 1, p. 011001. <https://doi.org/10.1088/1741-2552/aaf12e>
- Agius Anastasi, A., Falzon, O., Camilleri, K., Vella, M., & Muscat, R., 2017, « Brain symmetry index in healthy and stroke patients for assessment and prognosis », *Stroke Research and Treatment*, vol. 2017, n° 1, p. 8276136.
- Barry, R. J., Clarke, A. R., Johnstone, S. J., Magee, C. A., & Rushby, J. A. (2007). EEG differences between eyes-closed and eyes-open resting conditions. *Clinical neurophysiology : official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 118(12), 2765–2773. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2007.07.028>
- Breiman, L., 2001, « Random forests », *Machine Learning*, vol. 45, n° 1, p. 5-32. <https://doi.org/10.1023/A:1010933404324>
- Craik, A., He, Y., & Contreras-Vidal, J. L. (2019). Deep learning for electroencephalogram (EEG) classification tasks: a review. *Journal of neural engineering*, 16(3), 031001. <https://doi.org/10.1088/1741-2552/ab0ab5>
- Dixit, S., Kumar, A., Srinivasan, K., Vincent, P. M. D. R., & Ramu Krishnan, N, 2024, « Advancing genome editing with artificial intelligence: opportunities, challenges, and future directions », *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, vol. 11, p. 1335901. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2023.1335901>
- Gao, J., & Wang, D. (2023). Quantifying the benefit of artificial intelligence for scientific research. *arXiv preprint arXiv:2304.10578*.

Klimesch, W., 1999, « EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis », *Brain Research Reviews*, vol. 29, n° 2-3, p. 169-195. [https://doi.org/10.1016/s0165-0173\(98\)00056-3](https://doi.org/10.1016/s0165-0173(98)00056-3)

Kohavi, R. (1995). A study of cross-validation and bootstrap for accuracy estimation and model selection. *International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI)*, 14(2), 1137–1143.

Kumari, N., Anwar, S., & Bhattacharjee, V., 2022, « A Comparative Analysis of Machine and Deep Learning Techniques for EEG Evoked Emotion Classification », *Wireless Personal Communications*, vol. 128, p. 1-22. <https://doi.org/10.1007/s11277-022-10076-7>

Lawhern, V. J., Solon, A. J., Waytowich, N. R., Gordon, S. M., Hung, C. P., & Lance, B. J., 2018, « EEGNet: a compact convolutional neural network for EEG-based brain-computer interfaces », *Journal of Neural Engineering*, vol. 15, n° 5, p. 056013. <https://doi.org/10.1088/1741-2552/aace8c>

Lotte, F., Congedo, M., Lécuyer, A., Lamarche, F., & Arnaldi, B., 2007, « A review of classification algorithms for EEG-based brain-computer interfaces », *Journal of Neural Engineering*, vol. 4, n° 2, p. R1-R13. <https://doi.org/10.1088/1741-2560/4/2/R01>

Makeig, S., Debener, S., Onton, J., & Delorme, A., 2004, « Mining event-related brain dynamics », *Trends in Cognitive Sciences*, vol. 8, n° 5, p. 204-210. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2004.03.008>

Olateju, E. O., Ayodele, K. P., & Mosaku, S. K., 2023, « Nigerian Schizophrenia EEG Dataset (NSzED) Towards Data-Driven Psychiatry in Africa », *arXiv preprint*, arXiv:2311.18484.

Rukhsar, S., & Tiwari, A. K., 2023, « Lightweight convolution transformer for cross-patient seizure detection in multi-channel EEG signals », *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, vol. 242, p. 107856.

Sokolov, E., Abdoul Bachir, D. H., Sakadi, F., Williams, J., Vogel, A. C., Schaeckermann, M., Tassiou, N., Bah, A. K., Khatri, V., Hotan, G. C., Ayub, N., Leung, E., Fantaneanu, T. A., Patel, A., Vyas, M., Milligan, T., Villamar, M. F., Hoch, D., Purves, S., Esmaeili, B., ... Mateen, F. J., 2020, « Tablet-based electroencephalography diagnostics for patients with epilepsy in the West African Republic of Guinea », *European Journal of Neurology*, vol. 27, n° 8, p. 1570–1577. <https://doi.org/10.1111/ene.14291>

Wang, Y., Huang, N., Mammone, N., Cecchi, M., & Zhang, X., 2025, « LEAD: Large Foundation Model for EEG-Based Alzheimer's Disease Detection », *arXiv preprint*, arXiv:2502.01678.

Welch, P., 1967, « The use of fast Fourier transform for the estimation of power spectra », *IEEE Transactions on Audio and Electroacoustics*, vol. 15, n° 2, p. 70-73. <http://dx.doi.org/10.1109/TAU.1967.1161901>

Winkel, D. J., Heye, T., Weikert, T. J., Boll, D. T., & Stieltjes, B., 2019, « Evaluation of an AI-Based Detection Software for Acute Findings in Abdominal Computed Tomography Scans: Toward an Automated Work List Prioritization of Routine CT Examinations », *Investigative Radiology*, vol. 54, n° 1, p. 55–59. <https://doi.org/10.1097/RLI.0000000000000509>

Yakubu, M., Anazodo, U., Adewole, M., Barfoot, T., Lee, T., Vercauteren, T., ... & Hammers, A. (2025). Themed Challenges to Solve Data Scarcity in Africa: A Proposition for Increasing Local Data Collection and Integration. *arXiv preprint arXiv:2508.00925*.

Zhang, X., Ma, Z., Zheng, H., Li, T., Chen, K., Wang, X., Liu, C., Xu, L., Wu, X., Lin, D., & Lin, H., 2020, « The combination of brain-computer interfaces and artificial intelligence: applications and challenges », *Annals of Translational Medicine*, vol. 8, n° 11, p. 712. <https://doi.org/10.21037/atm.2019.11.109>