



ISSN 1987 – 149X

02 - 07 AOUT 2026

2026

MSAS 2026

15^E SYMPOSIUM MALIEN SUR LES SCIENCES APPLIQUEES

CAHIER DES RÉSUMÉS

THEME :

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET ECONOMIE CIRCULAIRE EN AFRIQUE
POUR UN DEVELOPPEMENT DURABLE ET INCLUSIF

THEME:

ARTIFICIAL INTELLIGENCE, AND CIRCULAR ECONOMY IN AFRICA FOR
SUSTAINABLE AND INCLUSIVE DEVELOPMENT

**QUINZIÈME SYMPOSIUM MALIEN
SUR LES SCIENCES APPLIQUEES**

MSAS EDITIONS

<http://www.msasmali.org>

Email: contact@msasmali.org



Civisme & Bénévolat
mAliWatch

BlueSky
NEGOCES

TABLE DES MATIERES

SESSIONS PLÉNIÈRES	1
L'Intelligence Artificielle au Mali : Du renforcement du capital humain à l'innovation endogène pour un développement durable et inclusif	2
Mycotoxines en Afrique de l'Ouest : une menace silencieuse entre science, économie et gouvernance	2
Les défis et enjeux de la gestion des eaux de surface en Afrique de l'Ouest dans un contexte de changement global	2
Savoirs endogènes et culture : socle des systèmes alimentaires sains et durables	3
Le service public de l'assainissement en Algérie et les perspectives de coopération régionale	3
AGRICULTURE, ÉLEVAGE, PÊCHE.....	5
Relation taille-poids et facteur de condition chez quatre espèces de poisson collectées à la pêche lacustre de Sélingué au Mali.....	6
Contribution à l'étude de post-partum et la relance de la cyclicité chez les vaches dans les élevages périurbains de Bamako.....	6
Évaluation de l'efficacité du fongicide luna tranquility contre l'alternariose (<i>alternaria</i> spp.) de la pomme de terre dans les conditions pédoclimatiques de rgau-msha nommé d'après K.A. Timiriachev, Moscou, Russie.....	6
Précautions de sécurité et risques liés au contact avec le maïs et les mycotoxines	7
Criblage des lignées ouest africaines du sorgho (<i>sorghum bicolor</i> l) à double usage vis-à-vis de l'anthracnose foliaire à la station CRRA de Sotuba (Mali).....	7
Improvement of granulation and steam-cooking operations for medium scale production of high-quality couscous made from cowpea (<i>shô basi</i>)	8
Caractérisation et typologie des exploitations d'élevage bovin dans le périurbain de Bamako (Mali)8	
Évaluation des performances pondérales des veaux croisés Holstein F1 issus de l'insémination en système semi-intensif dans la zone périurbaine de Bamako.....	9
Analyze of climate change adaptation strategies implemented by farmers in the Koutiala and San districts, Mali.....	9
Effet de la date de semis sur la performance agronomique des hybrides de maïs (<i>Zea mays</i> L.) dans la zone soudanienne du Mali	10
Contribution d'émondes de <i>Gliricidia sepium</i> , <i>Guiera senegalensis</i> et <i>Piliostigma reticulatum</i> à la productivité du sorgho (<i>Sorghum bicolor</i>) dans la zone soudano-sahélienne du Mali	10
Effets de la fertilisation organo-minérale sur la production de l'oignon (<i>Allium cepa</i> L.) dans les conditions agro-climatiques de Katibougou	11
Évaluation du programme d'amélioration génétique des caprins de l'association d'éleveurs provicap (producteurs professionnels d'ovins et caprins au Mali).....	11
Sources de croissance inexploitées et création d'emplois au Mali : analyse des chaînes de valeur de l'anacarde, du karité et de la pêche dans les régions de Sikasso et Bougouni.....	11
Gestion agroécologique de la cécidomyie africaine du riz (<i>Orseolia oryzivora</i> H. et G.) dans les zones Sud et Centre du Mali	12
Évaluation de l'efficacité des systèmes d'irrigation et des extraits végétaux dans la production de la tomate à la station de Katibougou, Mali.....	12
Les variétés de sorgho à double usage : de la parcelle à la marmite, ce que les producteurs en pensent !!!	13

Contribution de diagnostic participatif à l'identification des options agroécologique en zone soudano-sahélienne du Mali	13
Stratégies d'adaptation des producteurs d'œufs aux effets des changements climatiques de la région Maritime du Togo	14
Identification de lignées de riz pluvial et de bas-fond résistantes à la panachure jaune du riz causée par le virus RYMV.....	14
Perception et stratégies d'adaptation des agriculteurs au changement climatique dans le centre du Mali	15
Modélisation de la culture intercalaire sorgho-niébé pour un site situé dans la zone soudanienne du Mali : forces et faiblesses du modèle Stics.....	15
La culture intercalaire de céréales et de légumineuses est-elle une adaptation pertinente à la variabilité et au changement climatiques ?	16
Variabilité agromorphologique et sélection de lignées élites de riz (<i>Oryza sativa</i> L.) pluvial en zone soudano-guinéenne du Mali	16
Analyse de la typologie des exploitations agricoles dans les systèmes de production agricole de décrue à Yélimané, région de Kayes au Mali	17
Diversité et distribution des principales maladies fongiques et bactériennes de la tomate (<i>solanum lycopersicum</i>) et de l'oignon (<i>allium cepa</i> L.) au Mali: cas de Ségou et Niono	18
Fragilité institutionnelle et résilience locale : identification et rôle des institutions locales dans le soutien et l'accompagnement des processus d'innovation agroécologique.....	19
Évaluation de la performance de la chaîne de valeur riz en zone office du Niger au Mali	19
Effet du feu et de la pâture sur le potentiel des ligneux fourragers en zone soudano-sahélienne au Mali: cas de Lakamané et de Korokodio dans la région de Kayes	20
Impact de la faune des acariens sur la tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) et l'aubergine africaine (<i>Solanum marconcarpon</i>) dans la zone péri-urbaine de Ségou au Mali.....	20
ENVIRONNEMENT, EAU, CHANGEMENTS CLIMATIQUES	22
Pilot-scale continuous-flow enzymatic system for multi-drug removal from wastewater	23
Présence d'antibiotiques dans les effluents hospitaliers rejetés dans le fleuve Niger à Bamako, au Mali. Évaluation des risques et solutions	23
Integrating methods for providing valuable and practical information for controlling the Niger river water pollution based on one-dimensional model of dynamic water environmental capacity in Bamako, Mali	24
Pilot-scale continuous flow enzymatic reactor for the removal of several drugs from wastewater using zymatic sand immobilized tyrosinase	24
Évaluation spatio-temporelle de la turbidité des eaux du lac Wégna à partir de l'imagerie satellitaire Sentinel-2 (Mali).....	24
Contributions du secteur privé malien à la recherche, au développement et à l'innovation (RDI) en eau et assainissement : cas de l'entreprise S2E	25
Économie circulaire comme solution aux problèmes de déchets plastiques dans le district de Bamako : cas du recyclage des déchets à DGB plastique Mali SARL	26
Situation d'accès à l'eau, à l'hygiène et à l'assainissement dans les écoles fondamentales publiques de la commune VI du district de Bamako.....	26
Efficacité du pfumvudza comme stratégie de résilience aux effets de la sécheresse au Mali	27
Assessment of groundwater pollution risk and feasibility of a fecal sludge treatment plant in the arid sahelian environment: the case of Agadez (Niger)	27

Potentiel des systèmes agroforestiers à l'atténuation des effets de la variabilité climatique dans la zone soudano-sahélienne de Koulikoro : cas du domaine de l'IPR/IFRA de Katibougou, Mali	28
Dynamique et enjeux du renouvellement des systèmes agroforestiers dans le domaine agricole de l'IPR/IFRA de Katibougou en zone soudano-sahélienne de Koulikoro au Mali.....	28
Gestion des ressources fourragères ligneuses en zone sahélienne : perceptions des autorités locales et pistes de gestion durable à Dio-Gare, Mali	29
Etude spatio-temporelle du bassin versant de la mare de Wendoubana de 1988 à 2018 dans la région de Mopti Au Mali	30
Dynamique spatiale de l'utilisation des terres dans le bassin versant de la mare de Bandiougou de 1988 à 2018, région de Mopti au Mali	30
Évaluation de la capacité phytoépuration du typha latifolia et la valorisation de la biomasse	31
Normalisation des produits bois-énergie et bois d'œuvre au Mali : enjeux techniques et implications pour la gestion durable des ressources forestières	31
Identification des causes de l'envasement de la plaine rizicole des femmes de Faraba dans la commune de Mandé	31
Simulating two contrasting dynamics associated to extreme precipitation events in Mali	32
Gestion des résidus issus des sites d'orpaillage artisanal de Kenieba : défis et perspective	32
Évaluation de l'impact des arbres ectomycorhiziens (ECM) sur la diversité fongique au Mali: cas de Isoberlinia spp dans la forêt classée de Farako	33
Réconciliation géotechnique pour la stabilité des talus de mines à ciel ouvert (GROPSS) afin de prévenir les risques majeurs de rupture.....	33
Family biodigester linked to the toilet: proof of feasibility for clean cooking	34
Bioethanol made from mixed pulp of neem fruit and Lannea Microcarpa	34
Comparison of oil extraction methods (soxhlet and mechanical press) for biopetroleum production from mixed pulp of neem (azadirachta indica) and wild grapes (Lannea Microcarpa.).....	35
BIOLOGIE, BIOTECHNOLOGIE, BIOCHIMIE, MICROBIOLOGIE.....	36
Exploration des métabolites non polaires par des approches métabolomiques et multi-omiques chez les bovins Nelore comme biomarqueurs de performance et d'efficacité alimentaire	37
Exploration du microbiome des sols et plants infectés et non infectés par le virus de la panachure jaune du riz.....	37
Usages traditionnels, potentiels phytochimiques et antioxydant des feuilles de kigelia africana (lam.) Benth récoltées au Mali.....	38
Détermination des effets de deux biofertilisants et du compost aérobie du fumier de mouton sur la croissance du niébé en zone soudano-guinéenne du Mali : Sikasso	38
Caractéristiques nutritionnelles et aptitudes technologiques des grains de six variétés de sorgho (sorghum bicolor (L.) Moench) produits au Mali	39
Développement et comparaison de méthodes d'évaluation de la qualité physico-chimique des eaux	39
Analyse des contraintes hygiéno-sanitaires dans la production de pains en boulangeries-pâtisseries : cas du district de Bamako.....	40
Évaluation de la qualité microbiologique des laits caillés industriels à Bamako.....	40
Multirésistance bactérienne dans l'eau du fleuve Niger à Bamako : un risque émergent pour la santé publique.....	41
SANTÉ, PHARMACOPÉE TRADITIONNELLE	42

Etude de la phytochimie et de l'activité appétissante du décocté de feuilles <i>de opilia celtidifolia</i> guill. et perr. (OPILIACEAE) chez les rats.....	43
Évaluation des activités antioxydantes in vitro de quatre plantes médicinales utilisées dans la prise en charge de l'hypertension artérielle et du diabète au Mali.....	43
Connaissance traditionnelle de quelques plantes médicinales surexploitées commercialisées dans les principales villes du Bénin	43
Apport de la corticothérapie dans une série de cas d'hémolyse post transfusionnelle retardée au centre national de référence de la drépanocytose de Niamey-Niger	44
Représentations culturelles dans la prise en charge clinique des porteurs de grosses jambes environnementales à Bamako.....	44
Artificial intelligence and health in the sahel: immense potential and enormous concerns	45
SCIENCES SOCIALES, SCIENCES ÉCONOMIQUES	46
Women's economic empowerment on inclusive human development: does financial innovation matter in developing countries?.....	47
L'intelligence artificielle face à l'avenir du marché de l'emploi en Afrique	47
Cadre éthique de l'usage de l'IA en Afrique : entre opportunité et risque.....	47
Cartographie des zones à risque d'inondation dans le bassin versant de la rivière woyowayanko à Bamako	48
Adoption et intégration de l'IA dans les IES publiques maliennes : cas de l'université Yambo Ouologuem de Bamako (UYOB).....	48
Développement d'une stratégie de communication pour renforcer la valorisation durable des acquis de l'UNESCO en matière de manuscrits anciens de Tombouctou au Mali	48
Les langues africaines à l'ère du numérique : enjeux, défis et perspectives pour un développement inclusif.....	49
Intelligent artificielle et stratégies de communication des discours sanitaires au Cameroun : vers une approche durable et inclusive	49
Genre et gestion des déchets plastiques : cas de la commune iv du district de Bamako.....	50
Anticipation et planification des approvisionnements en produits pétroliers au Mali: une approche économétrique d'aide à la décision face aux crises du carburant.....	50
Analyse du système agricole face au changement climatique dans la commune urbaine de Tombouctou.....	51
Analyse du maillon production de la chaîne de valeur de tomate fraîche dans la zone d'impact du système agro-photovoltaïque : cas du village de Katibougou, région de Koulikoro.....	51
Effet des technologies de l'information et de la communication sur la performance commerciale des aviculteurs dans la région maritime du Togo	52
Analyse comparative du genre et jeunesse dans l'écologie rizicole de la région de Sikasso, Mali ...	52
Inégalités d'accès à l'eau potable en milieu semi-urbain: une analyse socio-spatiale de la ville de Kolondiéba	52
Étude des difficultés d'accès à l'eau potable dans les quartiers périphériques de Bamako: défis et perspectives	53
Efficience économique de la production du chou sous le système d'irrigation Californienne à Garalo dans la région de Sikasso au Mali.....	53
Nexus of food security versus armed conflict in the context of climate change in Mali	54
Comblant le déficit de compétences futures : évaluer l'état de préparation des étudiants du secteur agricole à tirer parti de l'IA pour la transition vers l'économie circulaire au Mali.....	54

Perceptions des apports de l'intelligence artificielle à la production et à la valorisation de la recherche scientifique sur l'économie circulaire au Mali	55
Analyse de l'impact de l'intelligence artificielle sur la dynamique socio-économique et culturelle au Mali : défis structurels et perspectives de développement	56
Utilisation et usage d'intelligence artificielle et des médias sociaux numériques dans la production et la commercialisation des produits artisans maliens par les jeunes : défis de la conservation et de la modernisation	56
Sustainable health and education interventions in fragile contexts: the role of AI and community engagement by INGOs	56
Impact of board diversity on financial performance of listed industrial goods companies in Nigeria	57
Analyse des programmes de privatisation dans le cadre des programmes d'ajustement structurel du Fonds monétaire international et de la Banque mondiale: le cas de la SONATAM (Mali)	57
SCIENCES DE L'ÉDUCATION.....	59
Décloisonner les savoirs: évaluation du degré d'interdisciplinarité dans le programme de physique-chimie en première D au Niger.....	60
Effets de l'usage du modèle didactico-pédagogique pour l'enseignement de la géométrie dans les lycées de Niamey (MoDiPEG) sur son acceptation par les enseignants.....	60
Effets de l'usage du modèle didactico-pédagogique d'enseignement de la géométrie (MoDiPEG) sur la motivation et l'engagement des apprenants dans les lycées à Niamey.....	60
Les mutations de l'enseignement supérieur guinéen et l'intelligence artificielle. Approche par les défis et les perspectives	61
Usages des technologies de l'information et de la communication en pédagogie universitaire : point de vue des futurs professeurs des collèges-lycée au Niger.....	61
SCIENCES FONDAMENTALES, SCIENCES APPLIQUÉES, SCIENCES DE L'INGÉNIEUR.....	62
Communication routière et intelligence artificielle : leviers de l'économie circulaire pour une mobilité durable au Cameroun.	63
Intégration de la logique combinatoire dans les systèmes DEVS pour le comportement autonome des panneaux photovoltaïques	63
Analyse numérique des performances aérothermiques d'une cheminée solaire à petite échelle pour la production d'énergie renouvelable	63
Modélisation CFD multiphysique des coudes critiques dans le pipeline export Niger-Bénin : analyse des pertes de charge, de la turbulence secondaire et des risques d'érosion.....	64
Modélisation des propriétés électroniques du graphène modifié utilisé dans les Batteries au Lithium-ion (LIB).....	64
Insertion des molécules d'hydrogène dans l'argile Kaolinite dopé par lithium par la méthode DFT	65
Caractérisation des Panneaux Solaires Photovoltaïques en Laboratoire	65
Une approche intégrée réseaux de Petri – optimisation mathématique pour la planification des chaînes de production industrielles : application dans un atelier du type job shop	66
Transition énergétique et climat : modélisation de microgrids intelligents pour les zones rurales sahéliennes.....	66
Caractérisation mécanique des bétons à base de gravier latéritique et du sable fin de rivière de certaines localités du Mali cas de la région de Kayes	67
Étude de faisabilité d'un système de pompage d'eau	67
High performance BOTDA sensor based-on double-peak BGS fitting method.....	68

Preparation of lignin-derived hard carbon and its performance as anode material for sodium-ion batteries	68
Modélisation de la courbe de tarage de la station hydrométrique de Mopti pour la reconstitution des données manquantes	68
Caractérisation mécanique des bétons à base de gravier latéritique et du sable fin de rivière de certaines localités du Mali : Cas de la région de Kayes	69
Étude du développement et de la comparaison des méthodes d'analyses et d'évaluation de la qualité des eaux.....	69
Proposition d'une stratégie basée sur la logique floue pour l'optimisation de la commande à flux orienté rotorique des variateurs de vitesse.....	70
Optimisation de la gestion de puissance dans les convertisseurs multiniveaux pour application des véhicules électriques	70
Commande d'un moteur asynchrone alimenté par convertisseur multiniveau utilisant les méthodes d'intelligence artificielle	71
Influence du trempage prolongé à la lumière et à la chaleur sur la perte de tension de circuit ouvert dans les cellules solaires CIGS traitées au KF/NaF	71
Preliminary results on the design of affordable upper-limb prosthetic sockets.....	71
Conception et évaluation des performances d'un régulateur solaire MPPT implémenté sur une puce électronique à faible coût	72
Apport de l'intelligence artificielle dans la géophysique pour une optimisation de l'exploration géologique	72
Un aperçu de l'usage de l'internet des objets (IoT) dans le secteur agricole au Mali.....	73
Études comparatives des filtres de couplage et des stratégies de commande des filtres actifs pour l'amélioration de la qualité d'énergie des réseaux électriques	73
Graph theory and backward/forward sweep based three phase unbalanced power flow tool for weakly meshed active distribution systems analysis.....	74
Object pose estimation from a single camera and deep learning for robotic bin picking.....	74
Diagnostic des causes probables d'effondrement des bâtiments à Bamako et environs	75
Procédés de transformation du verre en sable pour une économie circulaire en génie civil	75
Élaboration d'un nouveau ciment à base d'argile crue de Tiagadougou Dialakoro dans la région de Bougouni au Mali et de la gomme arabique.....	75
Comparaison des performances des régulateurs PI classique et PI flou appliqués à un moteur synchrone à aimant permanent pour les véhicules électriques	76
Grid-forming control for solar voltage injection with integrated energy storage	76
Optimisation technico-économique d'un système de production hybride PV-éolienne dans la zone du fleuve.....	77
Grande mosquée de Djenné : historique et caractéristiques géotechniques des matériaux locaux : cas de la rénovation 2025	77
Performance characterisation of utility-scale photovoltaic systems operating in semi-arid conditions	77
Conception d'un filtre coupe-bande quadri-bande compact utilisant des résonateurs spiraux rectangulaires basés sur un stub micro-ruban ouvert modifié à quart de longueur d'onde, destiné aux systèmes de communications civils et militaires	78
Amélioration des performances des variateurs de fréquence industriels fonctionnant avec des modèles de contrôleurs prédictifs	78

Supramolecular self-assembly of bidentate, azobenzene, and diarylethene (dae) on graphene: a dft investigation of conformational stability, photochromism, and interfacial charge transfer	79
Intelligent PV–Battery–dynamic load energy management for sustainable electrical systems in Guinea: simulation study using PSIM.....	80
Valorisation des déchets de soins médicaux dans l'enduit superficiel : impact de l'incorporation des déchets plastiques biomédicaux (1% ; 2% et 3%) sur la pénétrabilité, le point de ramollissement du bitume.....	80
Mise en œuvre des enduits en banco à Tombouctou : De l'extraction des matériaux à la mise en œuvre en fonction des dégradations	80
Feasibility study of Wind/PV hybrid energy system for off-grid rural electrification in southern areas of Mali.....	81
Structuring of state functions integration over closed domains by the bracketed product	81
Do writing scripts matter for LLMS in MT task in low-resourced settings? the case of latin and N'ko scripts	82
Data creation and systematic collection for educational Bambara-language ai systems to empower predominantly oral language (pol) communities through ai-driven e-learning	82
Réduire l'opacité des modèles d'intelligence artificielle par l'IA explicable : vers une adoption responsable	82
Heating values and emission factors of the twenty-one most used plants as firewood in southern Mali	83
Electromechanical assessment of two-level PWM converter–induced fatigue in wind turbine drivetrains.....	83
Simulation d'un système hybride	83
Promotion of bioethanol stoves for clean cooking: valorization of desert date (<i>Balanites aegyptiaca</i> L.) and date palm (<i>Phoenix dactylifera</i>) fruits	84
Un outil graphique pédagogique pour l'enseignement des convertisseurs d'électronique de puissance AC/DC	84
Extraction and physico-chemical characterization of <i>Pachira aquatica</i> oil for biofuel	85
A 2MW dual-fuel (diesel + biogas) thermal power plant is a robust solution for reducing power outages in Bamako, while also valorizing local waste.....	85
Spectral Analysis of Torque Ripple in Induction Motor Drives supplied by Single and Parallel Three-Level NPC Converters	86
SOUVERAINETES AFRICAINES EN TENSIONS : RESSOURCES STRATÉGIQUES, RECITS POLITIQUES ET REDEFINITIONS DES RAPPORTS DE FORCE	87
Souveraineté(s) africaines en tensions : ressources stratégiques, récits politiques et redéfinition des rapports de force	88
La communication politique de la souveraineté comme dispositif de gouvernementalité	88
De la lutte contre le terrorisme à la quête de souveraineté : Métamorphose de la gouvernance dans les pays du sahel, le Mali, le Niger et le Burkina Faso.....	88
Les défis de la souveraineté militaire de l'Alliance des États du Sahel (AES) face au bouleversement de l'ordre international	89
La contribution de la société civile à la préservation des droits humains en période électorale au Cameroun	89
Pratiques, langues et représentations dans la radio communautaire en milieu linguistique minoritaire dans l'Ouest du Burkina Faso.....	89

Le soft power africain à l'ère du Big Data : une dialectique entre dépendance numérique et souveraineté culturelle	90
Une liberté à l'épreuve du monde contemporain : résistances citoyennes et réinvention du contrat social à l'ère des régimes liberticides.....	90
Externalisation des fonctions régaliennes et gouvernementalité numérique : drones, fake news et production d'une souveraineté fragmentée dans les Etats africains.....	90
Le droit des investissements au Cameroun, entre souverainisme et multipolarisme : une étude casuistique du port autonome de Douala.....	91
Entre nationalisme, panafricanisme et anticolonialisme : expressions de la souveraineté dans le discours médiatique malien	91
Une Afrique, 5e puissance mondiale	91
Ressources stratégiques et souverainetés fragmentées dans l'espace CEMAC : conditionnalités, dépendances et marges de négociation étatiques	92
Les potentiels de s'affranchir de l'exportation brute et construire son indépendance industrielle : Favoriser l'étude de la science et de la technologie	92
TEXTILE-EAU.....	94
Impact des activités d'orpillage artisanal et à petite échelle sur la qualité des eaux, des sédiments et du poisson à Fourou, Mali	95
Traitement des eaux usées issues de la teinture artisanale par électrocoagulation: Étude de cas au Mali	95
Evaluation comparative des caractéristiques technologiques des fibres et fils de trois nouvelles variétés de cotonnier	96
Wastewater Pollution in Artisanal Textile Dyeing: Field Evidence from Mali and implications for Low-Cost treatment	96
Optimisation de la teinture du bazin rich: vers une production artisanale durable au Mali	97
AUTRES ATELIERS ET FORMATIONS.....	98
Les grandes lignes de l'évaluation par les pairs d'un article scientifique	99
Architectes du Patrimoine numérique : réduire la fracture numérique pour les langues à prédominance orale grâce aux sciences, technologies, ingénieries, arts et mathématiques (STEAM) dans les langues nationales.....	99
Place de la recherche dans la mise en œuvre du nouveau Code minier : vers une véritable industrie de la recherche minière au Mali	99

SESSIONS PLÉNIÈRES

L'Intelligence Artificielle au Mali : Du renforcement du capital humain à l'innovation endogène pour un développement durable et inclusif

Jacqueline KONATE SOGOBA

Centre d'Intelligence Artificielle et de Robotique, Mali

Résumé : À l'heure de la quatrième révolution industrielle, l'Afrique se positionne comme un laboratoire d'innovation où l'Intelligence Artificielle (IA) peut permettre de sauter des étapes de développement traditionnel. Pour le Mali, l'adoption de l'IA n'est pas un luxe, mais une nécessité pour répondre à des défis structurels profonds.

Cette présentation dressera d'abord un diagnostic des obstacles majeurs auxquels le Mali est confronté : une crise de l'éducation scientifique marquée par un déficit criant d'enseignants qualifiés en sciences et en Mathématiques, une fracture numérique importante entre les zones urbaines (61 %) et rurales (28 %), et un coût de connectivité qui reste prohibitif pour une grande partie de la population.

Au cœur de cette réflexion, le Centre d'Intelligence Artificielle et de Robotique du Mali (CIAR-Mali) est présenté comme un outil de transformation systémique.

Nous aborderons aussi un programme innovant de formation hybride assistée par l'IA, visant à former une nouvelle génération d'enseignants pour bâtir une souveraineté scientifique nationale. Enfin, la session montrera comment l'innovation endogène peut transformer l'économie circulaire en un modèle de développement durable et inclusif.

Mycotoxines en Afrique de l'Ouest : une menace silencieuse entre science, économie et gouvernance

Amadou Hamadoun BABANA

Académie des Sciences du Mali

Résumé : Les mycotoxines, contaminants naturels produits par des champignons tels qu'*Aspergillus flavus* et *Fusarium verticillioides*, représentent une menace majeure pour la sécurité alimentaire et la santé publique en Afrique de l'Ouest. Elles affectent des cultures stratégiques comme le maïs, l'arachide et le sorgho, avec des niveaux de contamination dépassant largement les seuils fixés par l'Union européenne. Les impacts sanitaires incluent le cancer du foie, les retards de croissance et l'immunodépression, tandis que les pertes économiques annuelles dépassent 600 millions USD. Le changement climatique accentue cette menace en favorisant la prolifération des champignons toxigènes. L'absence de normes harmonisées et de mécanismes de contrôle traduit un déficit institutionnel préoccupant.

Cette plénière propose une analyse intégrée des enjeux sanitaires, économiques, climatiques et politiques liés aux mycotoxines, et appelle à une réponse urgente : harmonisation des normes régionales, renforcement de la surveillance, intégration multisectorielle dans les politiques publiques et mobilisation internationale.

Les défis et enjeux de la gestion des eaux de surface en Afrique de l'Ouest dans un contexte de changement global

Ansoumana BODIAN

Université Gaston Berger, Saint-Louis, Sénégal

Résumé : L'Afrique de l'Ouest connaît une augmentation progressive de sa population. Selon le rapport de l'Organisation des Nations Unies sur les perspectives démographiques mondiales (2019), la population ouest-africaine devrait passer de 391 millions en 2019 à 796 millions d'ici 2050 et elle devrait atteindre 1,5 milliard d'habitants à la fin du siècle. Cette forte croissance démographique va accroître la demande en eau de manière considérable pour satisfaire les besoins des différents usages. Par ailleurs, la pluie détermine les disponibilités en eau en Afrique de l'Ouest car le régime hydrologique des bassins versants y est essentiellement pluvial. Dans cette région, la pluviométrie conditionne directement les écosystèmes naturels et les activités socioéconomiques. Par conséquent, la région ouest-africaine reste l'une des régions du monde les plus vulnérables aux changements climatiques. En outre, en Afrique de l'Ouest, les inondations constituent aujourd'hui un aléa récurrent et particulièrement destructeur, aux

impacts socio-économiques et environnementaux majeurs. Comprendre leur fréquence et leur intensité apparaît dès lors comme un enjeu clé pour renforcer les stratégies de gestion des risques, orienter la conception d'infrastructures adaptées et optimiser la gestion des ressources en eau. Dans ce contexte de croissance démographique et de changement climatique (appelé changement global), d'intensification du cycle hydroclimatique, d'augmentation des besoins en eau des différents secteurs d'activité (agriculture, AEP, industrie, mine, pêche, navigation, écologie, etc.), d'urbanisation non contrôlée des villes et d'accès aux données limités à cause des restrictions budgétaires, cette présentation essaye de faire le point les ressources en eau de surface en Afrique de l'Ouest, d'évaluer leur vulnérabilité au changement global, mais aussi d'identifier les défis et enjeux majeurs pour une meilleure gestion des ressources en eau de surface et des risques associés à l'eau.

Savoirs endogènes et culture : socle des systèmes alimentaires sains et durables

Amadou Konotié COULIBALY

Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée, Katibougou, Mali

Résumé : L'agro écologie et particulièrement l'agro écologie paysanne est une pratique de production Agricole souveraine avec des caractéristiques différentes suivant les localités, les communautés, les territoires... Elle place le producteur et ses semences au centre des systèmes semenciers paysans et de production paysanne. Elle valorise et implémente le savoir, le savoir-faire et le savoir devenir des producteurs. Ainsi cette pratique a évolué en accumulant des connaissances techniques expérimentales et celles issues des activités cognitives cosmiques révélées qui demeurent les fondamentaux de la pratique de production agricole, alimentaire, nutritionnelle et socioculturelle.... Ces types de connaissances ont évolué ensemble et sont contraints d'évoluer ensemble pour une production harmonieuse au bénéfice de toutes les communautés de la surface de notre planète terre et même de tout l'univers. La disjonction ou déconnexion du couple qui lie intimement ces deux systèmes risque de provoquer indubitablement l'extinction globale de la biodiversité voir conduire au siècle final (un pessimiste est un optimiste averti). L'agro écologie surtout l'agro écologie paysanne est la solution à condition que la recherche orgueilleuse accepte de s'y désaltérer.

Le service public de l'assainissement en Algérie et les perspectives de coopération régionale

Rafika KHACHEBA

Office National de l'Assainissement, Alger, Algérie

Résumé : Le service public de l'assainissement joue un rôle essentiel dans la protection de la santé publique, de l'environnement et des ressources en eau. En Algérie, des efforts importants ont été engagés pour développer les réseaux d'assainissement, améliorer le traitement des eaux usées et promouvoir la réutilisation des eaux épurées.

Le secteur reste toutefois confronté à plusieurs contraintes, notamment le vieillissement de certains ouvrages, les coûts d'exploitation, les rejets industriels, la gestion des boues, les besoins en maintenance spécialisée et les effets du changement climatique.

Pour répondre à ces défis, l'Algérie a renforcé la maintenance préventive, le contrôle de la qualité, la modernisation des installations et la valorisation des eaux usées épurées dans différents usages.

Dans cette perspective, une coopération régionale avec les pays africains et sahéliens, dont le Mali, constitue une opportunité importante de partage d'expérience, de transfert de compétences et de développement de solutions adaptées aux réalités locales. Cette coopération pourrait porter sur la formation, l'assainissement décentralisé, les technologies sobres en énergie, la gestion des boues et la réutilisation sécurisée des eaux épurées.

Cette démarche s'inscrit notamment dans le cadre du projet BECATMA, mis en œuvre en coopération avec le Mali et l'IHE. Ce projet constitue une opportunité de renforcer les échanges d'expériences, le transfert de compétences et le développement de solutions adaptées aux pratiques des artisans du textile, notamment en matière de gestion et de traitement de leurs rejets d'eaux usées. Il peut également servir

de base à une coopération régionale élargie, favorisant la formation, l'innovation et la mise en place de services publics d'assainissement plus durables, inclusifs et résilients.

Une telle dynamique régionale contribuerait à renforcer la résilience des services d'assainissement et à promouvoir une gestion plus durable et solidaire des ressources en eau.

AGRICULTURE, ÉLEVAGE, PÊCHE

Relation taille-poids et facteur de condition chez quatre espèces de poisson collectées à la pêche lacustre de Sélingué au Mali

Adama Konaté¹, Youssouf Sanogo¹, Ramata Diop², Nanourou Dembélé¹ and Fassé Samaké³

¹Université des Sciences et Techniques et des Technologies de Bamako, Mali

²Institut Polytechnique Rural, de Formation et de Recherche Appliquée, Koulikoro, Mali

Abstract: Dans la pêche lacustre du barrage hydroélectrique de Sélingué au Mali, *Labeo senegalensis*, *Labeo coubie*, *Hyperopisus bebe* et *Schilbe mystus* sont exploités et présentent une grande valeur marchande. La présente étude a pour but de contribuer à la connaissance de la biologie et de la croissance pondérale de ces espèces, à travers la relation taille-poids et le facteur de condition, indicateurs de gestion des ressources halieutiques. Au total, 165 poissons ont été collectés, entre avril et juillet 2024, à Carrière, le grand débarcadère de la pêche du lac. Ces poissons ont ensuite fait l'objet de pesés (poids total) et de mensurations (longueur totale, longueur standard). Les données collectées ont permis d'établir les relations entre les longueurs puis entre la longueur standard et le poids total et de calculer le facteur de condition chez chaque espèce. Les résultats montrent une bonne homogénéité entre les individus de chaque espèce avec des coefficients de variation compris entre 2 et 30%. Les longueurs totales maximales observées étaient de 257,01 mm chez *Labeo senegalensis*, 293,88 mm chez *Labeo coubie*, 306 mm chez *Hyperopisus bebe* et 236,19 mm chez *Schilbe mystus*. Le coefficient de régression de la relation longueur totale-longueur standard a montré une bonne corrélation, r a varié entre 0,98 et 0,99. Le poids total maximal observé a varié entre 74,4 g chez *Schilbe mystus* et 199,6 g chez *Labeo coubie*. L'allométrie était positive ($b > 3$) pour *Labeo coubie* et *Hyperopisus bebe* et négative ($b < 3$) chez *Labeo senegalensis* et *Schilbe mystus*. Le facteur de condition était favorable chez les spécimens de *Labeo senegalensis* ($K_{moyen} > 1$) et défavorable chez les échantillons des autres espèces ($K_{moyen} < 1$). Ces résultats sont des données de référence pour une meilleure gestion des espèces étudiées.

Contribution à l'étude de post-partum et la relance de la cyclicité chez les vaches dans les élevages périurbains de Bamako

Seydou Sangaré, Fodé B Traoré, Fousseyni Sidibé, Suzanne Douyon, Alima Djiré, and Moussa Tangara

Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée de Katibougou

Résumé: La fertilité des femelles a des conséquences techniques et économiques importantes dans la rentabilité d'un élevage laitier. La présente a pour objectif, de contribuer à l'amélioration de la productivité des vaches laitières dans les élevages périurbains de Bamako. Pour ce faire, une étude a été menée sur un 30 vaches de races Zébu Peuh, Zébu Maure, Zébu Azawak, et des métisses issues des races exotiques de rang primipares et multipares. Toutes les vaches ont fait l'objet d'une exploration rectale aux 10ème, 20ème et 30ème jours pour suivre physiologiquement l'involution utérine, pour contrôler l'activité, la reprise ovarienne et la présence des chaleurs afin d'étudier les paramètres de fertilité et de fécondité. Concernant l'élimination des lochies, l'écoulement des lochies est généralement terminé pendant la troisième semaine du post-partum. Il est apparu que l'élimination des lochies est plus rapide chez les primipares que chez les multipares. 100% des vaches avaient l'utérus palpable au 28ème jour du post-partum. 22%, 43% et 36% des vaches avaient respectivement retrouvé une position pelvienne à partir du 21ème, 28ème et 36ème jours du post-partum. En se basant sur l'acceptation du chevauchement, comme moyens de manifestations cycliques, il ressort que la reprise de chaleur après le vêlage a lieu chez 60% des vaches avec une durée moyenne de 35 jours.

Évaluation de l'efficacité du fongicide luna tranquility contre l'alternariose (*alternaria* spp.) de la pomme de terre dans les conditions pédoclimatiques de rgau-msha nommé d'après K.A. Timiriazev, Moscou, Russie

Biton Traoré^{1,2}, Alexei N. Smirnov¹, Ekaterina Prikhodko¹, Seydou Diallo², Mahamoudou Traoré², Samba M. Sissoko² and Laya Kansaye²

¹Université Agraire d'État Russe, Académie Agricole de Moscou K.A. Timiryazev

²Institut Polyclinique Rural de Formation et de Recherche Appliquée de Katibougou

Résumé: En 2025, une étude portant sur l'évaluation de l'efficacité de fongicides dans la lutte contre l'alternariose de la pomme de terre a été conduite à la station expérimentale de l'Université agraire d'État russe – Académie agricole de Moscou (RGAU-MSHA) K.A. Timiryazev. Le dispositif comportait Luna Tranquility, SC (125 g/l de fluopyram et 375 g/l de pyriméthanol) appliqué aux doses de 0,8 et 0,6 l/ha, le fongicide de référence Ulysse, VDG (250 g/l de famoxadone et 250 g/l de cymoxanil) à la dose de 0,6 l/ha ainsi qu'un témoin non traité. La sévérité de la maladie a été évaluée à l'aide d'une échelle visuelle standard (0 à 5) basée sur l'observation des lésions caractéristiques d'*Alternaria* spp. Les résultats ont mis en évidence une forte pression d'alternariose sur le témoin non traité avec un indice de développement de 1,5% avant le traitement et 6,3% à la fin des observations. Luna Tranquility, SC à la dose de 0,8 l/ha s'est révélé plus efficace avec un indice de 0,2% avant le traitement et 1,1 % à la dernière observation et une efficacité biologique variant entre 91,3 et 82,5% contre (73,9 et 79,4%) pour Ulysse, VDG. Par ailleurs, Luna Tranquility (0,8 l/ha) a amélioré le rendement (+20,2%) et la qualité avec un taux de tubercules consommables >81%. Ulysse, VDG, a augmenté le rendement de +11,2% sur les tubercules récoltés par buisson (625 g) et la qualité (>70%) contre un rendement de 562 g et la qualité à 64,5% pour le témoin non traité.

Précautions de sécurité et risques liés au contact avec le maïs et les mycotoxines

Zoumana Kane¹ and Tidiane Dairisso²

¹Université Agraire d'État Russe, Académie Agricole de Moscou K.A. Timiryazev

²Université de Ségou

Résumé: Cette étude examine le problème des mycotoxines dans le maïs cultivé en Fédération de Russie, où les principaux agents producteurs de toxines seraient des champignons des genres *Fusarium*, *Aspergillus* et *Penicillium*. Le degré de contamination dépend de facteurs agronomiques et du changement climatique, justifiant la mise en œuvre d'une approche intégrée combinant prévention au champ, gestion optimisée du stockage et méthodes de détoxification innovantes. Les stratégies adoptées en Russie privilégient le développement de variétés résistantes, l'utilisation de sorbants minéraux et la biodétoxification, conformément aux recommandations internationales visant à développer des solutions durables et une approche intégrée « Une seule santé ». Cette analyse souligne la nécessité d'une gestion multisectorielle coordonnée pour réduire les impacts socio-économiques et sanitaires associés à ces contaminants.

Criblage des lignées ouest africaines du sorgho (*Sorghum bicolor* L) à double usage vis-à-vis de l'anthracnose foliaire à la station CRRA de Sotuba (Mali)

Mama Traoré¹, Alpha Oumar Diallo¹ and Halimatou Timbiné²

¹Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture de Thiès

²Institut d'Economie Rurale

Résumé: Les pratiques culturales et l'utilisation des fongicides ont montré leurs limites dans le contrôle de la maladie de l'anthracnose foliaire des lignées Ouest Africaines. Cette étude visait à évaluer la sévérité, l'AUDPC de l'anthracnose foliaire des lignées de sorgho et identifier la mycoflore des graines de six (6) variétés améliorées. La souche de *Colletotrichum sublineolum* produite au laboratoire, a été inoculée aux 111 lignées semées dans un plan d'expérience augmentée en blocs complets ; l'indice de sévérité et l'AUDPC ont été calculés à la huitième semaines (maturité) après inoculation. Le résultat montre une différence significative entre les témoins et entre les lignées ($p < 0,05$), les lignées BC03-082, ICSV 226121, Samsorg 45, BFSa-ILC1- 044, MDK, BFSa-ILC1-045, ELISOR3-3 ont montré une sensibilité moyenne et une progression de la maladie lente ; l'identification de la mycoflore des graines a révélé trois (3) espèces *C. sublineolum*, *Aspergillus* sp. et *Curvularia*. Les lignées modérément sensibles possèdent une source potentielle de gènes pour la lutte contre l'anthracnose foliaire ; cependant le co-infectant *Aspergillus* est un danger pour la santé publique.

Improvement of granulation and steam-cooking operations for medium scale production of high-quality couscous made from cowpea (shô basi)

Timitey Aboubacar

Université de Ségou

Abstract: Cowpea is a highly nutritive legume produced in West Africa. This legume is a cheaper source of protein and vitamins, which could highly contribute to reduce malnutrition in this region. In West Africa, cowpea is processed into several end-products among which the most popular is a steamed cooked granulated product known as cowpea couscous or shô basi, in Bambara. Shô basi is produced and consumed in several Sahelian countries (Mali, Niger and Burkina Faso). Artisanal shô basi is produced and sold in Mali using a traditional process and rudimentary equipment resulting in a low production yield (5 kg of shô basi for 2 days of production). Our previous study showed that dehulling, rolling, cooking and drying operations affect shô basi technological and organoleptic qualities. In this context, the objective of this study is to increase the yield of shô basi production of high quality shô basi by using roller-calibrator and steam-cooker. The most popular cowpea variety wilibaly will be used to produce shô basi using fully dehulling technology (FD). The traditional FD method of shô basi production (TFD) will be compared with the mechanized method (MFD) using the roller and steam-cooker. Yield, proximate composition, digestibility, swelling index, disintegration degree and density of shô basi will be determined. This mechanized fully dehulled method (MFD) of shô basi will be validated by hedonic test and penalty analysis through CATA test to identify poor quality attributes. About 100 Malians consumers will be involved into the consumer testing. Results showed that, production yields of the two shô basi samples are similar, but the yield of mechanised shô basi was higher (70.4%) than the traditional one (63.7%). Colour of shô basi depends mainly on the production method. Then significant difference was not found between two samples. Total ashes and proteins content depend on the interaction between production method (sample) and production, in contrast to dry matter content. The swelling index and density of shô basi depend on both production method and the repetition of production. Sensory analysis showed that the overall liking of mechanised shô basi was affected negatively only by yellowish color. Although we can conclude that mechanisation does not affect the shô basi quality parameters. So the use of mechanized fully dehulling method must provide a shô basi similar to that produced by traditional fully dehulling method according to yield, physico-chemical and technological qualities as well as consumers preference.

Caractérisation et typologie des exploitations d'élevage bovin dans le périurbain de Bamako (Mali)

Abdoulaye Touré¹, Soukalo Traoré¹, Nassim Moula² and Pascal Leroy²

¹Université de Ségou

²Université de Liège, Belgique

Résumé: Au Mali, l'accroissement de la production laitière est une priorité des politiques d'élevage. Un plan national d'amélioration du cheptel bovin y a été initié, favorisant les croisements avec des races exotiques, principalement en provenance d'Europe. Le pays dispose ainsi d'un effectif important de bovins métis. Ceux-ci sont surtout élevés dans les zones périurbaines de Bamako, Ségou, Sikasso et Mopti. Cette étude vise à un état des lieux des systèmes de production laitiers dans la zone périurbaine de Bamako et des ressources génétiques bovines qui y sont exploitées. L'étude a concerné 73 producteurs laitiers répartis sur 6 sites autour de Bamako durant 2 périodes : mars -avril et octobre - novembre 2022 par des entretiens semi-structurés et des questions fermées et ouvertes. Elle abordait les thématiques suivantes : aspects socio-économiques du ménage, aspects zootechniques de l'exploitation, animaux et races dans l'exploitation. Douze profils génétiques sont répertoriés, incluant des races locales ou exotiques et différents niveaux de croisement. Parmi les races exotiques, la Holstein est la plus utilisée en croisement et la seule en pur. Représentant près d'un tiers du cheptel exploité, les croisés Holstein constituent le second plus grand groupe génétique. Des croisements avec la montbéliarde, la Normande et la Limousine sont également exploités. Le

traitement statistique des résultats à travers une Analyse en Composantes Principales (ACP) suivie d'une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) a permis de distinguer cinq groupes de pratiques d'élevage. A l'issue d'un premier traitement ACP (groupe 1 et 2). Un second ACP, effectuée sur 33 étables restants, a permis d'identifier trois sous-groupes à partir de l'analyse des trois premiers axes. Les mêmes variables ont été retenues et les deux autres groupes ont été exclus.

Évaluation des performances pondérales des veaux croisés Holstein F1 issus de l'insémination en système semi-intensif dans la zone périurbaine de Bamako

Seydou Sangaré, Aboubacar S. Traoré, Fousseyni Sidibé, Suzanne Douyon, Alima Djiré, and Moussa Tangara

Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée de Katibougou

Résumé: Cette étude, menée dans la zone périurbaine de Bamako, évalue les performances pondérales de 28 veaux croisés Holstein F1 issus de l'insémination artificielle de vaches locales Zébu Peulh (ZP) et Zébu Maure (ZM). Les veaux ont été suivis du 2^{ème} au 9^{ème} mois d'âge avec des mesures périodiques de poids permettant de déterminer les gains moyens quotidiens (GMQ). Les résultats montrent une progression régulière de la croissance, avec des performances généralement supérieures chez les croisés issus de mères Zébu Peulh. À 9 mois, les poids moyens les plus élevés ont été enregistrés chez les croisés Peulh en ferme A ($194,0 \pm 9,50$ kg), tandis que les valeurs les plus faibles ont été observées chez les croisés Maure en ferme B ($178,0 \pm 17,95$ kg). Les mâles ont présenté des GMQ significativement plus élevés que les femelles, avec respectivement 575,12 g/j et 469,58 g/j selon la ferme. Les performances globales (503 à 551 g/j) s'inscrivent dans les normes observées pour les croisements Holstein $\times$ Zébu en milieu tropical.

Les résultats qui découlent de cette étude montrent que la ferme A se distingue par de meilleurs résultats, suggérant une influence notable des pratiques alimentaires et sanitaires. Cette étude confirme la pertinence de l'utilisation du croisement Holstein F1 dans les systèmes semi-intensifs périurbains et met en évidence la supériorité des mères Zébu Peulh dans les programmes d'amélioration génétique.

Analyze of climate change adaptation strategies implemented by farmers in the Koutiala and San districts, Mali

Doukoro Diarra¹, Georges Abbey² and Kalifa Traoré³

¹Center for International Forestry Research-World Agroforestry, Bamako, Mali

²Department of Agronomy, Agricultural Enterprises Management, University of Lomé, Lomé, Togo

³Institute of Rural Economy in Sotuba, Bamako, Mali

Résumé: Malian farmers are grappling with substantial challenges due to climate change, a predicament widely acknowledged to adversely impact the African continent, particularly the Saharan African region. The ensuing alterations in climate patterns and erratic weather conditions have emerged as formidable hurdles, complicating agricultural production and casting shadows over future economic growth prospects. The core objective of this study was to identify and evaluate the coping mechanisms harnessed by farmers in the Koutiala and San districts. The study encompassed 455 farmers who participated through questionnaire surveys and engaging focus group discussions (FGDs). The findings revealed that farmers have adopted various coping strategies to mitigate the impacts of local climate shocks. Notably, a considerable majority of respondents reported implementing diverse strategies such as incorporating chemical and organic fertilizers, embracing novel crop varieties, engaging in crop rotation, employing Farmers Managed Natural Regeneration (FMNR) techniques, and integrating stone bunds within their farming practices. Moreover, farmers have adopted a dynamic approach by diversifying their activities beyond farming to navigate the ramifications of climate-induced shocks. This diversification encompasses trading (74.9% of respondents), vegetable cultivation (69.9%), animal husbandry (65.7%), fishing (57.6%), and

engaging in wage labor for cash (50.8%). The study highlights the efforts being made by public and private players to build adaptive capacity, underlining the need for appropriate strategies that encompass the socio-economic dimensions. As Mali embarks on the path of agriculture in an era of climate change, it is clear that multi-dimensional and context-specific strategies are essential to strengthen adaptive capacity and secure livelihoods in a changing climate.

Effet de la date de semis sur la performance agronomique des hybrides de maïs (*Zea mays* L.) dans la zone soudanienne du Mali

Ibrahima Berthé¹, Mamadou M. Coulibaly¹ and Meminata Diakité²

¹Institut d'Économie Rurale

²Faculté des Sciences et des Techniques, USTTB

Résumé: La répartition irrégulière et inégale des précipitations dans les zones de culture du maïs constitue une menace majeure pour sa production. Les pluies tardives de ces dernières années ont contraint les agriculteurs à semer plus tardivement que les dates normales. L'objectif général de ce travail a été d'améliorer la productivité du maïs hybride au Mali. Quarante-quatre hybrides de maïs jaunes et oranges tolérants à de multiples stress à maturation extra précoce et un témoin, disposés selon un dispositif en Alpha Lattice ont été évalués à deux dates de semis différentes à la Station de Recherche Agronomique de Sotuba. L'analyse de variance, l'analyse descriptive, la matrice de corrélation et le biplot GGE ont été effectuées à l'aide du logiciel Genstat 12ème édition. L'analyse de la variance s'est révélée hautement significative au seuil de 5% en ce qui concerne l'effet Date pour les caractères date de floraison mâle et femelle, hauteur moyenne des plants et rendement grain, elle s'est révélée significative pour l'effet de l'interaction Date*Génotype pour le caractère floraison femelle et significative pour l'effet Génotype en ce qui concerne le caractère hauteur moyenne des plants. Le plus haut rendement moyen a été enregistré à la première date avec 3052,72 kg/ha. Les performances agronomiques des hybrides se sont mieux exprimées à la première date qu'à la deuxième date de semis. Le biplot GGE a été utilisé afin de déterminer les hybrides les plus stables à haut rendement. Trois hybrides se sont montrés performants en termes de rendement grain et stabilité, il s'agit de : EEPVAH-108, EEEYH-103 et EEPVAH-69. La meilleure date de semis dans le cadre de cette étude a été 13 juillet qui la première date.

Contribution d'émondes de *Gliricidia sepium*, *Guiera senegalensis* et *Piliostigma reticulatum* à la productivité du sorgho (*Sorghum bicolor*) dans la zone soudano-sahélienne du Mali

Aliou Badara Kouyaté, Gabriel Dembélé and Mamadou Diarra

Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée de Katibougou

Résumé: Le sorgho est une importante culture à usage-multiple pour les communautés rurales du Mali à cause de ses graines utilisées pour la consommation humaine et de son fourrage utilisé pour nourrir le bétail. L'amélioration des rendements du sorgho reste tributaire de celle de la fertilité des sols, ainsi l'apport de substrat organique apparaît essentiel pour l'augmentation de la production du sorgho. Cette étude a pour objectif d'étudier l'apport des émondes de ligneux en paillage sur les performances agronomiques du sorgho (*Sorghum bicolor*). Le dispositif utilisé était un bloc de Fischer à quatre répétitions. Le facteur étudié a été la fertilisation prise à 13 niveaux de variations. Les résultats ont montré que le traitement T11 (biomasse de *Gliricidia sepium* à la dose de 2,5t/ha plus la demi-dose de la fumure minérale vulgarisée) a permis une augmentation significative de la hauteur des plants. En ce qui concerne le nombre de feuilles et le diamètre au collet le traitement T12 (biomasse de *Gliricidia sepium*, *Piliostigma reticulatum*, *Guiera senegalensis* à la dose de 2,5t/ha plus la demi-dose de la fumure minérale vulgarisée) a permis une amélioration significative de ces paramètres comparé aux autres traitements. Le rendement paille a été significativement influencé par l'apport des émondes. Ainsi les traitements T11 et T12 statistiquement égaux entre eux ont permis une augmentation significative du rendement paille avec une moyenne 2091,66 kg/ha. Pour le rendement grain les traitements T11, et T12 et T9 (*Piliostigma reticulatum* à la dose de 2,5t/ha plus

la demi-dose de la fumure minérale vulgarisée) ont enregistré le plus grand rendement grain avec une moyenne de 699,93 kg/ha. L'apport des émondes associée à la demi-dose de la fumure minérale vulgarisée peut être une alternative pour améliorer le rendement du sorgho et la fertilité des sols au Mali.

Effets de la fertilisation organo-minérale sur la production de l'oignon (*Allium cepa* L.) dans les conditions agro-climatiques de Katibougou

Aliou Badara Kouyaté, Mamadou Diarra and Kassoum Diarra

Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée

Résumé: L'oignon est une culture importante, il est cultivé dans plusieurs zones avec un faible rendement dû à la faible fertilité des sols. L'apport de source organique d'éléments fertilisants peut améliorer la fertilité des sols et le rendement de l'oignon. Cette étude a pour objectif de déterminer l'effet des émondes de *Gliricidia sepium* seuls ou en combinaison avec les engrais minéraux sur la production de l'oignon. Deux facteurs ont fait l'objet d'étude (i) La dose d'apport des émondes de *Gliricidia sepium* à trois niveaux de variation F0= sans apport ; F1=5t/ha ; F2=10t/ha et la fertilisation minérale à trois niveaux de variation E0= sans apport ; E1=1/2FMV ; E2= FMV. Le dispositif utilisé a été le bloc de Fisher. Les résultats ont montré que : la plus grande hauteur des plants a été obtenue par le traitement F1 (5t/ha) avec 32,46cm et la plus petite avec F0 (sans apport) avec 24,85 cm. L'apport de l'engrais minéral a permis une amélioration significative du nombre de feuilles et de la hauteur des plantes, ainsi que le rendement de l'oignon. Le traitement E1 (1/2FMV) a obtenu le rendement le plus élevé avec une moyenne de 30,89t/ha. La production de l'oignon peut être améliorée par un apport d'engrais minéral à la dose de ½ FMV.

Évaluation du programme d'amélioration génétique des caprins de l'association d'éleveurs provicap (producteurs professionnels d'ovins et caprins au Mali)

Yaye Malon Sylla, Diakaridia Traoré, Mamadou D Coulibaly

Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako, Mali

Résumé: Cette étude a évalué le programme d'amélioration génétique mis en œuvre par l'association Producteurs Professionnels d'Ovins et Caprins au Mali (PROVICAP) en mettant l'accent sur sa capacité organisationnelle. Elle a été effectuée à travers une enquête, qui a visé à apprécier le fonctionnement de l'association et les compétences techniques de ses membres dans la mise en œuvre du programme d'amélioration génétique caprine. Les données ont été collectées auprès de membres actifs et des responsables de l'association à l'aide de questionnaires structurés, complétés par des entretiens et des observations directes. Les données ont été analysées à l'aide d'Excel. Les résultats ont montré que l'association dispose de points forts importants, notamment des membres majoritairement adultes (94 %) ont plus de 35 ans, tous de niveau universitaire, avec une expérience significative en élevage (83,33%) de niveau intermédiaire à très expérimenté, un bureau fonctionnel, avec une tenue régulière des réunions et des relations actives avec des structures techniques et de recherche. Le programme est reposé sur un schéma de croisement synthétique impliquant deux (2) races locales (Djallonké et Sahélienne) et deux (2) exotiques (Boer et Saanen), et la conduite des troupeaux est globalement satisfaisante sur le plan suivis de la reproduction et suivi sanitaire. Par ailleurs 33 % des éleveurs ont commencé à pratiquer la culture fourragère pour l'alimentation des animaux. L'organisation d'une telle association avec comme objectif, l'amélioration génétique, est une initiative d'entreprise agricole à soutenir en vue de contribuer à une professionnalisation des filières d'élevage au Mali.

Sources de croissance inexplorées et création d'emplois au Mali : analyse des chaînes de valeur de l'anacarde, du karité et de la pêche dans les régions de Sikasso et Bougouni

Yenizie Koné

Institut d'Économie Rurale, Bamako, Mali

Résumé: Cet article analyse les sources de croissance économique encore insuffisamment exploitées au Mali à travers les chaînes de valeur de l'anacarde, du karité et de la pêche dans les nouvelles régions administratives de Sikasso et de Bougouni. À partir d'une enquête qualitative menée auprès de 66 acteurs économiques et institutionnels, l'article identifie des niches d'investissement et d'emplois à fort potentiel, notamment pour les jeunes et les femmes. Les résultats montrent que la croissance ne réside pas principalement dans l'extension de la production primaire, mais dans les services intermédiaires notamment, la transformation locale, la logistique, la qualité et l'innovation organisationnelle. Ces chaînes de valeur apparaissent ainsi comme des leviers de croissance inclusive et territorialisée, sous réserve de politiques publiques ciblées en matière de formation, de financement et d'infrastructures. Cette recherche enrichit la littérature scientifique en proposant une analyse empirique territorialisée des niches de croissance inexplorées, fondée sur des données qualitatives issues du terrain malien.

Gestion agroécologique de la cécidomyie africaine du riz (*Orseolia oryzivora* H. et G.) dans les zones Sud et Centre du Mali

Modibo Baliano Sangaré

Institut d'Economie Rurale

Résumé: Au Mali, la production rizicole subit plusieurs contraintes biotique et abiotique dont l'une des plus préoccupantes demeure la cécidomyie africaine du riz (*Orseolia oryzivora*). Pour lutter contre ce ravageur, les producteurs utilisent de manière abusive les pesticides chimiques de synthèses qui sont toxiques et polluent l'environnement. La présente étude a été réalisée pour contribuer à une meilleure gestion du ravageur tout en réduisant les dommages liés aux produits phytosanitaires. Un suivi phytosanitaire a été réalisé dans les bas-fonds de Zangasso et Guerékélé ainsi que dans les périmètres rizicoles de Baguinéda et Sélingué chez dix producteurs choisis au hasard dans chaque site. Les résultats ont montré une infestation globale de 2,83 % de galles, et 5,16 % de panicules blanches à Zangasso. Un test de démonstration suivant un dispositif en blocs dispersés chez dix producteurs a été réalisé pour démontrer les performances de nouvelles variétés de riz contre la cécidomyie (T1 = DKA-M8 qui est le témoin ; T2 = KAFACI 1 ; T3 = KAFACI 3 ; T4 = ARICA IER-1 ; T5 = ARICA IER-2). Les résultats ont montré une faible infestation par les galles du traitement T4, soit 1,15 galle contre 1,64 galle pour le témoin, et le meilleur rendement a été 4125 kg pour T5. Concernant l'évaluation de l'efficacité d'huile de neem, les traitements suivants ont été mis en compétition (T1 = DKA M8, le témoin ; T2 = KAFACI 1 ; T3 = ARICA IER-2 ; T4 = KAFACI 1+1L d'huile de neem/ha ; T5 = ARICA IER-2+1L d'huile de neem/ha). Le traitement T4 a été le moins attaqué, soit 1,017 galle, il a également obtenu le meilleur rendement, soit 6375 kg contre 4350 kg pour le témoin T1.

Évaluation de l'efficacité des systèmes d'irrigation et des extraits végétaux dans la production de la tomate à la station de Katibougou, Mali

Paara Dit Mamadou Diallo, Sory Diallo, Seydou Diallo and Laya Kansaye

IPR/IFRA de Katibougou

Résumé: L'agriculture constitue une activité essentielle pour les populations maliennes, mais elle demeure confrontée à des contraintes majeures, notamment l'insuffisance hydrique en saison sèche et les dégâts causés par les insectes ravageurs. L'usage intensif des intrants chimiques, bien que courant, a des méfaits sur l'homme et son environnement. Cependant, l'irrigation raisonnée et l'utilisation d'extraits de plantes apparaissent comme des alternatives durables pour la production de la tomate en saison sèche. Ainsi, la présente étude visait à identifier le système d'irrigation le mieux adapté à la production de la tomate biologique dans les conditions agro climatiques de Katibougou. Le dispositif expérimental utilisé est un bloc de Fisher complètement randomisé avec deux facteurs étudiés notamment les systèmes d'irrigation (californien, aspersion et goutte à goutte) et les extraits de plantes. Les résultats ont mis en évidence des différences très hautement significatives entre les

volumes d'eau collectés par les différents systèmes d'irrigation ($P < 0,001$). Les besoins en eau de la tomate ont été évalués à 608,26 mm pour le système californien, 557,91 mm pour l'irrigation par aspersion et 224,26 mm pour le système goutte-à-goutte. Sur le plan entomologique, la formulation (F3) s'est avérée plus efficace que les autres traitements sur l'évolution du *Bemisia tabaci* avec un cumul de 22 individus/plant au niveau du système goutte à goutte, aussi le rendement le plus élevé (26,31t/ha) a également été obtenu avec ce même système contre 23,54t/ha sur le système californien.

Les variétés de sorgho à double usage : de la parcelle à la marmite, ce que les producteurs en pensent !!!

Aminata Berthé, Urbain Dembélé, Abdoulaye M. Kane, Mohamed Dicko and Assitan Daou
Institut d'Economie Rurale

Résumé: Le contexte malien et, plus généralement sahélien, est marqué par de nombreux risques (événements climatiques, insécurité alimentaire et nutritionnelle, pauvreté, etc.) et des défis liés au renforcement de la résilience des populations, qui peuvent avoir pour conséquence d'accroître la vulnérabilité des communautés et des écosystèmes. Dans certaines localités, la rareté des ressources naturelles conduit à des conflits entre agriculteurs et éleveurs. Les variétés de sorgho à double usage ont été développées et diffusées pour renforcer la résilience des communautés agropastorales pour l'alimentation humaine et animale. L'objectif de cette étude réalisée en 2021 dans 8 villages en zone soudanienne du Mali était d'identifier les perceptions des producteurs sur les variétés de sorgho à double usage au cours des différentes étapes du processus de mise en valeur (techniques de production, conditionnement et commercialisation, transformation domestique) pour mieux comprendre les facteurs qui influencent leur adoption et leur mise à l'échelle. L'approche méthodologique était basée sur des enquêtes individuelles auprès de 165 exploitations agricoles et des discussions en focus groupe. Les résultats montrent que les variétés de sorgho à double usage sont globalement bien perçues par les producteurs ; en effet, 80% d'entre eux ont observé qu'elles ont un niveau de rendement plus élevé que leurs anciennes variétés et résistent mieux à la sécheresse ; mais certains producteurs (42%) trouvent qu'elles ont une durée de conservation plus réduite à cause de l'attaque des nuisibles. Selon 85% des enquêtés, le fourrage sucré et tendre de ces variétés est très apprécié par les animaux et les enfants ce qui causent des pertes et a conduit à l'abandon des variétés de sorgho à double usage dans certaines localités. Les résultats de cette étude montrent que la décision d'adopter de nouvelles variétés par les producteurs ne dépend pas uniquement du rendement mais d'autres facteurs tels que l'aptitude à la conservation et les risques d'attaques par les animaux ou les enfants.

Contribution de diagnostic participatif à l'identification des options agroécologiques en zone soudano-sahélienne du Mali

Bandiougou Dembélé¹, Harouna Coulibaly¹, Tidiane Diarissou², Karim Dagnon¹ and Kalifa Traoré¹

¹Institut d'Economie Rurale

²Université Ségou

Résumé: La région du Sahel de l'Afrique de l'Ouest est sans cesse confrontée à des irrégularités pluviométriques, des catastrophes naturelles (inondation, sécheresse) et aux effets d'une croissance exponentielle de sa population. Malgré, ces défis climatiques et démographiques, l'agriculture demeure la pièce maîtresse des pays de la région du sahel et offre des vivres et de l'emploi à des milliers d'individus. Cette étude vise à déterminer avec les communautés rurales les options agroécologiques pour la sécurité alimentaire et nutritionnelle et à l'amélioration des revenus des ménages. L'étude a été conduite dans trois zones agroécologiques des douze villages. Une zone subhumide avec un système de production à dominance coton-maïs, intégration culture-élevage (commune Klela), une zone à dominance céréales sèches-élevage et légumineuses (commune Cinzana) et une zone irriguée à dominance rizicole et cultures maraichères (commune Baguineda). Les données qualitatives ont été collectées à l'échelle des communes en focus groupe discussions. Les options identifiées sont les rotations coton-céréales, maïs- sorgho-niébé, sorgho-mil-niébé, mil-sésame-arachide, la fumure organique, l'huile de neem, le cordon pierreux, fertilisants chimiques, la

courbe de niveau, le billonnage, association arbre- cultures fourragères, association céréales-légumineuses et rotation céréales-légumineuses. Les producteurs pratiquent une diversité de système de production agricole pour répondre aux incertitudes de changement climatique.

Stratégies d'adaptation des producteurs d'œufs aux effets des changements climatiques de la région Maritime du Togo

Boubacar Sidiki Diabaté^{1,2}, Mahamadou Moussa Keita^{1,2}

¹Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR/IFRA) de Katibougou

²Laboratoire des Dynamiques Sociales et Economiques (LDSE)

Résumé: Au Togo, l'augmentation des températures de 0,3 à 1,6 °C et des précipitations irrégulières ne cessent de rendre les conditions agro-climatiques défavorables. Les producteurs avicoles ont adopté de nombreuses stratégies qui peuvent les aider à répondre aux effets néfastes du changement climatique. Le but de la présente étude était d'analyser la perception et les stratégies d'adaptation des éleveurs avicoles face aux effets du changement climatiques au Togo. Les données ont été recueillies à partir d'une technique d'échantillonnage aléatoire à deux niveaux soit un échantillon total de 85 aviculteurs répartis entre les 8 préfectures de la région maritime, au Togo. La démarche méthodologique adoptée était l'utilisation d'une échelle de likerts à trois points pour déterminer le niveau de perception des aviculteurs face aux effets du changement climatique. Ensuite, l'utilisation des statistiques descriptives afin d'identifier les stratégies d'adaptation. Enfin, l'utilisation d'un modèle Logit multinomial afin de déterminer les facteurs influençant le choix des stratégies d'adaptation des aviculteurs dans la zone d'étude. L'utilisation de l'échelle de Likerts a permis de classer la perception des effets du changement climatique par les aviculteurs en trois niveaux à savoir faible, modéré et élevé avec des pourcentages de 35%, 44% et 21% respectivement. Les stratégies d'adaptation ont été identifiées en trois groupes en fonction des stratégies d'adaptation utilisées par les répondants. Les stratégies d'adaptation au contrôle de l'alimentation et des maladies (SAMA) ont été les plus utilisées. S'en suivaient les stratégies d'adaptation au contrôle de la température (SAT) et des stratégies d'adaptation au choix des races résilientes (SARR). Ces dernières étaient les moins utilisées dans la zone d'étude. L'analyse économétrique nous a révélé que les facteurs tranchent d'âge, sexe, type de bâtiment, expérience de l'aviculteur, accès à une société coopérative, accès au crédit et au service de vulgarisation ont été statistiquement significatifs dans le choix des stratégies d'adaptation au contrôle de l'alimentation et des maladies chez les aviculteurs par rapport aux deux autres stratégies d'adaptation dans la zone d'étude. Par conséquent, nous recommandons aux responsables en charge de la politique nationale de l'agriculture résiliente au changement climatique de focaliser leurs efforts sur la sensibilisation des aviculteurs aux stratégies d'adaptation au contrôle de l'alimentation et des maladies en améliorant les services de vulgarisation et en facilitant l'accès des aviculteurs au crédit afin de participer activement à l'atténuation des effets de l'impact du changement climatique sur les aviculteurs.

Identification de lignées de riz pluvial et de bas-fond résistantes à la panachure jaune du riz causée par le virus RYMV

Jean R Sangaré, Yaya Koné, Modibo B Sangaré, Medoune Papa Khouma, Sidi Diarra, Abou Bagayogo, Mariama Diarra

Institut d'Economie Rurale, Centre Régional de Recherche Agricole, Sikasso, Mali

Résumé: La panachure jaune du riz causée par Rice Yellow Mottle Virus (RYMV) constitue la principale maladie virale endémique des rizières africaines. Transmise mécaniquement, elle cause de graves dommages aux plants de riz cultivés. La sélection variétale pour la résistance est considérée comme la stratégie de gestion la plus efficace et durable. Des procédures d'évaluation de la résistance standardisées sont nécessaires pour identifier les sources de résistance. Ce travail visait à évaluer les lignées de riz présentant une résistance partielle ou élevée au RYMV, en se basant sur les symptômes exprimés. Un protocole d'inoculation mécanique avec du PBS (solution saline tamponnée au phosphate) et du Carborundum sur des plantules de riz a été utilisé. La méthode d'évaluation de la résistance, basée sur l'indice de sévérité des symptômes, a été employée. Ainsi, un essai de criblage

de 448, 200 et 174 lignées ont été réalisées au cours de trois campagnes pluvieuses successives, de 2022 à 2024. L'évaluation hebdomadaire des symptômes a révélé que 40 lignées de riz étaient résistantes (taux de sévérité compris entre 0 et 5 %), 31 lignées modérément résistantes (taux de sévérité compris entre 11 et 30 %). Quarante-sept lignées étaient sensibles, avec un taux de sensibilité variant de 31 à 60 % ; les autres lignées restantes étaient hypersensibles aux souches utilisées. Les essais ont permis de recueillir des informations sur le comportement des lignées évaluées, ce qui aidera les sélectionneurs dans la prise de décision.

Perception et stratégies d'adaptation des agriculteurs au changement climatique dans le centre du Mali

Traoré Amadou, Daouda Seybou Maïga and El Hadj M. Kassambara
Institut d'Economie Rurale

Résumé: Cette étude vise à analyser la réponse du cotonnier et du maïs à l'apport de doses croissantes d'amendement organique ou minéral.

Matériel et méthodes. Les expérimentations ont été conduites dans deux stations de recherche (Farako, N'Tarla) de 2018 à 2021 et dans les quatre filiales de la CMDT de 2019 à 2021. En station, deux types d'amendements (chaux agricole, phosphate naturel granulé) ont été appliqués à des doses croissantes selon huit traitements comparés à la dose recommandée par la recherche de la fertilisation organo-minérale du cotonnier et du maïs. Le dispositif expérimental était en blocs de Fisher avec quatre (4) répétitions en station. En Milieu paysan, deux types d'amendements (chaux agricole, phosphate naturel granulé) ont été comparés à la nouvelle formule d'engrais enrichi en calcium dans un dispositif en blocs dispersés où la parcelle de chaque agriculteur constituait une répétition.

Résultats. Les résultats d'analyse de sol ont montré un niveau de pH compris entre 4,8 et 5,9 en début de campagne indiquant un niveau d'acidité élevé. Les amendements apportés ont permis une diminution de l'acidité des sols avec une moyenne de pH de 6,6 à Farako et 6,8 à N'Tarla. Aussi, l'apport des amendements à base de chaux agricole et du phosphate naturel granulé n'a pas permis une amélioration significative de l'état calcique (Ca^{2+}) des sols. Le taux de saturation en calcium du sol (Ca/CEC) a été de 50 % dans l'ensemble. En station, l'apport des amendements à différentes doses n'a pas eu d'effet significatif sur le rendement du cotonnier de 2018 à 2020 à Farako et à N'Tarla.

Conclusion. Le rendement moyen obtenu en coton et en maïs a été différent par site et par année et l'apport du compost à la dose de 5t/ha^{-1} + la fumure minérale recommandée s'est révélée efficace dans la productivité des cultures (coton, maïs) dans les stations de recherche. L'application de la nouvelle formule d'engrais enrichi en CaO s'est révélée globalement efficace dans l'amélioration de rendement du cotonnier en milieu paysan.

Modélisation de la culture intercalaire sorgho-niébé pour un site situé dans la zone soudanienne du Mali : forces et faiblesses du modèle Stics

Traoré Amadou, Fakaye Sissoko and Issa Coulibaly
Institut d'Economie Rurale

Résumé: L'objectif de cette étude était d'évaluer les performances du modèle STICS calibré pour simuler des systèmes de culture intercalaire sorgho-niébé en conditions pluviales en Afrique de l'Ouest. Nous avons utilisé les données des expérimentations de terrain menées à la Station Agronomique de N'Tarla au Mali en 2017 et 2018. Deux variétés de sorgho (locale et améliorée) à photopériode contrastée, les sensibilités ont été cultivées comme culture unique et intercalées avec du niébé, avec une conception additive. Deux dates de semis et deux niveaux de fertilisation minérale ont également été étudiés. Les simulations de modèles ont été évaluées avec des données observées pour la phénologie, l'indice de surface foliaire (LAI), la biomasse aérienne, le rendement en grain et l'humidité du sol en saison. De grandes variations de la biomasse aérienne du sorgho et du niébé ont été observées dans l'expérience (c'est-à-dire 3,5 à 9,6 t/ha pour le sorgho et 0,4 à 2,5 t/ha pour le niébé), en raison des traitements (c'est-à-dire culture unique et culture intercalaire, semis précoce et semis tardif, sans apport d'engrais et apport d'engrais). De telles variations ont été reproduites de

manière satisfaisante par le modèle, avec un EF de 0,81 en calibration et de 0,58 en évaluation (avec une RMSE relative de 23 % et 43 %) entre les cultures. Les simulations AGB du sorgho étaient plus précises (rRMSE de 21 % et EF de 0,54) que les simulations AGB du niébé (rRMSE de 25 % et EF de -0,09). Les deux principales caractéristiques observées du système de culture intercalaire ont été bien reproduites par le modèle. Premièrement, la biomasse aérienne du niébé et du sorgho a diminué avec la culture intercalaire par rapport à la culture pure, et la diminution de la biomasse du niébé était supérieure à la diminution de la biomasse du sorgho. Deuxièmement, malgré une réduction du rendement du sorgho et du niébé, le rapport équivalent-terre de la culture intercalaire pour la biomasse aérienne était toujours supérieur à un. En ce qui concerne le rendement en grains, le LER observé était supérieur à un uniquement dans le traitement non fertilisé. Le modèle n'a pas réussi à reproduire ce comportement, probablement en raison d'un calibrage insuffisamment précis du processus conduisant à la formation du rendement en grain : la rRMSE pour le rendement en grain était de 49 % en calibrage et de 41 % en évaluation. Sur la base de ces résultats, nous discutons des moyens d'améliorer le calibrage du modèle et d'utiliser le modèle pour explorer les options d'intensification durable en Afrique subsaharienne à terres limitées.

La culture intercalaire de céréales et de légumineuses est-elle une adaptation pertinente à la variabilité et au changement climatiques ?

Traoré, Amadou, Coulibaly Moribo, Koné Yaya, Sissoko Fakaye, Coulibaly Issa, Maïga Daouda Seybou, Kassamabara El Hadj Mamoudou
Institut d'Economie Rurale

Résumé: L'objectif de cette étude était d'évaluer les impacts possibles du changement climatique sur le rendement du sorgho, pour une gamme d'options d'intensification durable contrastées. Méthodes : nous avons utilisé les données des expérimentations de terrain menées à la Station Agronomique de N'Tarla au Mali (12.6193°N, -5.689°W) en 2017 et 2018. Deux variétés de sorgho (locale et améliorée) à photopériode contrastée, cultivées comme culture pure et culture associée au niébé. Deux dates de semis et deux niveaux de fertilisation minérale ont également été étudiés. Le modèle sol-culture STICS a été utilisé pour (i) évaluer la performance des huit options de gestion des cultures avec le climat actuel (1980-2010) et (ii) explorer l'impact du changement climatique sur la performance des options et quantifier leur potentiel d'adaptation. Au total, 16 unités de simulation ont été construites, correspondant à huit options de gestion des cultures avec deux dates de semis. Pour élaborer les scénarios, nous avons utilisé les simulations de modèles climatiques de la phase 6 du projet d'Intercomparaison des modèles couplés (CMIP6) pour les périodes historiques (1980-2010) et futures (2035-2065). Le scénario ssp5-8.5 a été utilisé comme trajectoire socio-économique partagée (SSP) à fortes émissions de gaz à effet de serre. Pour faciliter la comparaison des options de culture pure et de culture associée, nous avons déterminé la productivité énergétique (kcal/ha) des options étudiées sur la base du rendement en grain du sorgho et du niébé et en considérant un contenu énergétique de 3290 kcal kg⁻¹ pour le sorgho et de 1160 kcal kg⁻¹ pour le niébé. Pour le climat historique et futur, nous avons calculé la productivité calorique moyenne sur 31 ans (Ym), son écart-type (stdY) et son coefficient de variation (CV = stdY / Ym) pour quantifier et comparer la stabilité ou la variabilité de la productivité d'une année à l'autre. Pour évaluer le potentiel d'adaptation de chacune des options techniques étudiées, nous avons utilisé deux cadres différents : (i) la sélection de stratégies " sans regret ", et (ii) le potentiel d'adaptation. Résultats : les résultats montrent que les options d'intensification comprenant la variété et la culture associée "ISFM variété + culture intercalaire" et "ISFM variété + engrais + culture intercalaire" avec des conditions de date de semis précoce peuvent être considérées comme des options d'adaptation parce que la productivité calorique de ces options est plus stable que la productivité calorique du sorgho de référence, et parce que ce gain de stabilité augmente avec le changement climatique.

Variabilité agromorphologique et sélection de lignées élités de riz (*Oryza sativa* L.) pluvial en zone soudano-guinéenne du Mali

Ibrahima Berthé¹ and Jean R. Sangaré²

¹Institut d'Économie Rurale²Université de Ségou

Résumé: Le riz constitue une culture stratégique pour la sécurité alimentaire au Mali. Toutefois, la productivité du riz pluvial demeure limitée en raison de la faible adoption des variétés améliorées et de la variabilité climatique. Cette étude visait à évaluer la diversité agro-morphologique et le potentiel de rendement de 45 génotypes de riz, afin d'identifier des lignées performantes adaptées aux conditions de la zone soudano-guinéenne. L'expérimentation a été conduite à la Station de Recherche Agronomique de Longorola selon un dispositif alpha-lattice à trois répétitions. Les caractères étudiés comprenaient la hauteur des plants, le nombre de talles, le nombre de panicules par plant, la longueur de la panicule, le nombre de grains par panicule, le poids de mille grains, les cycles phénologiques et le rendement en grains. Les données ont été soumises à des analyses de variance, de corrélation, de régression linéaire et de classification ascendante hiérarchique. Les résultats ont révélé une variabilité significative entre les génotypes pour la majorité des caractères, traduisant une diversité génétique exploitable en amélioration variétale. Le rendement en grains a présenté des corrélations positives avec le nombre de panicules, le nombre de talles fertiles et la longueur de la panicule. Cette relation suggère que l'amélioration de ces caractères agro-morphologiques, à savoir un nombre accru de panicules et de talles fertiles ainsi que des panicules plus longues, contribue directement à l'augmentation du rendement. Ces paramètres constituent donc des critères de sélection pertinents pour l'identification et la valorisation de lignées élites adaptées à la riziculture pluviale. Cinq lignées élites (ARICA 5, ART35-49-D1-2, ART27-58-7-1-2-4-2-2, PCT-11\0\0\2_Bo\2\1>44-M-4-3-M et ART35-114-1-6N-2) se sont distinguées par leurs performances supérieures et leur bonne adaptation aux conditions pluviales.

Analyse de la typologie des exploitations agricoles dans les systèmes de production agricole de décrue à Yélimané, région de Kayes au Mali

Fatoumata Ba, Urbain Dembélé and Siaka D Traoré

Institut d'Économie Rurale

Résumé: La zone de Yélimané à l'instar de plusieurs autres zones au Sahel Occidental est confrontée aux chocs biophysiques qui accroissent la vulnérabilité des populations face aux effets du changement climatique. Pour déterminer les interventions adaptées, ou prévoir les effets d'une action de développement ou de politique agricole, il est nécessaire de comprendre le fonctionnement des exploitations agricoles. La présente étude a pour objectif d'analyser la typologie des exploitations agricoles dans les systèmes de production de décrue à Yélimané en vue de comprendre les stratégies d'adaptation des producteurs. La collecte des données a été basée sur la classification des exploitations agricoles en nanties (type A), moyennement nanties (type B) et faiblement nanties (type C) en tenant compte du niveau d'équipement agricole. Au total 330 exploitations agricoles ont été enquêtées. Les exploitations agricoles sont constituées en moyenne de 26 personnes et disposant d'une superficie moyenne cultivée de 8,1 ha. Pour la propriété foncière, le principal mode d'acquisition des terres est par héritage. Les principales cultures sont le sorgho et le maïs en culture pure et/ou en association avec le niébé. Pour la production de sorgho en culture pure, les exploitations de type A ont enregistré le meilleur rendement (900 kg/ha) comparativement aux types B et C avec 800 kg/ha et 600 kg/ha respectivement. Le maïs a enregistré un rendement moyen de 1050, 1120 et 1010 kg/ha respectivement pour les types C, B et A. Environ 59 % des exploitations agricoles ont adopté des stratégies de réduction des effets du changement climatique. Respectivement 63 % et 53 % des exploitations de type A et B ont adopté l'utilisation des variétés précoces de semences améliorées alors que 55 % des exploitations de type C ont opté pour la pratique d'activités génératrices des revenus comme le maraîchage, l'embouche, l'aviculture, le petit commerce, ou l'arboriculture. La production de céréales sèches par habitant et par an est de 560, 208 et 238 kg respectivement pour les exploitations de type A, B et C. Cependant, la durée d'autosuffisance alimentaire ne couvre pas les besoins de la population, même en année normale dans la zone. Pour améliorer l'accès aux semences améliorées, les producteurs ont suggéré la construction de magasins de stockage et de vente de semences et engrais (12 %), la formation et l'organisation des producteurs semenciers (5 %) et la subvention des semences et engrais (4 %). Ces résultats pourront servir de

base pour l'élaboration de plan de développement ciblé dans le domaine du secteur agricole des collectivités territoriales concernées.

Effet des amendements minéraux et organiques sur la productivité des sols et des cultures en zone cotonnière (soudanienne et soudano-sahélienne) du Mali

Amadou Traoré¹, Fakaye Sissoko¹, El Hadj Mamoudou Kassambara¹, Daouda Seybou Maïga¹,
Yaya Koné¹, Issa Coulibaly¹, Fagaye Sissoko²

¹Institut d'Economie Rurale, Mali

²Centre National de la Recherche Agricole

Résumé: Cette étude vise à analyser la réponse du cotonnier et du maïs à l'apport de doses croissantes d'amendement organique ou minéral. Matériel et méthodes. Les expérimentations ont été conduites dans deux stations de recherche (Farako, N'Tarla) de 2018 à 2021 et dans les quatre filiales de la CMDT de 2019 à 2021. En station, deux types d'amendements (chaux agricole, phosphate naturel granulé) ont été appliqués à des doses croissantes selon huit traitements comparés à la dose recommandée par la recherche de la fertilisation organo-minérale du cotonnier et du maïs. Le dispositif expérimental était en blocs de Fisher avec quatre (4) répétitions en station. En Milieu paysan, deux types d'amendements (chaux agricole, phosphate naturel granulé) ont été comparés à la nouvelle formule d'engrais enrichi en calcium dans un dispositif en blocs dispersés où la parcelle de chaque agriculteur constituait une répétition. Résultats. Les résultats d'analyse de sol ont montré un niveau de pH compris entre 4,8 et 5,9 en début de campagne indiquant un niveau d'acidité élevé. Les amendements apportés ont permis une diminution de l'acidité des sols avec une moyenne de pH de 6,6 à Farako et 6,8 à N'Tarla. Aussi, l'apport des amendements à base de chaux agricole et du phosphate naturel granulé n'a pas permis une amélioration significative de l'état calcique (Ca²⁺) des sols. Le taux de saturation en calcium du sol (Ca/CEC) a été de 50 % dans l'ensemble. En station, l'apport des amendements à différentes doses n'a pas eu d'effet significatif sur le rendement du cotonnier de 2018 à 2020 à Farako et à N'Tarla. Conclusion. Le rendement moyen obtenu en coton et en maïs a été différent par site et par année et l'apport du compost à la dose de 5t/ha-1 + la fumure minérale recommandée s'est révélée efficace dans la productivité des cultures (coton, maïs) dans les stations de recherche. L'application de la nouvelle formule d'engrais enrichi en CaO s'est révélée globalement efficace dans l'amélioration de rendement du cotonnier en milieu paysan.

Diversité et distribution des principales maladies fongiques et bactériennes de la tomate (*solanum lycopersicum*) et de l'oignon (*allium cepa* L.) au Mali: cas de Ségou et Niono

Moussa Kanté¹, Drissa Diallo¹, Fatoumata Touré², Djibril A. Souana³, Metaga Coulibaly¹ and Yaya Koné⁴

¹Université de Ségou, Faculté d'Agronomie et de Médecine Animale

²World Vegetable Center, Afrique de l'Ouest et du Centre, Mali

³Cirad UR Hortsys, Univ Montpellier, France

⁴Institut d'Économie Rurale/CRRA-Sikasso, Bamako, Mali

Résumé: La région de Ségou, notamment Ségou et Niono, est reconnue pour ses cultures maraîchères clés telles que la tomate (*Solanum lycopersicum*) et l'oignon (*Allium cepa* L.), à forte importance économique et sociale. Cependant, leur production est menacée par diverses maladies fongiques et bactériennes, favorisées par les conditions agroclimatiques locales et certaines pratiques culturales. Cette étude a évalué la diversité et la distribution de ces maladies dans les zones maraîchères de Ségou et Niono. Une enquête de terrain a été réalisée auprès de 120 maraîchers et complétée par des observations directes sur parcelles, l'utilisation de l'application Plantix et des analyses de laboratoire pour confirmer les agents pathogènes. Les principales maladies identifiées chez la tomate incluent la pourriture grise (*Botrytis cinerea*), l'alternariose (*Alternaria solani*), le mildiou (*Phytophthora*

infestans) et diverses bactérioses (*Xanthomonas axonopodis*, *Pseudomonas syringae*, *Ralstonia solanacearum*). Pour l'oignon, les pathologies fréquentes sont la fusariose (*Fusarium* spp.), le mildiou (*Phytophthora* spp.), le charbon (*Urocystis cepulae*) et la pourriture molle bactérienne. Les analyses de laboratoire ont confirmé la présence de *Fusarium* spp., *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., *Trichoderma* spp. Et *Rhizoctonia* spp. Les résultats soulignent une forte prévalence de maladies fongiques et bactériennes, impactant négativement la productivité. De plus malgré cette présence dominante des mycose et bactériose les producteurs ne font pas recours au fongicide ni au bactéricide dans la zone d'étude ce qui pourrait expliquer l'inefficacité des méthodes de lutte employé. Il est donc crucial de renforcer le diagnostic phytosanitaire, la sensibilisation des producteurs et de promouvoir des pratiques de lutte intégrée pour une production maraîchère durable dans la région.

Mots-clés : Tomate, Oignon, Maladies fongiques, Maladies bactériennes, Ségou, Mali.

Fragilité institutionnelle et résilience locale : identification et rôle des institutions locales dans le soutien et l'accompagnement des processus d'innovation agroécologique

Mohamed Coulibaly^{1,2}, Espérance Zossou¹, Mamy Soumaré^{2,3}

¹ Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin

² Institut d'Économie Rurale, Centre Régional de Recherche Agronomique, Mali

³ Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako, Mali

Résumé: Dans un environnement où les actions de développement reposent largement sur des interventions extérieures dans des dispositifs temporaires, cette étude propose une lecture systémique des contraintes liées au partage et à l'appropriation des innovations agricoles pour repérer les formes d'institutions locales capables de soutenir les dynamiques locales d'innovation dans le cercle de Kita, au Mali. L'analyse repose sur des analyses de contenu et des statistiques descriptives, à partir de données collectées lors d'entretiens individuels et collectifs menés auprès de 16 organisations de producteurs, 52 producteurs et 4 structures d'appui activement impliquées dans un processus d'innovation agroécologique. Les résultats montrent que le processus d'innovation s'inscrit dans un contexte fragilisé par des contraintes organisationnelles, techniques, sociales, économiques et institutionnelles qui freinent le partage et l'appropriation des innovations. Toutefois, au sein de cet environnement, l'étude identifie des formes d'institutions ancrées dans le tissu local ou coconstruites au cours du processus, capables de réduire les effets de ces contraintes sur les dynamiques locales d'innovation. Il s'agit des leaders communautaires, des producteurs leaders, des fournisseurs d'intrants et des mécanismes traditionnels d'entraide. L'étude montre également l'importance de l'approche par les systèmes d'innovation agricole par la co-construction de nouvelles configurations d'acteurs (collectifs d'acteurs de l'accompagnement pour la coordination, producteurs relais et les groupes de travail). Cette recherche invite à dépasser la conception restrictive des institutions, souvent réduites aux règles, aux normes ou structures, pour considérer les acteurs stratégiques et les mécanismes collectifs qui jouent un rôle déterminant dans les processus locaux d'innovation agricole.

Évaluation de la performance de la chaîne de valeur riz en zone office du Niger au Mali

Sidibé A. Kader^{1,2}, Koné Boureima³, Bouaré Adama¹, Hop Thiminh² and Burny Philippe²

¹ Université de Ségou

² Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech, Gembloux

³ Institut d'Économie Rurale

Résumé: La filière rizicole malienne a enregistré une forte progression au cours des deux dernières décennies, avec une production de riz paddy passant d'environ 743 000 tonnes en 2000 à plus de 3 millions de tonnes en 2020. Cette dynamique repose à la fois sur l'extension des superficies cultivées et sur l'amélioration notable des rendements, permettant au Mali d'atteindre un taux d'autosuffisance en riz de 92 % en 2019. Malgré ces avancées, le pays demeure partiellement dépendant des

importations, qui représentaient encore 263 000 tonnes en 2019, pour un coût significatif en devises. Parallèlement, la consommation nationale de riz a augmenté sous l'effet de la croissance démographique et de l'évolution des habitudes alimentaires, tandis que les prix du riz blanc ont connu une hausse sensible en raison de l'augmentation du coût des intrants et de l'énergie.

Dans ce contexte, l'étude analyse la performance de la chaîne de valeur riz dans la zone de l'Office du Niger, en mobilisant une approche intégrée fondée sur des analyses financières, économique et organisationnelle. Les résultats mettent en évidence des disparités de performance selon les catégories d'acteurs. Les petits producteurs présentent les meilleures performances unitaires, tandis que les activités de transformation, notamment le décorticage et l'étuvage, génèrent une valeur ajoutée élevée. L'analyse statistique confirme que le type d'acteur influence significativement la performance de la chaîne, soulignant le rôle central de la transformation et de l'organisation des acteurs dans la création de valeur

Effet du feu et de la pâture sur le potentiel des ligneux fourragers en zone soudano-sahélienne au Mali: cas de Lakamané et de Korokodio dans la région de Kayes

Boureima Kanambaye¹, Moussa Karembe² and Fadiala Dembélé¹

¹Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée de Katibougou

²Faculté des Sciences et Techniques USTTB Bamako, Mali

Résumé: La présente étude cherche à déterminer l'effet du feu et de la pâture sur le potentiel des ligneux fourragers en zone soudano-sahélienne au Mali. Elle a été réalisée dans la région de Kayes, notamment dans le terroir villageois de Lakamané, cercle de Diéma et dans celui de Korokodio, cercle de Nioro du Sahel. Pour ce faire, un dispositif expérimental de seize parcelles unitaires a été implanté dans chaque terroir. Un relevé phytoécologique a été effectué dans chaque parcelle unitaire de chaque site. Les paramètres collectés étaient entre autres le recouvrement global, le recouvrement des différentes strates de la végétation, le niveau de pression pastorale, l'intensité de coupe des ligneux, la liste des espèces végétales (ligneuses et herbacées) et leurs indices d'abondance-dominance. Sur la base de ces paramètres collectés, il a été calculé la valeur pastorale.

Il ressort de la présente étude que le recouvrement global de la végétation est supérieur à Lakamané (77%) qu'à Korokodio (67%). Ce recouvrement de la végétation varie entre 70% et 80% en fonction des traitements à Lakamané et entre 60% et 74% à Korokodio. Cette étude a permis de montrer une variation de la flore ligneuse selon les sites. Il a été ainsi recensé 12 espèces ligneuses fourragères à Lakamané contre 9 à Korokodio qui appartiennent à 10 familles. Les Combretaceae et les Mimosaceae sont les familles communes aux deux sites.

La valeur pastorale est plus élevée à Korokodio (45%) qu'à Lakamané (40%) et elle varie en fonction des traitements. Aussi, les facteurs feu et pâture influent positivement sur la densité des brins des ligneux fourragers. Ce travail mérite d'être poursuivi sur le long terme afin de mieux cerner l'effet du feu et de la pâture sur les ligneux fourragers et leur interaction sur le tapis herbacé en zone soudano-sahélienne.

Impact de la faune des acariens sur la tomate (*Solanum lycopersicum*) et l'aubergine africaine (*Solanum marcarpon*) dans la zone péri-urbaine de Ségou au Mali

Issouf Sogodogo¹, Moussa Kanté¹, Fatoumata Touré², Djibril Aboubakar Souna³, Ousmane Djourte¹ and Modibo Baliano Sangaré⁴

¹Université de Ségou, Faculté d'Agronomie et de Médecine Animale

²World Vegetable Center, Afrique de l'Ouest et du Centre, Bamako, Mali

³Cirad UR Hortsys, Univ Montpellier, Montpellier, France

⁴Institut d'Économie Rurale, Sikasso, Bamako, Mali

Résumé: La production maraîchère constitue une source de revenus importante pour les agriculteurs de la zone périurbaine de Ségou, au Mali. Parmi les cultures maraîchères les plus importantes, la

tomate (*Solanum lycopersicum*) et l'aubergine africaine (*Solanum aethiopicum*) occupent une place majeure. Malgré leur importance économique, ces deux spéculations sont confrontées à de nombreuses contraintes abiotiques et biotiques, notamment les attaques d'arthropodes ravageurs, en particulier les acariens. La présente étude vise à évaluer l'impact de la faune des acariens sur la tomate et l'aubergine africaine dans la zone périurbaine de Ségou. La méthodologie adoptée a combiné une enquête de terrain et des analyses de laboratoire. Une enquête a été réalisée auprès de 120 producteurs dans quatre localités de la région de Ségou, complétée par des observations de parcelles et l'analyse au laboratoire des parties végétales infestées collectées, permettant l'identification des acariens à l'aide d'une loupe binoculaire. Les données recueillies ont été saisies et nettoyées sous Excel, puis soumises à des analyses statistiques descriptives, de corrélation et de régression multiple. Les résultats ont permis d'identifier *Tetranychus evansi* comme l'espèce d'acarien la plus dominante, avec une fréquence de 91,67 %, suivie des Phytoseiidae et de *Neoseiulus*, avec respectivement 5,83 % et 1,67 %. Les méthodes de lutte utilisées par les producteurs sont majoritairement chimiques (95 %), tandis que la lutte agronomique et la lutte biologique restent marginales (4 % et 1 %, respectivement). L'impact économique des acariens est estimé à 347 287 FCFA sur une superficie de 0,63 ha pour l'aubergine africaine, et à 1 225 000 FCFA sur 0,175 ha pour la tomate. Ces résultats soulignent la nécessité de promouvoir une gestion intégrée des acariens, fondée sur la combinaison de pratiques agroécologiques, de lutte biologique et d'un usage raisonné des pesticides, afin de réduire les pertes économiques et d'améliorer la durabilité de la production maraîchère dans la région de Ségou.

ENVIRONNEMENT, EAU, CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Pilot-scale continuous-flow enzymatic system for multi-drug removal from wastewater

Mohamed Koïta, Adama Diagayété, Lamine O. Sangaré and Sidy Ba
Ecole Nationale d'Ingénieurs Abderhamane Baba Touré

Abstract: Conventional wastewater treatment plants (WWTPs) are not specifically designed to remove micropollutants, leading to their continuous release into aquatic environments. Enzymatic treatment using oxidative enzymes, particularly laccases, has emerged as a promising and sustainable approach for the removal of pharmaceutically active compounds (PhACs). However, most existing studies have been restricted to laboratory-scale batch systems, underscoring the need for pilot-scale evaluations under realistic operating conditions. In this study, a pilot-scale continuous-flow enzymatic reactor based on zymatic sand functionalized with laccase produced by *Trametes versicolor* was developed and assessed for the simultaneous removal of multiple PhACs from WWTP effluent. The zymatic-laccase system effectively targeted 21 selected pharmaceutical compounds, including representative antibiotics, non-steroidal anti-inflammatory drugs, estrogens, and other classes of PhACs. Significant removal efficiencies ($\geq 30\%$) were achieved for 15 of the 21 target compounds in spiked wastewater, while 10 compounds exhibited removal rates exceeding 75%. All removal efficiencies were determined at an empty bed contact time (EBCT) of 30 minutes. Comparable average removal efficiencies of 58% and 57% were observed for unspiked and spiked WWTP effluents, respectively. Furthermore, the EBCT can be adjusted to further enhance treatment performance. Additionally, the zymatic treatment slightly increased pH, markedly reduced total suspended solids (83–91%), while other key water quality parameters remained largely unaffected, indicating minimal impact on overall effluent chemistry.

Présence d'antibiotiques dans les effluents hospitaliers rejetés dans le fleuve Niger à Bamako, au Mali. Évaluation des risques et solutions

Balla Coulibaly¹, Edward J. Pastor-Lopez², Abdoulaye Diawara¹, Fatoumata B. Savané¹, Monica Escola-Casas², Victor Matamoros² and Sidy Ba³

¹Laboratoire de Génie Chimique et Environnemental, ENI-ABT, Bamako, Mali

²Département de Chimie Environnementale, IDAEA-CSIC, Jordi Girona, Barcelona, Spain

³Département de Génie Biomédical, Chimique et Environnemental, ENI-ABT, Bamako, Mali

Résumé: Les effluents des eaux usées hospitalières constituent une source importante de contamination par les antibiotiques (AB) dans les milieux aquatiques, contribuant ainsi à la résistance aux antimicrobiens (RAM). Cette étude a pour objectif d'investiguer la présence et les concentrations d'AB dans les effluents de quatre grands hôpitaux de Bamako au Mali, d'évaluer la qualité de l'eau et les risques écotoxicologiques associés à cette contamination, et de proposer des solutions d'atténuation adaptées au contexte local. Elle examine 30 composés pharmaceutiques, dont 22 AB, aux points de sortie (Po) et aux sites de rejet (Pf) dans le fleuve Niger. Les composés ont été analysés par injection directe en chromatographie liquide ultra-performante couplée à la spectrométrie de masse à temps de vol quadripolaire (UPLC-QToF). Les AB appartiennent à neuf classes, principalement les fluoroquinolones, les macrolides et les sulfamides. La moitié des composés ciblés n'a pas été détectée, tandis que les concentrations mesurées pour les AB quantifiés variaient de 0,1 à près de 40 µg/L. Les concentrations les plus élevées ont été observées pour l'acétyl-sulfaméthoxazole (ASM) ($38,9 \pm 25,7$ µg/L) et la ciprofloxacine (CIP) ($32,0 \pm 4,3$ µg/L), alors que des niveaux inférieurs à 1 µg/L ont été relevés pour l'azithromycine, la clarithromycine et la sulfadiazine. Des différences significatives ont été mises en évidence entre Po et Pf : certains composés, tels que l'ASM, ont montré une élimination complète attribuable à des processus d'atténuation naturelle, tandis que d'autres, notamment la CIP et la lincomycine, ont présenté des augmentations atteignant respectivement 102 % et 400 %, possiblement liées à des phénomènes d'accumulation en aval ou à la transformation de métabolites conjugués. L'évaluation des risques écotoxicologiques et microbiens, basée sur les rapports de risque (RQ), a révélé des niveaux élevés ($RQ > 1$) sur l'ensemble des sites étudiés, bien qu'une réduction supérieure à 50 % ait été observée pour la majorité des composés dans trois hôpitaux. Ces résultats mettent en évidence la nécessité de renforcer les systèmes de traitement des eaux usées hospitalières afin de limiter la dispersion des

antibiotiques dans l'environnement. Cette étude fournit des données de référence essentielles et souligne l'intérêt de solutions durables et économiquement viables, telles que les filtres plantés, ainsi que la mise en œuvre de cadres réglementaires adaptés pour réduire la contamination et freiner la propagation de la RAM dans le fleuve Niger.

Integrating methods for providing valuable and practical information for controlling the Niger river water pollution based on one-dimensional model of dynamic water environmental capacity in Bamako, Mali

Lamine O. Sangaré¹, Mohamed Koïta², Adama Adama², Balla Coulibaly² and Sidy Ba¹

¹Laboratory of Chemical and Environmental Engineering, Ecole Nationale d'Ingénieurs
Abderhamane Baba Touré, Bamako, Mali

²Ecole Doctorale des Sciences et des Technologies du Mali, Campus Universitaire de Kabala

Abstract: A thorough understanding of pollution sources, pollutant loads, and the river's self-purification is required for pollution control. The Niger River basin in the Bamako area is environmentally sensitive, with the river polluted. However, information regarding the river should still be given. This study aims to determine the river's pollution sources and levels using chemical oxygen demand (COD) and ammonium (NH₄⁺) as evaluation indices. The results showed that the river was under significant pollution overload, with average COD and NH₄⁺ concentrations of 2.8 million and 0.04 million t/a, respectively. As a result, the average left Water Environmental Capacity (WEC) values were -2.80 million t/a for COD and -0.003 million t/a for NH₄⁺. Overall, the left WEC values were negative, indicating that various sources discharged extra pollutants into the river. Therefore, action must be taken quickly to reduce pollution in the Bamako area. This study provides important insights into the self-purification of West Africa's main river, which can help policymakers and planners develop more effective pollution management methods.

Pilot-scale continuous flow enzymatic reactor for the removal of several drugs from wastewater using zymatic sand immobilized tyrosinase

Adama Diagayété¹, Mohamed Koïta¹, Lamine O. Sangaré² and Sidy Ba²

¹Ecole Doctorale des Sciences et des Technologies du Mali, Bamako, Mali

²Department of Biomedical, Chemical and Environmental Engineering, ENI-ABT

Abstract: Pharmaceutical residues and other organic micropollutants are increasingly recognized as major contributors to water resource contamination, while conventional wastewater treatment processes often show limited effectiveness in their removal. Oxidative enzymes, particularly tyrosinases, are capable of transforming a wide range of aromatic compounds into less soluble, polymerized, or more biodegradable products. This study evaluated the effectiveness of a pilot-scale continuous-flow system using fungal tyrosinase immobilized on zymatic sand for the removal of 21 selected pharmaceutical compounds from treated urban wastewater. One liter of tyrosinase-immobilized zymatic sand was packed into a reverse-flow column operated under an empty bed contact time of 30 minutes and tested using both unenriched and enriched treated wastewater. Standard physicochemical parameters were monitored, including pH, conductivity, chemical oxygen demand, nitrogen species, temperature, and total suspended solids (TSS). The system achieved an average removal efficiency of 64% under unenriched conditions and successfully removed 15 of the 21 target compounds in enriched wastewater. Treatment resulted in a pH increase of approximately one unit and a significant reduction in TSS (83–91%). Enhanced removal was observed for bisphenol A, estrogens, and paracetamol. Overall, the results demonstrate the potential of continuous-flow tyrosinase-based systems as an effective complementary approach for pharmaceutical micropollutant removal in wastewater treatment.

Évaluation spatio-temporelle de la turbidité des eaux du lac Wégia à partir de l'imagerie satellitaire Sentinel-2 (Mali)

Allaye Guindo¹, Hamidou Diawara^{1,2} and Tajouko Berthé¹

¹Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako, Mali

²ARGRHYMET CCR-AOS, Niamey, Niger

Résumé: La dégradation accélérée des zones humides sahéliennes, sous l'effet conjugué des pressions anthropiques et de la variabilité climatique, impose le recours à des outils innovants pour le suivi rapide et durable des ressources en eau. Cette étude vise à évaluer le potentiel de l'imagerie satellitaire Sentinel-2 pour l'estimation qualitative de la turbidité des eaux du lac Wégna, qui est site RAMSAR situé dans la région de Koulikoro au Mali, afin d'apporter un appui technique à la gestion durable de ses ressources hydriques. La méthodologie repose sur l'exploitation d'une série temporelle d'images Sentinel-2A acquises entre 2016 et 2021, traitées après correction atmosphérique et l'application de l'indice de turbidité normalisé (NDTI) basé sur les bandes rouge et verte. Les analyses spatio-temporelles ont été complétées par la caractérisation morphométrique du lac et de son bassin versant à partir des données ASTER GDEM. Les résultats indiquent que le lac Wégna présente une profondeur moyenne de 5,17 m pour un volume estimé à 6 302 864 m³, tandis que son bassin versant se caractérise par une dominance de surfaces faiblement inclinées (35,19 % avec des pentes comprises entre 0 et 2°) et un réseau hydrographique dense (2,29 km/km²). L'analyse de la turbidité révèle une augmentation globale de la proportion des eaux troubles sur la période étudiée, avec des valeurs moyennes annuelles comprises entre 34,6 % et 39,3 % de la superficie du lac. Le mois de novembre apparaît comme la période la plus critique, enregistrant plus de 77 % de surface à forte turbidité entre 2018 et 2021, traduisant l'influence des apports hydro-sédimentaires post-pluviaux. Cette étude démontre la pertinence de l'imagerie Sentinel-2 et du NDTI comme outils opérationnels de suivi de la qualité des eaux en milieu lacustre sahélien, et constitue une base scientifique pour la mise en place d'un système de surveillance environnementale du lac Wégna.

Contributions du secteur privé malien à la recherche, au développement et à l'innovation (RDI) en eau et assainissement : cas de l'entreprise S2E

Diabélou Sissoko

Service d'Expertise en Environnement, Kabala, Mali

Résumé: Dans les pays en développement, la recherche, le développement et l'innovation (RDI) constituent des leviers essentiels pour améliorer la gestion durable de l'eau et de l'assainissement. Toutefois, les contributions du secteur privé à la production de connaissances et au développement d'outils d'aide à la décision dans ces domaines demeurent encore peu documentées, notamment au Mali. La présente étude analyse les contributions du secteur privé malien à la RDI en eau et assainissement à travers le cas du cabinet Service d'Expertise en Environnement (S2E), créé en décembre 2024. La méthodologie repose sur une étude de cas qualitative fondée sur l'analyse documentaire de l'ensemble des rapports techniques, référentiels méthodologiques, outils d'aide à la décision, cadres d'innovation, indicateurs d'évaluation et productions scientifiques et techniques développés par le cabinet depuis sa création. Les données recueillies ont été soumises à une analyse thématique visant à identifier les principales contributions de la structure à la recherche appliquée, au développement et à l'innovation en gestion et durabilité environnementale au Mali. Les résultats montrent que S2E contribue à la RDI à travers trois axes principaux : le développement d'indices d'évaluation de la qualité des eaux, la conception d'outils de caractérisation et d'évaluation de la gestion des déchets, ainsi que l'élaboration de méthodes d'évaluation du secteur Eau, Assainissement et Hygiène (WASH). Ces outils favorisent la production d'informations stratégiques, le suivi des performances environnementales et l'amélioration de la prise de décision. L'étude met en évidence le rôle potentiel des cabinets d'expertise environnementale comme acteurs complémentaires de la recherche académique et des institutions publiques dans la production de connaissances appliquées et le renforcement de la gouvernance environnementale au Mali. Elle souligne également l'intérêt de renforcer les synergies entre les acteurs publics, privés et académiques afin de promouvoir des dynamiques d'innovation adaptées aux défis du développement durable au Mali.

Économie circulaire comme solution aux problèmes de déchets plastiques dans le district de Bamako : cas du recyclage des déchets à DGB plastique Mali SARL

Mohamadou Adamou¹, Alimata Bah², Oumar L. Diaby, Mahamadou A. Touré² and Boubacar Nouhou²

¹Institut des Sciences Appliquées/USTTB, Bamako, Mali

²Université Privée BAZO de Bamako, Mali

³Entreprise DGB Plastique Mali

Résumé: La gestion des déchets plastiques constitue aujourd'hui un enjeu majeur pour la ville Bamako où leur accumulation engendre des impacts environnementaux et sanitaires considérables. Toutefois, en suivant les principes de l'économie circulaire, la création de déchets plastiques peut être intégrée au cycle économique. L'objectif principal de cette étude est d'analyser le déroulement du recyclage des déchets plastiques au sein de DGB Plastique Mali afin d'améliorer les méthodes en faveur d'une économie circulaire. Des investigations ont été effectuées auprès de l'administration, des techniciens de l'entreprise et des collecteurs, qu'ils soient formels ou informels, accompagnées de visites sur le terrain. Des outils tels que l'ACV et l'AFME pour l'optimisation du processus de recyclage ont également été utilisés pour établir un cadre conceptuel cohérent du processus de recyclage. Les données révèlent que l'entreprise DGB Plastique Mali réussit à traiter en moyenne 50 kg de déchets plastiques, dont 75 % sont constitués de PEHD. Les plastiques sont collectés à majorité sur les marchés et décharges. Le cadre conceptuel, établis qu'une analyse des matières ou des actions doit se faire pendant les entrées principales ou apport de matières et sources d'énergie (déchets plastiques, eau, énergie, etc.), à la sortie des matières recyclés et rejets suivis de mesures de masses de matières (produits, pertes). L'ACV identifierait l'impact environnemental global du recyclage des plastiques sur toute la chaîne de production selon les exigences de la norme ISO 14040/44.

Situation d'accès à l'eau, à l'hygiène et à l'assainissement dans les écoles fondamentales publiques de la commune VI du district de Bamako

Ousmane Coulibaly¹, Moussa Koné² and Amadou Camara³

¹Institut de Pédagogie Universitaire

²Faculté des Sciences et Techniques de Bamako

³Projet de Résilience Urbaine de Bamako

Résumé: Le mémoire que nous présentons ici traite la situation d'accès à l'eau, à l'hygiène et à l'assainissement dans les écoles fondamentales publiques de la commune VI du District de Bamako. L'objectif principal est d'analyser la situation d'accès à l'eau, l'hygiène et l'assainissement des écoles fondamentales publiques de la commune VI du District de Bamako afin d'identifier les effets sur la santé et les conditions d'apprentissage des élèves. L'accès à l'eau, l'hygiène et l'assainissement constitue l'une des conditions sine qua non pour le bien-être et la réussite des élèves dans les écoles, la recherche repose sur une méthodologie combinant des enquêtes par questionnaires, des entretiens avec les responsables d'écoles et des observations directes des infrastructures. Par rapport à l'échantillonnage, nous avons mené une enquête exhaustive. Les enquêtes se sont déroulées dans les cent dix-sept écoles fondamentales publiques de la commune VI du District de Bamako. Les données recueillies ont été analysées afin de mettre en évidence les écarts entre les normes nationales d'accès en eau, hygiène et assainissement en milieu scolaire et la situation observée sur le terrain. Ainsi, nous avons retrouvé que 95% des écoles disposent des sources d'eau améliorées et 5% ont des sources non améliorées. Alors, les 95% des points d'eau améliorés étaient fonctionnels au moment de notre enquête. De même, toutes les écoles enquêtées avaient des latrines améliorées soit 100% des écoles enquêtées. Aussi, 60% des latrines étaient séparées en filles et garçons. Seulement 21% disposaient d'équipements pour les personnes à mobilité réduite et 77% des latrines étaient fonctionnelles. Par rapport à l'hygiène, 39% des écoles avaient des DLM avec 35% d'écoles disposant des DLM utilisables et 25% d'écoles sont équipées de DLM avec disponibilité d'eau et de savons. En ce qui concerne les lieux de ventes, nous avons retrouvé que les vendeurs sont installés dans la cour de 21% des écoles enquêtées ; à la porte de 75% des écoles enquêtées et dans la rue de 4% des écoles cibles.

En fin, pour la gestion des déchets nous avons retrouvé que 29% des écoles enquêtées collectent les déchets et 71% des écoles brûlent les déchets à ciel ouvert. Ces résultats révèlent que l'accès à l'eau potable reste insuffisant dans plusieurs établissements, que les latrines sont aussi insuffisantes, mal entretenues ou non séparées par genre et que les pratiques d'hygiène, notamment le lavage des mains, sont peu appliquées par manque de dispositifs et de sensibilisation. Ces insuffisances exposent les élèves à diverses maladies hydriques et réduisent leur assiduité scolaire.

Efficacité du pfumvudza comme stratégie de résilience aux effets de la sécheresse au Mali

Alfousseiny M. Maiga, Mamadou M. Coulibaly and Cheick O. Dembélé

Institut d'économie Rurale, Centre Régional de Recherche Agronomique de Sotuba

Résumé: Face aux défis du changement climatique et de l'insécurité alimentaire au Mali, l'approche agroécologique Pfumvudza, originaire du Zimbabwe, offre une stratégie innovante pour améliorer la résilience agricole. Cette méthode vise à maximiser la productivité sur de petites parcelles en restaurant la santé des sols, en optimisant l'utilisation des ressources, et en intégrant des techniques de semis et de conservation de l'humidité, ainsi que des savoirs paysans et la solidarité communautaire. L'approche est adaptable aux contextes locaux. L'objectif général de cette étude est de : « Évaluer l'efficacité de l'approche Pfumvudza comme stratégie de résilience agroécologique face aux effets de la sécheresse dans les systèmes de production agricole au Mali ». Pour évaluer l'efficacité de l'approche Pfumvudza, une étude a été menée dans deux régions (Sikasso, Koutiala) du Mali. Au cours de cette recherche, une étude descriptive a été effectuée dans les deux régions afin de déterminer si les familles pratiquent ou non le Pfumvudza. De plus, une recherche a été réalisée au Centre régional de recherche agronomique de Sotuba en ce qui concernant l'évaluation des rendements des cultures. Cinq cultures distinctes (Maïs, Sorgho, Soja, Arachide et Niébé) ont été mise en place sur une superficie de 624m² pour chaque type de culture. L'approche Pfumvudza a été évaluée à travers des questionnaires individuels et des entretiens semi-structurés menés auprès des producteurs. Des données agronomiques telles que 50% floraison et le rendement ont été collectés. La taille de l'échantillon était de 85 ménages ne pratiquaient pas et 15 ménages appliquaient cette approche. Ces ménages ont été sélectionnés de manière aléatoire sur les deux sites. Les effets de la sécheresse causée par le changement climatique ont eu un impact considérable sur les agriculteurs communaux dépendant de l'agriculture pluviale entraînant une insécurité alimentaire. Le Pfumvudza a permis d'améliorer les rendements et la santé des sols. Les résultats ont montré une différence significative entre les rendements des cultures des familles utilisant le système Pfumvudza. Il a été conclu que le Pfumvudza renforçait la résilience face aux impacts de la sécheresse liée au changement climatique. Avec une augmentation de rendement supérieure à une tonne pour toutes les cultures. La recherche recommande aux agriculteurs d'adopter pleinement la stratégie Pfumvudza pour obtenir des rendements plus élevés et améliorer la sécurité alimentaire.

Assessment of groundwater pollution risk and feasibility of a fecal sludge treatment plant in the arid sahelian environment: the case of Agadez (Niger)

Abdourazakou M. Hassan and Souley Harouna

School of Mines, Industry and Geology, Niamey, Niger

Abstract: The management of fecal sludge represents a major public health and environmental protection challenge in Sahelian cities, particularly in arid areas lacking adequate sanitation infrastructure. In Agadez, in northern Niger, the absence of a fecal sludge treatment plant has led to uncontrolled discharges into the environment, exposing soils and groundwater resources to high pollution risks. This study assesses the technical and environmental feasibility of establishing a fecal sludge treatment plant, with particular emphasis on safeguarding groundwater resources. an integrated approach combining hydrogeological, geotechnical, geophysical, and topographic investigations, complemented by a multicriteria decision-support analysis. The work

involved penetrometric tests, laboratory geotechnical analyses, electrical resistivity profiling, assessment of aquifer depth and vulnerability, and morphological analysis of the site. The results show that the investigated site is underlain by gravelly and sandstone soils with good bearing capacity and low permeability, making them suitable for the construction of heavy structures. The groundwater table is deep, ranging between 150 and 245 m, which significantly limits the risk of contamination by infiltration. The natural topography, characterized by a north–south-oriented slope, is favorable for gravity-driven effluent flow, thereby reducing operational energy requirements. The multicriteria analysis indicates that the site meets all technical, land-use, and environmental criteria, with the exception of minor works required to connect to potable water and electricity networks. This study demonstrates that the proposed site in Agadez offers favorable technical and environmental conditions for the establishment of a fecal sludge treatment plant.

Potentiel des systèmes agroforestiers à l'atténuation des effets de la variabilité climatique dans la zone soudano-sahélienne de Koulikoro : cas du domaine de l'IPR/IFRA de Katibougou, Mali

Siriki Fané¹, Daouda Togola¹, Dowory Traoré¹, Fankélé Diarra², Doukoro Diarra³, Fadiala Dembélé¹, Moussa Karembe² and Sidi Sanogo^{4,5}

¹Centre des Ressources Agroforestières, Institut Polytechnique Rural de Formation et Recherche Appliquée

²Faculté d'Histoire et de Géographie, USSGB

³Département du Centre International de Recherche en Agroforesterie, Samanko

⁴Centre Régional de Recherche Agronomique de Sikasso

⁵Institut d'Économie Rurale

Résumé: L'agriculture africaine est à la fois vulnérable aux effets du changement climatique et sources d'émission de gaz à effet de serre (GES). Au Mali, l'augmentation des émissions agricoles est largement liée à la déforestation à travers des défrichements incontrôlés associée aux mauvaises pratiques de gestion des savanes. Cette étude détermine le potentiel et les facteurs influençant la séquestration de carbone des systèmes agroforestiers dans le domaine de production agricole de l'IPR/IFRA de Katibougou. Un inventaire systématique dendrométrique a été effectué dans le domaine. Au total, 53 placettes de 2826 m² ont été inventoriées et, dans chaque placette, la circonférence à 1,30 m du sol de chaque individu présentant une circonférence supérieure à 10 cm a été mesurée. La quantification de la biomasse ligneuse a reposé sur l'application des équations allométriques, complétées par une analyse de régression linéaire des facteurs de séquestration. Le potentiel de séquestration de carbone a été estimé à 16 tC ha⁻¹. Le système intermédiaire (SI) présente la plus forte capacité de stockage du carbone, avec 45,59 tC ha⁻¹. La séquestration du carbone dans le système agroforestier est influencée positivement et négativement par des facteurs dendrométriques, systèmes agroforestiers, pratiques de gestion et géographique. Le diamètre à hauteur de poitrine (DBH) apparaît comme la variable la plus déterminante de la séquestration, avec un effet positif significatif (coefficient = 0,139 ; p < 0,001), suivi des espèces (coefficient = -0,147 ; p = 0,007) et le maintien des résidus de cultures (coefficient = -1,929 ; p = 0,004). Ces résultats confirment que les systèmes agroforestiers étudiés jouent un rôle écologique essentiel dans la séquestration de carbone, fortement influencée par la structure dendrométrique, la diversité des espèces et les pratiques de gestion. Ainsi une promotion de systèmes agroforestiers adaptés, notamment intermédiaires, comme outils de gestion durable des terres et d'atténuation du changement climatique dans le domaine de l'IPR/IFRA de Katibougou.

Dynamique et enjeux du renouvellement des systèmes agroforestiers dans le domaine agricole de l'IPR/IFRA de Katibougou en zone soudano-sahélienne de Koulikoro au Mali

Daouda Togola¹, Fanta Wologuem², Siriki Fané¹, Dowory Traoré¹, Fankélé Diarra³, Cheickna Traoré¹, Moussa Karembe⁴ and Sidi Sanogo^{5,6}

¹Centre des Ressources Agroforestières, Institut Polytechnique Rural de Formation et Recherche Appliquée, Mali

²Université de Ségou, Mali

³Faculté d'Histoire et de Géographie, USSGB, Mali

⁴Faculté des Sciences et Techniques, USTTB, Mali

⁵Centre Régional de Recherche Agronomique de Sikasso, Mali

⁶Institut d'Économie Rurale, Bamako, Mali

Résumé: Les systèmes agroforestiers du domaine agricole de l'IPR/IFRA de Katibougou jouent un rôle essentiel dans la durabilité des productions agricoles, mais ils sont aujourd'hui confrontés à des pressions croissantes liées aux pratiques agricoles et pastorales, susceptibles de compromettre leur renouvellement naturel. L'insuffisance d'informations sur la dynamique de régénération des peuplements ligneux rend difficile la prise de décisions adaptées pour leur gestion durable. L'objectif de cette étude était d'évaluer la performance du renouvellement des systèmes agroforestiers à travers l'analyse de la régénération naturelle des espèces ligneuses. Un inventaire systématique a été réalisé dans 53 placettes circulaires de 2 826 m² chacune, réparties dans les différents systèmes agroforestiers du domaine, au sein desquelles les régénérations de chaque espèce ont été recensées et identifiées. Les résultats montrent que *Azadirachta indica* et *Securinega virosa* présentent les taux de régénération les plus élevés, avec respectivement 28,38 % et 12,48 %, traduisant leur bonne capacité d'adaptation aux conditions locales. Le taux de régénération du peuplement, variant de 0 à 1 000 %, révèle une performance nettement supérieure du système agrosylvicole (193,06 %), tandis que le système sylvopastoral affiche la valeur la plus faible (38,21 %), en raison notamment de la pression exercée par le bétail sur les jeunes plants. Malgré ces contrastes, le taux de régénération global de la zone d'étude (101,06 %) indique une dynamique de renouvellement globalement satisfaisante. Ces résultats soulignent l'importance de mettre en place des mesures de protection et de gestion adaptées, en particulier dans les systèmes sylvopastoraux, afin de favoriser un renouvellement durable des peuplements agroforestiers et d'orienter efficacement les décisions de gestion du domaine.

Gestion des ressources fourragères ligneuses en zone sahélienne : perceptions des autorités locales et pistes de gestion durable à Dio-Gare, Mali

Aminata Diarra¹, Siriki Fané², Yorombé Di Yoro Karembé³ and Moussa Karembé⁴

¹Département formation et recherche, Centre Regional AGRHYMET, Niamey, Niger

²Centre des Ressources Agroforestières, Institut Polytechnique Rural de Formation et Recherche Appliquée, Mali

³Faculté d'Histoire et de Géographie, USSGB, Mali

⁴Faculté des Sciences et Techniques, USTTB, Mali

Résumé: Dans les zones sahéliennes, l'élevage constitue une activité majeure des ménages ruraux et repose principalement sur l'exploitation des pâturages naturels, dont la dégradation progressive limite la disponibilité des ressources fourragères, en particulier ligneuses. Dans la commune rurale de Dio-Gare, cette dégradation se traduit par une raréfaction des ressources fourragères, en particulier ligneuses, sous l'effet combiné des aléas climatiques et des pressions anthropiques. L'objectif de cette étude est d'analyser les perceptions des autorités communales et des services techniques sur la dynamique des ressources fourragères ligneuses afin d'identifier les principaux facteurs de dégradation et les leviers d'action pour leur gestion durable. La méthodologie repose sur des focus groupes conduits à l'aide d'un guide d'entretien auprès de la mairie et des services techniques de l'agriculture, de l'élevage ainsi que des eaux et forêts de la commune rurale de Dio-Gare, dans le cercle de Kati (région de Koulikoro, Mali). Les résultats des entretiens confirment une dégradation marquée des ressources fourragères ligneuses, principalement attribuée au défrichement agricole, à l'exploitation commerciale des fourrages ligneux, à la pression croissante du cheptel et à l'insuffisance des précipitations. Les autorités locales recommandent notamment la mise en place de retenues d'eau pour améliorer la disponibilité fourragère, la diffusion de semences de plantes fourragères ligneuses et herbacées, l'aménagement d'espaces dédiés à la production fourragère au

niveau villageois, le reboisement d'espèces ligneuses fourragères, la restauration des terres dégradées, la sensibilisation des acteurs locaux et l'aménagement de pistes de transhumance afin de réduire les conflits entre agriculteurs et éleveurs. Ces actions apparaissent essentielles pour renforcer la résilience des systèmes pastoraux et assurer une gestion durable des ressources fourragères ligneuses dans la commune.

Etude spatio-temporelle du bassin versant de la mare de Wendoubana de 1988 à 2018 dans la région de Mopti Au Mali

Fankélé Diarra¹, Kantougoudiou Coulibaly² and Abdou Ballo¹

¹Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako, Faculté d'Histoire et de Géographie

²Centre Régional de Recherche Agronomique de Mopti, Institut d'Économie Rurale, Bamako, Mali

Résumé: Les phénomènes climatiques associés à la croissance démographique ont provoqué une profonde modification dans les écosystèmes agrosylvopastoraux dans les régions du Sahel. La région de Mopti est répartie en deux zones (inondée et exondée), les communautés les plus vulnérables de la région, ont une bonne perception sur les phénomènes climatiques. L'objectif de cette étude est de caractériser la répartition spatio-temporelle des ressources naturelles dans le bassin versant de la mare de Wendoubana. La méthode utilisée est basée sur le traitement des images satellitaires Landsat et le système d'information géographique. Il a été effectué une analyse diachronique de la dynamique de l'utilisation des terres sur une période de 30 ans (1988-2018). Les images satellitaires Landsat ont été classifiées avec la méthode de classification du maximum de vraisemblance de ENVI 5.3. Les cartes d'occupation des terres ont été réalisées à l'aide de QGIS. La cartographie à partir des images satellitaires Landsat a permis de distinguer sept (7) classes ou unités d'occupation des terres qui sont : zone de culture (champs), sol nu, agglomération, eau de surface, rizière, steppe arbustive et steppe arborée. Entre 1988 et 2018, il a été observé une tendance progressive des unités de champs de cultures et jachères au détriment des formations végétales. Sur le plan diachronique, les zones de culture ont une progression de 28% de la superficie totale du bassin (10470 ha). Par ailleurs, il a été observé une régression annuelle des steppes arborées avec un taux moyen de 1%. Les stratégies d'adaptation développées par les communautés du bassin versant de la mare de Wendoubana se manifestent par une réorganisation sociale, économique et culturelle.

Dynamique spatiale de l'utilisation des terres dans le bassin versant de la mare de Bandiougou de 1988 à 2018, région de Mopti au Mali

Fankélé Diarra¹, Kantougoudiou Coulibaly² and Abdou Ballo¹

¹Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako, Faculté d'Histoire et de Géographie

²Centre Régional de Recherche Agronomique de Mopti, Institut d'Économie Rurale, Bamako, Mali

Résumé: Le dérèglement climatique associé à la croissance démographique ont provoqué une profonde modification des écosystèmes agrosylvopastoraux dans les régions du Sahel. La région de Mopti est répartie en deux zones (inondée et exondée), les communautés les plus vulnérables de la région, ont une bonne perception sur les phénomènes climatiques. L'objectif de cette étude est de caractériser la répartition spatio-temporelle des ressources naturelles dans le bassin versant de la mare de Bandiougou. La méthode utilisée est basée sur le traitement des images satellitaires Landsat et le système d'information géographique. Il a été effectué une analyse diachronique de la dynamique d'occupation des terres sur une période de 30 ans (1988-2018). Les images satellitaires Landsat ont été classifiées avec la méthode de classification du maximum de vraisemblance de ENVI 5.3. Les cartes d'occupation des terres ont été réalisées à l'aide de QGIS. La cartographie à partir des images satellitaires Landsat a permis de distinguer cinq (5) classes ou unités d'occupation des terres qui sont : zone de culture (champs), affleurement rocheux, eau de surface, steppe arbustive et steppe arborée. Entre 1988 et 2018, il a été observé une tendance progressive des unités de champs de cultures et jachères au détriment des formations végétales. Sur le plan diachronique, les zones de culture ont une progression annuelle de 10% de la superficie totale (54483 ha) du bassin. Par contre, il a été observé une régression annuelle de la steppe arbustive de -2,1% et de l'eau de surface avec un taux moyen de -0,5% de la superficie du bassin. A cela, il a été constaté une apparition de la steppe

arbustive éparsée avec un taux moyen annuel de 1% en lieu et place de la steppe arborée de la superficie totale du bassin.

Évaluation de la capacité phytoépuration de *Typha latifolia* et la valorisation de la biomasse

Salé Diallo, Mamou Keita, Balla Coulibaly, Lamine O. Sangaré and Sidy Ba

¹École Nationale d'Ingénieurs (ENI-ABT) -Laboratoire du Génie chimique et environnemental

Résumé: Cette étude évalue l'efficacité épuratoire de *Typha latifolia* dans le traitement des eaux usées industrielles issues des rejets miniers du site de Loulo, en utilisant des zones humides artificielles à écoulement horizontal (HFCW). À l'échelle pilote, un système de filtration à base de gravier planté de *Typha* a été comparé à un système d'écoulement naturel non végétalisé, en analysant la turbidité, le fer total, le pH, l'azote, la conductivité électrique et les solides dissous totaux (TDS). Les résultats montrent que le HFCW planté a nettement surpassé le système témoin, atteignant des taux d'abattement maximaux de 95 % pour le fer total et de 64,85 % pour la turbidité. Le pH des effluents est resté légèrement basique et proche de la neutralité, favorisant ainsi le développement microbien. Une augmentation significative de la conductivité électrique a été observée dans le HFCW, tandis qu'une légère réduction des TDS (1,89 %) a été enregistrée. La diminution des formes azotées résulte de mécanismes combinés de nitrification, de dénitrification et d'absorption par les plantes, confirmant le rôle actif des macrophytes dans l'élimination des nutriments. Parallèlement, la valorisation de la biomasse de *Typha* en charbon artisanal (avec l'argile, la gomme ou un mélange comme liants) a donné une teneur en cendres inférieure à 11 % et des temps d'allumage compris entre 91,67 et 144 secondes, mettant en évidence son potentiel énergétique. Ces résultats soulignent l'efficacité des HFCW plantés de *Typha* pour le traitement des eaux usées à forte charge inorganique, en particulier en métaux lourds et en azote, offrant une solution écologique, économique et durable pour la gestion intégrée des effluents domestiques et industriels.

Normalisation des produits bois-énergie et bois d'œuvre au Mali : enjeux techniques et implications pour la gestion durable des ressources forestières

Hady Diallo¹, Cheick O. K. Traoré² and Brehima Kanté³

¹Institut de Pédagogies Universitaire

²Cellule de Gestion du Système d'Information Forestier, Direction Générale des Eaux Forêts

³Cellule de Planification et de Statistique du Secteur Eau, Environnement, Urbanisme et Domaine de l'État

Résumé: Dans un contexte de pression accrue sur les ressources forestières en Afrique de l'Ouest notamment au Mali, la normalisation des produits forestiers constitue un levier central de gouvernance durable. Cette étude analyse les bases techniques de l'étalonnage des produits bois-énergie et bois d'œuvre au Mali, en mettant l'accent sur les conditionnements de charbon de bois, les engins de transport et les types de sciage. L'approche méthodologique repose sur l'exploitation de données empiriques issues de campagnes de pesées réelles, combinées à l'analyse de données secondaires provenant de programmes nationaux de gestion forestière et d'énergie domestique. Les résultats révèlent des écarts significatifs entre les unités commerciales déclarées et les quantités physiques réelles, ainsi qu'une inadéquation entre la fiscalité forestière et la valeur marchande effective des produits sciés. L'étude met en évidence la nécessité d'adopter des normes d'étalonnage harmonisées fondées sur le quintal métrique et d'orienter la fiscalité vers les produits transformés. Ces réformes sont susceptibles d'améliorer la transparence des flux, l'efficacité du contrôle forestier et la durabilité de l'exploitation des ressources au Mali.

Identification des causes de l'envasement de la plaine rizicole des femmes de Faraba dans la commune de Mandé

Adama Thera¹, Soumaïla A. Koné² and Lassine Soumano³

¹Laboratoire du Génie Rural, IPR/IFRA, Katibougou, Koulikoro, Mali

²ENI-ABT de Bamako, Mali

³IPR/IFRA de Katibougou, Koulikoro, Mali

Résumé: L'envasement de la plaine rizicole des femmes de Faraba, dans la commune de Mandé, compromet la productivité rizicole et la sécurité alimentaire locale. L'étude vise à identifier les causes hydromorphologiques et morphodynamique de ce phénomène. La méthodologie combine une inspection de terrain selon le concept fluvial de Schumm (1977), le transport solide, des analyses morphométriques, granulométriques et les calculs de l'apport solide. Les sous bassins versants des rivières Faraba 1 et 2 ont une morphologie allongée favorisant le transfert sédimentaire. Les débits de crue décennale atteignent 93, 65 m³/s et 86, 27 m³/s pour Faraba 1 et 2. Les volumes moyens annuels de dépôt sont estimés à 2 413,973 et 1 253,22 m³/an, avec une dégradation spécifique comprise entre 150 et 162 m³/km²/an. L'analyse granulométrique révèle un tri des particules, des sables grossiers en amont (D50 = 0,60 mm) aux sables fins dans la plaine (D50 = 0,30 mm), confirmant un transport par suspension. Les causes principales identifiées sont l'érosion fluviale dans les coudes, l'érosion hydrique des versants du mont Mandingue, la déforestation, la dégradation des ripisylves et l'extraction de granulats. L'envasement a entraîné une réduction d'environ de 25 % de la superficie cultivable et une baisse du rendement du riz de 1 à 0,5 t/ha. Les résultats démontrent la nécessité d'une gestion intégrée du bassin versant reposant sur le génie végétal associé aux ouvrages mécaniques. Les politiques devraient appuyer des structures et partenaires qui investissent dans l'assistance technique pour renforcer les stratégies de lutte contre l'envasement des plaines et soutenir la participation communautaire.

Simulating two contrasting dynamics associated to extreme precipitation events in Mali

Souleymane Sanogo
USTTB

Résumé: Episodes of heavy monsoonal rainfall have become more common in the Sahel in recent decades. In this study, two extreme precipitation events causing flooding in two cities in Mali, on 6th August 2012 in San (127 mm) and 25th August 2019 in Kenieba (126 mm), are investigated with respect to rainfall structures, dynamical forcings, and the ability of the ICOSahedral Nonhydrostatic (ICON) model to represent their evolutions. Here, two sets of ICON experiments with convective parameterization enabled (PARAM) and disabled (EXPLC), both at 6.5 km grid spacing, are conducted for each case and are evaluated and validated with ERA5 reanalysis data as well as with the satellite-based precipitation data IMERG. In both cases, organized convective systems causing the extreme rainfall developed in association with a westward propagating cyclonic vortex but differ in their environmental setting. While the San case featured a classical African easterly wave (AEW), the Kenieba case occurred within an unusual wet environment extending northward to the southern fringes of the Sahara. The model experiments reveal that EXPLC captures representation of AEW-related dynamics and rainfall in the San case better than PARAM but struggles with appropriate convective organization by producing too many scattered rainfall systems within the deeply moist environment in the Kenieba case. Here, PARAM is more capable of converting abundant moisture into excessive rainfall through the moist vortex. Spatial verification of the rainfall fields using the fractional skill score (FSS) and Structure-Amplitude-Location (SAL) scores confirm the contrasting performances of EXPLC in the two cases, stressing the ongoing challenge of explicit convective schemes in models to adequately resolve extreme Sahelian rainfall.

Gestion des résidus issus des sites d'orpillage artisanal de Kenieba : défis et perspective

Aïssata Salou, Moussa Thiam and Salia Coulibaly
Ecole Normale d'Enseignement Technique et Professionnel, Mali

Résumé: L'orpillage artisanal, souvent défini comme une exploitation minière à petite échelle utilisant des techniques rudimentaires, constitue une activité économique vitale pour des millions de

personnes en Afrique de l'Ouest. Selon le rapport de la Banque Mondiale (2020), plus de 10 millions de personnes dépendent directement ou indirectement de cette activité dans la sous-région. Loin d'être marginal, ce secteur joue un rôle important dans la création d'emplois et la réduction de la pauvreté, notamment dans les zones rurales reculées. Cependant, elle engendre également de nombreux problèmes environnementaux et sanitaires, en particulier à travers la mauvaise gestion des résidus miniers produits lors du traitement de l'or. Ces résidus, composés de boues, de roches concassées, de produits chimiques (comme le mercure et parfois le cyanure), sont souvent déversés à ciel ouvert ou dans les cours d'eau, sans traitement préalable ni dispositif de protection. Cette situation favorise la pollution des sols, des eaux impactant directement la biodiversité, l'agriculture, l'élevage, et surtout la santé des populations vivant autour des sites d'orpaillage. Cette étude se concentre sur la gestion des résidus d'orpaillage à Kenieba. Elle vise à identifier les pratiques actuelles, évaluer leurs impacts environnementaux, et proposer des solutions adaptées pour une meilleure gestion. Pour y parvenir, plusieurs types d'analyses seront réalisés sur le site. Des prélèvements de sol permettront de mesurer le pH, la présence de métaux lourds tels que le mercure, l'arsenic ou le plomb et la conductivité électrique pour d'évaluer le niveau de pollution et les changements chimiques provoqués par l'accumulation des résidus miniers. Des analyses seront faites aussi sur les eaux proches des sites pour vérifier leur qualité. Cela inclut la mesure de la turbidité, du pH et de la concentration en métaux lourds. En Complément, des enquêtes de terrain et des entretiens avec les orpailleurs et les autres acteurs locaux permettront de mieux comprendre les méthodes utilisées pour gérer ces résidus et d'évaluer leur perception des risques environnementaux. Les résultats permettront de mettre en lumière les insuffisances des pratiques actuelles et de formuler des recommandations pratiques et durables pour améliorer la gestion des résidus dans une perspective de protection de l'environnement et de durabilité locale.

Évaluation de l'impact des arbres ectomycorhiziens (ECM) sur la diversité fongique au Mali: cas de *Isoberlinia* spp dans la forêt classée de Farako

Aissata Traoré¹, Siaka Drissa Traoré¹, Sidi Sanogo¹ and Moussa Karembé²

¹Institut d'Economie Rurale

²FST/USTTB

Résumé: En Afrique de l'Ouest, et particulièrement au Mali, les forêts classées subissent une forte pression humaine qui réduit progressivement la densité et de la diversité des espèces ligneuses. Dans la forêt de Farako, au sud du pays, les arbres ectomycorhiziens sont peu représentés par rapport aux autres espèces, mais *Isoberlinia doka* et *Isoberlinia tomentosa* se distinguent par leur diversité et leur distribution dans les différentes formations végétales de la forêt. Ces espèces très exploitées par les communautés, sont associées à de nombreux champignons symbiotiques qui soutiennent leur croissance en milieux appauvris. La présente étude s'intéresse à la diversité des champignons associés à *Isoberlinia doka* et *Isoberlinia tomentosa* afin d'évaluer l'impact de la réduction des pieds d'*Isoberlinia* sur la flore fongique, un élément important dans la conservation forestière. De 2021 à 2023, un inventaire des macromycètes liés à ces deux espèces a été réalisé au niveau des trois types de formations forestières : les forêts claires, les forêts boisées et les forêts galeries.

Les résultats montrent une grande diversité de champignons ectomycorhiziens avec plus de 20 espèces de champignons repartis entre 7 genres et révèlent la présence de nombreux champignons saprotrophes, vivant de débris de branches et de feuilles en décomposition. Il ressort que les espèces d'*Isoberlinia* attirent de nombreux champignons impliqués dans la croissance des forêts, les chaînes alimentaires, le recyclage de la matière organique et la formation des sols. L'hypothèse que leur absence dans les forêts pourrait être un facteur limitant pour la préservation de la biodiversité forestière devra être confirmée dans les études à venir afin de formuler des recommandations pertinentes sur la protection de ces espèces.

Réconciliation géotechnique pour la stabilité des talus de mines à ciel ouvert (GROPSS) afin de prévenir les risques majeurs de rupture

Issa Koné¹, Moussa Thiam² and Moussa Niambélé¹

¹Mine d'or de Loulo, Mali

²Ecole Normale d'Enseignement Technique et Professionnel, Mali

Résumé: La réconciliation géotechnique est le processus de comparaison des résultats topographiques réels avec le projet prévu. Ce processus permet de corriger les surcreusements et les sous-creusements d'excavation, de vérifier l'efficacité des tirs de mines contre les parois (dommages causés par les tirs) et d'évaluer la technique ou la méthode d'extraction.

L'évaluation de la qualité de l'excavation mettra en évidence les défauts d'exécution du processus, l'examen objectif des conditions du terrain ou leur évolution, et leur quantification.

Ce processus de réconciliation peut également être étendu à la comparaison de différents processus, types de roches, influences des structures sur les excavations, délais de rupture, profondeur et autres paramètres environnementaux.

Family biodigester linked to the toilet: proof of feasibility for clean cooking

Souleymane K. Traoré¹ and Namory Camara²

¹Direction Nationale de l'Énergie

²Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako

Résumé: In Mali, natural and human pressures have caused severe land degradation, deforestation, and desertification, leading to loss of biodiversity and soil fertility. This affects agricultural productivity, water availability, and traditional livelihoods. Biomass (fuelwood) accounts for 75% of household energy, but forest degradation, climate change, and population growth increase pressure on resources. Despite Mali's target to cut greenhouse gas emissions by 31% by 2030 through forest protection and reforestation, meeting the growing fuelwood demand remains a challenge. Biogas toilets with family biodigesters convert human excreta into renewable biogas, mainly methane (55–70%), for clean cooking, reducing dependence on wood and coal. The biodigester works through anaerobic digestion, breaking down organic matter without oxygen.

We describe a fixed-dome domestic digester fed directly by a family toilet, producing biogas and using the digestate as fertilizer. The system includes a gravity inlet, an anaerobic tank ($HRT=V/Q$), a secure gas line (water trap, H_2S filter, flame arrester, regulator), and a biogas stove. Optimal operation requires mesophilic temperature (20–35°C), pH 6.8–7.4, C/N ~20–30, and stable organic load. Biogas yield from human excreta alone (~0.028 m³ CH₄ per person/day) is often insufficient, so co-digestion with kitchen waste or manure is recommended.

These systems provide clean energy, improve hygiene, reduce deforestation, and produce organic fertilizer, offering a sustainable solution for rural and peri-urban areas while contributing to SDGs 6 and 7.

Bioethanol made from mixed pulp of neem fruit and *Lannea Microcarpa*

Souleymane K. Traoré¹ and Namory Camara²

¹Direction Nationale de l'Énergie

²Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako

Abstract: This study explores the production of bioethanol from a mixed pulp of neem fruit (*Azadirachta indica*) and wild grape (*Lannea Microcarpa*). The raw materials, rich in fermentable sugars, underwent pretreatment, enzymatic saccharification, and alcoholic fermentation to optimize ethanol yield. During this study, a physical characterization of the mixed neem and wild grape fruit and a physicochemical characterization of the mixed neem-wild grape pulp were performed. The results show that the pulp represents approximately 48% of the total mass of the neem fruit and wild grape. The study also reveals that the mixed neem-wild grape pulp is very rich in total sugars (74% for Koutiala and 73% for Sikasso) and that these sugars can be converted into bioethanol through alcoholic fermentation. These results demonstrate the potential for valorizing agri-food waste for the production of biofuels, thus contributing to the transition towards renewable and sustainable energy sources.

Comparison of oil extraction methods (soxhlet and mechanical press) for biopetroleum production from mixed pulp of neem (*azadirachta indica*) and wild grapes (*Lannea Microcarpa*.)

Souleymane K. Traoré¹ and Namory Camara²

¹Direction Nationale de l'Énergie

²Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako

Abstract: In this research, two samples of mixed seeds from wild grape (*Lannea microcarpa*) and neem (*Azadirachta indica*) were used to produce bio-oil (hurricane lamp) for lighting purposes and the insect-repellent fumes they release during combustion. This study compares two oil extraction methods – Soxhlet and motorized mechanical press (expeller) – applied to a mixed pulp of neem (*Azadirachta indica*) and wild grape (*Lannea microcarpa*) for bio-oil production. Extraction parameters, such as yield, purity, and energy efficiency, were evaluated to identify the most suitable method for valorizing agri-food waste. The results highlight the potential of these techniques for biofuel production, contributing to the transition to renewable and sustainable energy sources.

**BIOLOGIE, BIOTECHNOLOGIE, BIOCHIMIE,
MICROBIOLOGIE**

Exploration des métabolites non polaires par des approches métabolomiques et multi-omiques chez les bovins Nelore comme biomarqueurs de performance et d'efficacité alimentaire

Ousmane Diarra^{1,2,3,4}, Renato Cardoso Leal Netto¹, Wandé Cissé⁴, Mamadou Wélé^{3,5}, Salimatou Samaké^{3,4}, Brahima Traoré^{3,4}, Fassé Samaké^{3,4}, Luciana Correia de Almeida Reginato², Daniel Rodrigues Cardoso¹

¹Chemical Institute of Sao Carlos, University of Sao Paulo, Sao Carlos, Brazil

²Embrapa Pecuária Sudeste, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, São Carlos, Brazil

³Institute of Applied Sciences /University of Sciences, Techniques and Technologies of Bamako, Bamako, Mali,

⁴Laboratory of Research in Microbiology and Microbial Biotechnology, University of Sciences, Techniques and Technologies of Bamako, Bamako, Mali.

⁵African Center of Excellence in Bioinformatics and Data Science/University of Sciences, Techniques and Technologies of Bamako, Bamako, Mali.

Résumé: Actuellement la chromatographie liquide à ultra-haute performance couplée à la spectrométrie de masse en tandem (UPLC–MS/MS) représente une approche de référence en lipidomique pour le profilage exhaustif des lipides et l'identification de biomarqueurs associés à l'efficacité alimentaire. Cependant la complexité des matrices biologiques nécessite l'intégration d'outils bioinformatique performants. Deux modes d'acquisition dépendants (DDA ; Full-MS et Auto-MS²) et indépendants (DIA ; bbCID MS/MS²) ont été appliqués sur un système UPLC-VIP-HESI-QqTOF pour étudier les profils lipidomiques fécaux de 93 bovins Nelore (18–30 mois). Les échantillons fécaux ont été flash-congelés dans l'azote liquide, stockés à –80 °C et extraits avec MTBE/méthanol/eau (1:0,5:0,25, v/v/v). La phase organique a été analysée en modes d'ionisation positif et négatif via UPLC-C18 couplée à la spectrométrie de masse. Les données ont été traitées avec MS-DIAL (v5.1) et MS-FINDER (v3.61), et analysées statistiquement avec MetaboAnalyst 6.0 et mixOmics R package (v6.26.0). Après suppression des variables non informatives, 578 lipides présentant une variance significative ont été conservés, dont 148 identifiés comme statistiquement variables. Ces lipides ont été annotés sur la base de leur masse exacte et spectres MS/MS, comparés à des bases in silico et publiques (FiehnLab, LipidMaps). Le clustering k-NN a révélé deux groupes distincts, discriminés par PCA, expliquant 27,1 % (PC1) et 10,6 % (PC2) de la variance totale. Des signatures lipidomiques fécales distinctes ont été observées. Les sphingomyélines (SM), stérols (ST) et phosphatidylcholines (PC) étaient positivement corrélées au gain énergétique, à la surface du muscle longissimus et à l'épaisseur de la graisse sous-cutanée, tandis que ST, OG_PA et céramides (Cer) étaient négativement associés à l'ingestion résiduelle et à la masse musculaire. Cette approche lipidomique intégrative démontre que le profilage lipidique fécal constitue une stratégie non invasive et efficace pour identifier des biomarqueurs métaboliques liés à l'efficacité alimentaire et aux phénotypes de performance du bétail.

Exploration du microbiome des sols et plants infectés et non infectés par le virus de la panachure jaune du riz

Kangaye A. Diallo¹, Sognan Dao², Adounigna Kassogué², Doulaye Dembélé³ and Mamadou Wélé¹

¹African Center of Excellence in Bioinformatics and Data Science, USTTB, Mali

²LaboREM-Biotech, USTTB, Mali

³Institute of Genetics and Molecular and Cellular Biology (IGBMC), Strasbourg, France

Résumé: Le riz constitue l'un des piliers de l'alimentation en Afrique subsaharienne, avec une importance économique et sociale majeure au Mali, où il représente plus de 30 % de la production céréalière. Toutefois, cette culture est fortement affectée par le virus de la panachure jaune du riz (RYMV), responsable de pertes de rendement pouvant atteindre 100 %. Dans un contexte de transition vers une agriculture durable, cette étude explore les potentialités de la diversité microbienne comme alternative biologique à la lutte chimique contre le RYMV.

Un total de 80 échantillons de feuilles de riz et de sols ont été collectés dans la zone de production de l'Office du Niger. La détection du virus a été réalisée par RT-PCR à l'aide des amorces spécifiques

Prymv1 et Prymv2. L'ADN microbien a ensuite été extrait pour permettre un séquençage métagénomique ciblant les régions ITS et 16S, selon les protocoles de la technologie Illumina. Les données obtenues ont été analysées à l'aide du logiciel QIIME afin de caractériser la diversité taxonomique et fonctionnelle des microbiomes.

Les analyses ont révélé que certains sols supposés infectés étaient en réalité sains, soulignant l'importance de la confirmation virologique des échantillons. Une différence marquée de richesse microbienne a été observée entre les deux groupes : les sols non infectés hébergeaient 782 366 espèces contre 550 784 dans les sols infectés. Par ailleurs, 4 157 espèces bactériennes absentes des milieux infectés ont été détectées dans les sols sains. Plusieurs de ces espèces sont connues pour leurs propriétés antivirales et leur rôle dans l'induction des mécanismes de défense chez les plantes.

Ces résultats indiquent un lien étroit entre la composition du microbiome rizicole et la présence du virus, suggérant que certaines communautés microbiennes pourraient limiter la propagation ou les effets du RYMV. La valorisation de ces bactéries bénéfiques pourrait ouvrir la voie à la mise au point de solutions de biocontrôle respectueuses de l'environnement, tout en réduisant la dépendance aux produits phytosanitaires chimiques. En plus de ses implications scientifiques, cette recherche s'inscrit dans une dynamique culturelle forte. Le riz est au cœur de nombreux usages et traditions au Mali, et une approche intégrée combinant savoirs scientifiques et pratiques agricoles locales favorise l'acceptabilité des innovations. Ce travail illustre ainsi comment les sciences biologiques peuvent être mises au service du développement durable en s'appuyant sur les ressources naturelles et les systèmes de connaissances endogènes.

Usages traditionnels, potentiels phytochimiques et antioxydant des feuilles de *kigelia africana* (lam.) Benth récoltées au Mali

Maiga Abdoulaye Abdoul Aziz, Badiaga Mamadou, Niaboula Dembélé, Sitan keita¹, Cissé Salimatou et Somboro Aimé Ainin

Laboratoire de Chimie, des Substances Naturelles et de la Biomasse, Faculté des Sciences et Techniques, Université des Sciences des Techniques et des Technologies de Bamako, Mali

Abstract: *Kigelia africana*, known by its vernacular name “Sinjamba” or “Dindan”, from the Bignoniaceae family, is a medicinal and ornamental plant widely used in African traditional medicine. The aim of this study was to identify traditional uses from herbalists and traditional health practitioners, as well as to study the phytochemistry and antioxidant activity of *Kigelia africana* leaves. Extracts were prepared using aqueous decoction with reflux heating and Soxhlet extraction for organic extracts. Phytochemical families were identified using tube reactions. Antioxidant power was evaluated via the DPPH radical scavenging method. Characterization tests showed that the extracts are rich in total phenols, flavonoids, coumarins, tannins, mucilages, and cardiac glycosides. Methanolic and ethanolic extracts exhibited significant antioxidant activity with IC₅₀ values of $163.90 \pm 11.49 \mu\text{g/mL}$ and $192.86 \pm 23.35 \mu\text{g/mL}$, respectively, compared to ascorbic acid ($41.57 \pm 0.71 \mu\text{g/mL}$). The antiradical activity appears to be linked to the plant's richness in polyphenols, particularly flavonoids, supporting its traditional use in treating various ailments reported during the ethnobotanical survey.

Détermination des effets de deux biofertilisants et du compost aérobie du fumier de mouton sur la croissance du niébé en zone soudano-guinéenne du Mali : Sikasso

Lalla Karim Sanogo, Agaicha Fofana, Modibo Diallo, Amadou Diallo

Laboratoire de Microbiologie des sols, Faculté des Sciences et Techniques, Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako, Mali

Résumé: Au Mali, l'agriculture contribue pour 45% au Produit Intérieur Brut (PIB), occupe 80% de la population rurale et porte essentiellement sur les céréales, les cultures commerciales et peu de légumineuses à graines. Malheureusement, elle est confrontée à plusieurs contraintes, dont l'acidification et la carence des sols en éléments nutritifs, la faiblesse des systèmes agricoles, la

diminution et la mauvaise répartition des pluies. Enfin, la fertilisation minérale adoptée pour rehausser le rendement des cultures a montré ses limites dans l'exploitation durable des sols. D'où la nécessité de recourir à des techniques de fertilisation plus efficaces, capables d'améliorer la croissance des cultures et la fertilité des sols. Ce travail est une contribution à l'amélioration de la croissance et du rendement du Niébé dans la zone soudano-guinéenne du Mali (Sikasso). Il a consisté à déterminer l'effet de deux biofertilisants et du compost aérobie de fumier de mouton sur la croissance et le rendement du Niébé. Les résultats obtenus ont montré que La double inoculation a mieux favorisé la mycorhization des plants. En 1^{ère} année d'expérimentations, en comparaison avec le témoin, les traitements avec fertilisation ont amélioré la croissance (biomasse aérienne) et le rendement de la légumineuse, particulièrement celui avec le compost. En 2^{ème} année, les traitements avec fertilisation ont confirmé les tendances observées durant la 1^{ère} année. L'utilisation du compost et des biofertilisants peut être une alternative dans l'amélioration de la croissance et du rendement du Niébé.

Caractéristiques nutritionnelles et aptitudes technologiques des grains de six variétés de sorgho (*sorghum bicolor* (L.) Moench) produits au Mali

Yacouba Diawara, Fatoumata Tounkara, Mamadou A. Konaré, Sory Sissoko and Méminata Diakité
Laboratoire de biosciences et Applications, Faculté des Sciences et Techniques, Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako

Résumé: La qualité sanitaire des céréales consommées par la population est une préoccupation majeure pour les sociétés actuelles. Parmi ces céréales on trouve le sorgho. Le sorgho est l'une des principales céréales cultivées dans le monde et l'une des plus consommées au Mali. Il est très nutritif et utilisé dans plusieurs industries. Cette étude avait pour but recenser les variétés de sorgho cultivés dans les zones agroécologiques du Mali. Une enquête est menée auprès des coopératives agricoles et agents de l'IER des programmes sorgho. L'enquête a permis d'inventorier 34 variétés de sorgho dans quatre zones climatiques. La variété « TiandougouCura » était la plus citée avec (14,29%) suivi des variétés « Duguyiriwa », « Jakumbè », « Tizamba » et « Wassanion ». Des variétés plus cultivées étaient « Duguyiriwa » et « TiandougouCura » avec 50% des citations, suivis de « Jakumbè » avec 33,33%. Toutes les restes de variétés citées comme plus cultivées avaient une fréquence de 16,67% des citations. Ces variétés étaient cultivées à (100%) pour l'alimentation humaine et (66,66%) pour l'alimentation animale. On trouve plusieurs variétés de sorgho au Mali, utilisées en alimentation humaine et animale. Il serait nécessaire d'investiguer leurs teneurs nutritionnelles et aptitudes technologiques.

Développement et comparaison de méthodes d'évaluation de la qualité physico-chimique des eaux

Diabélou Sissoko¹, Djénèbou Traoré^{1,2} and Amadou Maïga³

¹Service d'Expertise en Environnement

²Institut de Pédagogie Universitaire

³Faculté des Sciences et Techniques de Bamako

Résumé: L'évaluation de la qualité physico-chimique des eaux constitue un outil essentiel pour la gestion durable des ressources hydriques. Toutefois, les indices de qualité des eaux les plus utilisés à l'échelle internationale présentent certaines limites liées à leur adaptabilité aux contextes environnementaux et aux réalités des pays en développement. La présente étude vise à développer deux nouvelles méthodes d'évaluation de la qualité des eaux, dénommées Système de Qualité des Eaux basé sur les Taux d'Écarts (SQE-TE) et Système de Qualité des Eaux basé sur les Écarts (SQE-E), puis à comparer leurs performances à celles de deux indices de référence, l'Indice de Qualité des Eaux de Horton (IQE-Horton) et l'Indice de Qualité des Eaux du Conseil Canadien des Ministres de l'Environnement (IQE-CCME). La méthodologie repose sur l'exploitation de données physico-chimiques issues d'analyses de laboratoire, le calcul des différents indices et leur évaluation à l'aide de critères de performance relatifs à la sensibilité, à la cohérence des classifications, à la robustesse

méthodologique, à l'adaptabilité aux contextes d'application et à la fluidité d'utilisation. Les méthodes développées intègrent simultanément les niveaux de conformité aux normes et les degrés de pollution observés afin de produire une évaluation synthétique de la qualité des eaux. Les résultats montrent que les quatre méthodes produisent des classifications parfois différentes pour un même jeu de données, traduisant des sensibilités variables aux dépassements de normes. L'analyse comparative révèle que SQE-TE présente les meilleures performances globales, grâce à sa forte sensibilité, sa cohérence d'interprétation et sa bonne adaptabilité aux réalités locales. L'IQE-CCME se distingue par sa rigueur scientifique et sa fiabilité lorsque les jeux de données sont complets, tandis que l'IQE-Horton demeure efficace pour l'identification des eaux dégradées. En revanche, la méthode SQE-E tend à produire des classifications plus favorables et à surestimer la qualité de certaines eaux. Cette étude met en évidence l'intérêt des approches méthodologiques fondées sur l'analyse des écarts aux normes et souligne le potentiel des innovations développées localement pour renforcer les dispositifs d'évaluation de la qualité des eaux dans les pays en développement.

Analyse des contraintes hygiéno-sanitaires dans la production de pains en boulangeries-pâtisseries : cas du district de Bamako

Sekou Togola¹, Cheickna Daou², and Abderahim Ahmadou¹

¹Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée

²Université des Sciences des Techniques et des Technologies/ISA

Abstract: Food safety control represents a key strategy to improve product quality in the bakery-pastry sector in Bamako. This study analyzes the structural and operational constraints leading to the production of bread unfit for human consumption in 55 establishments distributed across the six communes of the Bamako district. The study targeted 55 businesses and relied on the administration of a detailed questionnaire to promoters, directors, managers, and quality managers. The evaluated indicators covered the entire quality control chain, including: regulatory knowledge, formalization of a quality policy, adequacy of infrastructure (premises, equipment), staff monitoring (medical, training), waste management, control of finished products (external laboratory), as well as traceability and withdrawal/recall systems. The results reveal major shortcomings: 98.2% of establishments are unaware of regulatory texts, 100% lack a waste management and traceability plan, and 92.7% have no technical data sheets. In contrast, 100% have a cleaning-disinfection plan, 98.2% have specifications, and 96.4% organize periodic medical visits. These main findings of the study highlight the need for targeted interventions on regulatory compliance and traceability to strengthen food safety, with recommendations for training and reinforced sanitary controls.

Évaluation de la qualité microbiologique des laits caillés industriels à Bamako

Sekou Togola¹, Cheickna Daou², Adonigna Kassogué³ and Kadidiatou Coumaré⁴

¹Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée

²Université des Sciences des Techniques et des Technologies/ISA

³Université des Sciences des Techniques et des Technologies/FST

⁴Laboratoire Biosciences et Applications

Abstract: The growth of dairy agro-food industries in the Bamako district raises serious concerns about food safety due to constraints related to the sanitary management of dairy products. This study aims to assess the microbiological quality of plain curdled milks produced by three dairy industries (coded KT, ML, YOP) in the Bamako district (July-August 2025). The microbiological approach involved the analysis of 90 samples of plain curdled milk, equally distributed among the three dairy processing plants (KT, ML, YOP), for the enumeration of four microbiological indicators, namely aerobic mesophilic germs (GAM), *Staphylococcus aureus*, total and fecal coliforms. The evaluation was based on a two-class sampling plan. Although the overall product quality assessment was satisfactory at 88.89%, statistical analysis reveals significant heterogeneity in performance between companies ($p=0.0234<0.05$). The major risk concerns total coliforms (non-compliance in 24.44% of overall samples), with company KT showing particularly poor performance for total coliforms at a

60% non-compliance rate. The heterogeneity of contaminations within products from the same company (predominantly $\sigma \geq \mu$) indicates highly variable and inconsistent control of hygiene processes.

Multirésistance bactérienne dans l'eau du fleuve Niger à Bamako : un risque émergent pour la santé publique

Yacouba Koumaré

Laboratoire de Microbiologie et Biotechnologie Microbienne, USTTB

Résumé: Le fleuve Niger constitue une ressource vitale pour Bamako, mais il est soumis à une forte pression anthropique. Cette étude a évalué la présence de bactéries pathogènes résistantes aux antibiotiques dans l'eau du fleuve, au niveau du Pont des Martyrs, entre 2019 et 2020. Au total, 319 colonies ont été isolées, dont 32 *Staphylococcus aureus*, 64 *Salmonella* sp. et 82 *Escherichia coli*. Les tests de sensibilité réalisés par la méthode de diffusion sur disque (Kirby-Bauer) ont montré que plus de 80 % des isolats présentaient un indice de multirésistance (MAR) supérieur à 0,2, indiquant une source à haut risque de contamination. Les bactéries isolées étaient particulièrement résistantes à l'amoxicilline, la pénicilline et l'érythromycine, tandis que la résistance au triméthoprim-sulfamide restait faible. Ces résultats révèlent que le fleuve Niger est un réservoir de bactéries multirésistantes, posant un problème majeur de santé publique et nécessitant une gestion urgente des rejets urbains et agricoles.

SANTÉ, PHARMACOPÉE TRADITIONNELLE

Etude de la phytochimie et de l'activité appétissante du décocté de feuilles de *Opilia celtidifolia* guill. et perr. (OPILIACEAE) chez les rats

Soumaré Makan¹, Diallo Drissa², Sangaré Fagna², Diarra Birama², Doumbia Sékou²

¹DPM

²LBMA

³INRMPT

Résumé: Notre étude a porté sur la vérification de l'activité appétissante des feuilles de *Opilia celtidifolia*. L'étude phytochimique, a mis en évidence des saponosides, des oses et holosides, et les mucilages qui peuvent être utilisés parmi les marqueurs chimiques pour le contrôle de qualité des feuilles de *Opilia celtidifolia*. De nombreux constituants polyphénoliques ont présenté une forte activité antiradicalaire du décocté, ceci est en faveur d'une activité antioxydante bénéfique pour l'hépatoprotection. L'administration quotidienne du décocté de feuilles, aux doses de 50mg/Kg, 100 mg/kg et 200 mg/kg et du décocté de *Opilia celtidifolia* par voie orale, pendant 37 jours a provoqué une prise de poids individuelle chez les rats. Le décocté à la dose de 200 mg/kg a provoqué une diminution des transaminases (ALAT et ASAT) et de la glycémie chez les rats. Il a été constaté une augmentation de la consommation d'eau au cours du test, et une augmentation de GGT et de l'acide urique. Nous recommandons donc de reprendre cette étude avec le macéré.

Évaluation des activités antioxydantes in vitro de quatre plantes médicinales utilisées dans la prise en charge de l'hypertension artérielle et du diabète au Mali

Abdramane A. Dembélé^{1,2}, Issiaka Togola³, Mamadou A. Konaré^{1,2} and Nouhoum Diarra^{1,2}

¹Laboratoire de Biosciences et Applications

²Faculté des Sciences et Techniques USTTB

³Laboratoire de Biosciences et Applications

Résumé: Les espèces végétales, qu'elles soient médicinales ou alimentaires, sont largement reconnues comme des réservoirs de composés bioactifs aux multiples effets physiologiques, parmi lesquels l'activité antioxydante occupe une place prépondérante. L'objectif de cette étude était d'évaluer les activités antioxydantes in vitro de quatre plantes traditionnellement utilisées dans la prise en charge du diabète et de l'hypertension artérielle dans le district de Bamako (Mali). Les polyphénols, les flavonoïdes et les tanins totaux ont été dosés par la méthode spectrophotométrique tandis que le pouvoir antioxydant a été évalué par trois méthodes : le 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle (DPPH), phosphomolybdate (TAC) et la méthode de piégeage du radical cation ABTS. Les extraits des quatre espèces se caractérisent par une forte teneur en composés phénoliques, et manifestent une activité antioxydante in vitro élevée. L'extrait hydroalcoolique des racines de *S. birrea* a présenté la teneur la plus élevée en composés phénoliques ($87,34 \pm 2,57$ mg EAG/g). Les plus fortes activités dans le cadre du piégeage in vitro des radicaux libres DPPH et du radical cation ABTS ont été obtenues aux niveaux de l'extrait aqueux et infusé des écorces de *X. americana* avec respectivement ($87,67 \pm 1,94$ et $18,53 \pm 0,96$ µg/mL). Le test TAC a montré une capacité antioxydante plus marquée pour l'extrait hydroéthanolique ($59,66 \pm 0,63$ mg EQ/g) des racines de *S. birrea*. Cette étude révèle la richesse médicinale et phytochimique des quatre espèces, appuyant leur intérêt pharmacologique. Ces espèces apparaissent comme des sources prometteuses pour le développement de nouvelles molécules thérapeutiques.

Connaissance traditionnelle de quelques plantes médicinales surexploitées commercialisées dans les principales villes du Bénin

S. I. Lègba^{1*}, K. V. Salako², J. Gbetoho³, R. C. Gbedomon⁴, C. A.

Adomou^{1,5} et G. A. Mensah⁶

^{1,5}Faculté des Sciences et Techniques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin

²Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin

³ONG Croissance Verte, Cotonou, Bénin

⁴Institut des Sciences de l'Environnement, Université de Genève, Suisse

⁶Institut National des Recherches Agricoles du Bénin, Cotonou, Bénin

Résumé: La sage place de la phytothérapie traditionnelle dans les zones urbaines s'est avérée par l'utilisation et la vente fréquente des plantes médicinales par les commerçantes, entraînant une pression forte sur certaines d'entre elles. D'où le choix sur cinq plantes médicinales surexploitées du Bénin d'importance médicinale et socio-économique à savoir *Caesalpinia bonduc* (L.) Roxb., *Gardenia ternifolia* Sehumaeh. & Thonn. ssp. *jovis-tonantis* (Welw.) Verde. var. *goetzei* (Stapf & Huteh.) Verde., *Sarcocephalus latifolius* (Sm.) E. A. Bruce, *Xylopia aethiopica* (Dunal) A. Rich., *Zanthoxylum zanthoxyloides* (Lam.). A cet effet, les connaissances ethnobotaniques issues de chacune de ces plantes ont été recensées à l'aide d'enquêtes semi-structurée et individuelle sur dix (10) groupes ethniques dominants dans 29 marchés hebdomadaires des grands centres urbains auprès de 144 vendeuses choisies aléatoirement. Ainsi, les résultats des données ont été analysés grâce à l'application de l'analyse factorielle des correspondances (AFC), de l'analyse de variance et d'usage ethnobotanique. Les résultats montrent que les Adja, Fon, Baatonou, Dendi, Nagot et Aïzo sont les ethnies dominantes ayant des connaissances traditionnelles élevées sur les cinq espèces médicinales surexploitées. Ces dernières ont en commun l'usage culturel, alimentaire, médicinale et bois-énergie. A ces quatre usages, s'ajoute l'usage fourrager, médecine Vétérinaire, rituel, pour *Z. zanthoxyloides*. Le recours quasi distinctif des populations aux espèces végétales médicinales dans leurs soins quotidiens accentue la pression sur elles pouvant conduire à la disparition de ces espèces. Il est donc nécessaire et urgent d'envisager la substitution par d'autres plantes médicinales en vue de sauver les plus vulnérables.

Apport de la corticothérapie dans une série de cas d'hémolyse post transfusionnelle retardée au centre national de référence de la drépanocytose de Niamey-Niger

Tossou Harold Just Mahougnon^{1*}, Hamidou Tahirou Hanatou², Marou Soumana Boubacar³

¹Servie d'Aide Médical d'Urgence, Niger

²Centre National de Référence de la Drépanocytose de Niamey, Niger

³Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger

Résumé : La transfusion de concentrés de globules rouges (CGR) est la pierre angulaire de la thérapeutique des drépanocytaires et permet de réduire significativement la morbidité et la mortalité attribuables à la drépanocytose. Cependant, la transfusion n'est pas indemne de complications telles une surcharge en fer, des infections et surtout l'hémolyse post Transfusionnelle retardée pouvant mettre en jeu le pronostic vital du patient drépanocytaire. Cette étude vise à présenter une série de quatre cas d'hémolyse post transfusionnelle retardée diagnostiquée et prise en charge au Centre National de Référence de la Drépanocytose (CNRD) de Niamey au Niger. Il s'agit de quatre patients ayant présenté une hémolyse post transfusionnelle retardée. Une corticothérapie à base de méthylprédnisolone de 2 mg par kg /jour pendant trois jours a été instituée. Une transfusion sanguine après la première dose de corticothérapie a été réalisée. Les patients ont été mis sous hydroxy urée un mois après leur hospitalisation. L'évolution a été favorable pour tous les cas avec une régression progressive des signes respiratoires, des signes cliniques et biologiques de l'hémolyse. La mise sous hydroxy urée, avait prévenue toute nouvelle transfusion et crise vaso-occlusive. Les taux d'hémoglobine étaient toujours supérieurs à 5,5g/dl. La corticothérapie à base de méthylprédnisolone à raison de 2 mg par kg /jour pendant trois jours donne d'excellent résultat dans la prise en charge de l'hémolyse post transfusionnelle retardée du drépanocytaire.

Représentations culturelles dans la prise en charge clinique des porteurs de grosses jambes environnementales à Bamako

Keita Falaye^{1,2,4}, Dansiné Diarra³, Moussa Fané², Sory Diawara², Ousmane Touré¹, Bakary Toumanion⁴

¹Faculté de Pharmacie, Université des Sciences des Techniques et des Technologie de Bamako

²Faculté de Médecine et d'Odontomatologie, Université des Sciences des Techniques et des Technologies de Bamako

³Faculté Histoire et de Géographie, Université des Sciences Sociales et Gestion de Bamako

⁴Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique

Résumé: Les grosses jambes environnementales posent de nombreux problèmes dans leurs interprétations et dans leur prise en charge thérapeutique au Mali. Ces croyances traditionnelles étaient à la base du retard dans le recours à la médecine conventionnelle. Le but de cette étude était d'évaluer les interprétations culturelles des malades et des personnes proches pour l'accès aux soins pour aider à réduire le fossé et le retard dans la prise en charge médicale. Une approche quantitative a été utilisée pour l'inclusion de 100 volontaires dont 50 porteurs de grosses jambes et 50 personnes impliquées dans la prise en charge en respectant l'éthique humaine. Les données ont été saisies sur Epi Info v7.2.60 analysées sur SPSS 26 et Excel, puis le rapport produit sur Word. Les résultats ont prouvé un niveau d'ignorance de nos volontaires dans 70 % des cas sur les voies d'atteinte humaine des différentes formes étiologiques y compris, les prestataires de soins. Cette situation dans les croyances retardait la prise en charge médicale des malades. La proportion des malades divorcés était de 18 % dont 9,6% de femmes contre 8 % d'hommes. Les parents de malades impliqués étaient de 29,17 % de femmes et pour 22,92 % d'hommes. La proportion des agents de santé hommes était de 16,67 % et 12,50 % de femmes. Les femmes étaient plus présentes dans l'accompagnement pour diverses raisons (29,17 %). Elles assistaient soit l'enfant, le mari, le proche ou le voisin. La fréquence de divorcés était plus importante chez les femmes que chez les hommes. Conclusion : Les considérations sociales retardent l'accès à la médecine conventionnelle.

Artificial intelligence and health in the sahel: immense potential and enormous concerns

Boula Kanouté^{1*}, Issa Sacko², Oumar Dao³

¹Université Privée Ahmed Baba de Bamako, Mali

²Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako, Mali

³Ecole de Guerre de Bamako, Mali

Abstract: In health, AI is used in basic and clinical research, hospital practice, medical examinations, care and even logistics. This allows for the refinement of diagnoses and prognoses, for even more personalized and targeted medicine, for advances in observation and analysis technologies or even in surgical intervention tools and other assistance robots. There are many unique challenges to AI and healthcare, such as learning, medical data analysis and access to knowledge, but it also involves concerns, such as bias, erosion of privacy, fraud and exposure to harmful content. In this article, we delve into the benefits and challenges of AI in Sahelian countries. The question that comes to mind is how can AI reduce costs, improve access to care, and predict diseases while raising awareness of the precautions needed to overcome algorithmic bias and protect vulnerable populations? As a result, we outline a few pillars for a principled implementation of AI, in harmony with equitable and sustainable healthcare solutions.

SCIENCES SOCIALES, SCIENCES ÉCONOMIQUES

Women's economic empowerment on inclusive human development: does financial innovation matter in developing countries?

Tiraogo Rodrigue Ouédraogo¹ and Soumaïla Woni²

¹CEDRES, University Thomas SANKARA, Saaba, Burkina Faso

²Department of Economics and Management, University Thomas SANKARA, Saaba, Burkina

Abstract: This paper questions the effectiveness of financial innovation as a vector for women's economic empowerment and examines its potentially adverse effects on inclusive human development. Using a finite mixture model combined with instrumental variable regression, the investigation covers 80 developing countries over the period 2010 to 2022. The study identifies three inclusive human development regimes, capturing unobserved heterogeneity and correcting for endogeneity bias. The results indicate that the effect of women's empowerment varies by class, being negative and significant only in class 1. This class' membership is determined by the level of financial innovation, exerting a non-inclusive sledgehammer effect. Our results remain robust by using additional variables and alternative estimators. These results suggest a reduction in inequalities linked to human development by supporting the empowerment of the female population by facilitating their access to innovative credit.

L'intelligence artificielle face à l'avenir du marché de l'emploi en Afrique

Adama Komina¹, Abdoulaye Mohamed Diallo², Papa Amara Nimaga³

¹Ecole Doctorale « Droit-Economie-Sciences Sociales-Lettres et Arts », Faculté des Sciences Economiques et de Gestion, Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako

²Ecole Doctorale « Droit-Economie-Sciences Sociales-Lettres et Arts », Faculté des Sciences Economiques et de Gestion, Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako

³Laboratoire de recherche en Sciences de l'Administration et de Gestion des Entreprises, ENETP

Résumé: L'apparition de l'intelligence artificielle (IA) modifie progressivement les limites du marché de l'emploi à travers le monde. En Afrique, ce changement suscite à la fois des attentes positives et des préoccupations. Cet article examine les possibles conséquences de l'intelligence artificielle sur le futur de l'emploi en Afrique en soulignant les domaines les plus vulnérables à l'automatisation, ainsi que ceux qui pourraient profiter à remplir la liste du chômage. Il étudie aussi les mécanismes d'ajustement des économies africaines face à la question de l'emploi. Bien que l'IA puisse être un outil de modernisation et d'augmentation de la productivité, elle pourrait également exacerber les disparités et les problèmes de l'emploi si elle n'est pas mise en œuvre avec des stratégies inclusives.

Cadre éthique de l'usage de l'IA en Afrique : entre opportunité et risque

Adama Komina¹, Abdoulaye Mohamed Diallo¹, Papa Amara Nimaga²

¹Faculté des Sciences Economiques et de Gestion, Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako

²Ecole Normale d'Enseignement Technique et Professionnel

Résumé: Alors que l'intelligence artificielle (IA) s'affirme peu à peu comme un vecteur de changement dans différents domaines en Afrique tels que la santé, l'agriculture, l'éducation, la sécurité et la gouvernance, son évolution pose des questions éthiques majeures. Cet article explore les difficultés associées à l'élaboration d'un cadre éthique approprié pour l'utilisation de l'IA sur le continent, à l'intersection des possibilités de progrès technologique et des dangers de dérives. Il souligne les risques associés à la sauvegarde des données personnelles, à la surveillance généralisée, aux préjugés algorithmiques et à l'isolement numérique, tout en examinant les possibilités offertes par une IA éthique destinée à servir l'intérêt général. L'analyse souligne l'importance d'une démarche contextualisée, inclusive et régulée, qui prend en compte les particularités socio-culturelles et économiques de l'Afrique.

Cartographie des zones à risque d'inondation dans le bassin versant de la rivière woyowayanko à Bamako

Tadjouko Berthé¹, Hamidou Diawara^{1,2}, Souleymane Bengaly¹ and Allaye Guindo¹

¹Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako, Mali

²Centre Régional ARGRHYMET CCR-AOS, Niamey, Niger

Résumé: Les inondations constituent l'un des principaux risques hydrométéorologiques, en particulier en milieu urbain sahélien où la rareté des données d'observation limite les capacités de prévention et de gestion des aléas. La présente étude porte sur la cartographie des zones à risque d'inondation dans le bassin versant non jaugé de la rivière Woyowayanko à Bamako, à travers une approche intégrée fondée sur le système d'information géographique (SIG) et l'analyse multicritère. La méthodologie repose sur l'identification, la reclassification et la pondération de plusieurs paramètres physiques et hydroclimatiques influençant la survenue des inondations, notamment la pente, la densité de drainage, le type de sol, le réseau hydrographique, l'occupation du sol et la pluviométrie. Ces facteurs ont permis de définir deux composantes essentielles du risque : la vulnérabilité à l'inondation, liée aux caractéristiques intrinsèques du milieu, et l'aléa hydroclimatique, principalement conditionné par les précipitations et l'occupation du sol. La vulnérabilité a été évaluée à partir de l'analyse morphométrique du bassin, tandis que l'aléa a été déterminé par le croisement des données pluviométriques issues de cinq stations (2008-2017) et de l'occupation du sol extraite de l'imagerie Landsat 8. La méthode de la somme pondérée a été utilisée pour la superposition des différentes couches thématiques. Les résultats montrent que les zones de faible vulnérabilité couvrent environ 42 % du bassin, tandis que les zones de forte et très forte vulnérabilité représentent respectivement 11 % et 4 %. L'aléa d'inondation est dominé par un niveau modéré sur 58 % de la superficie, alors que les zones à aléa très fort occupent 17 %. Le croisement de la vulnérabilité et de l'aléa révèle que les zones à fort risque d'inondation, bien que limitées à environ 4 % du bassin, correspondent principalement aux plaines alluviales à faible pente situées le long des principaux cours d'eau, affectant plusieurs localités et quartiers de Bamako. Cette étude démontre la pertinence de l'approche SIG multicritère pour la cartographie des risques d'inondation dans un contexte de données limitées et constitue un outil d'aide à la décision pour l'aménagement du territoire, la prévention des risques et la sensibilisation des populations.

Adoption et intégration de l'IA dans les IES publiques maliennes : cas de l'université Yambo Ouologuem de Bamako (UYOB)

Youssef Sinayoko, Mamoudou Coumaré, Moriké Dembélé

Université Yambo Ouologuem de Bamako

Résumé: Cette étude examine les perceptions des enseignants-chercheurs du département sciences de l'éducation à l'Université Yambo Ouologuem de Bamako (UYOB) sur l'utilisation des intelligences artificielles génératives dans leurs travaux scientifiques et académiques. Basée sur une enquête quantitative, elle révèle que ces outils sont déjà largement adoptés pour des tâches comme les recherches bibliographiques, la synthèse documentaire et l'aide à la rédaction. Si les répondants reconnaissent leur potentiel pour améliorer l'efficacité et réduire certaines charges de travail, ils expriment de vives inquiétudes face aux risques de plagiat, au manque de fiabilité des contenus et à une possible dépendance intellectuelle. L'étude souligne ainsi la tension actuelle entre l'exploitation des opportunités offertes par l'IA et la nécessaire préservation des principes fondamentaux d'intégrité et de rigueur scientifique.

Développement d'une stratégie de communication pour renforcer la valorisation durable des acquis de l'UNESCO en matière de manuscrits anciens de Tombouctou au Mali

Mariam Keita¹, Moussa Thiam² and Banzoumana Traoré³

¹Université Mohamed V de Rabat

²Ecole Normale d'Enseignement Technique et Professionnel, Mali

³Bureau UNESCO Mali

Résumé: Les manuscrits anciens du Mali, en particulier ceux de Tombouctou, constituent un patrimoine culturel d'une valeur universelle exceptionnelle. Produits entre le XIII^e et le XX^e siècle, ils témoignent de l'existence d'une tradition intellectuelle, scientifique et juridique florissante en Afrique de l'Ouest, inscrite dans les grands réseaux de circulation des savoirs du monde islamique et au-delà. Leur reconnaissance et leur sauvegarde par l'UNESCO ont contribué à leur repositionnement comme un héritage commun de l'humanité, porteur de mémoire, de diversité culturelle et de dialogue interculturel. Toutefois, malgré les acquis importants réalisés en matière de conservation et de protection, la question de leur valorisation durable demeure centrale, notamment en ce qui concerne leur visibilité, leur appropriation sociale et leur transmission aux générations futures. Depuis plusieurs décennies, l'UNESCO joue un rôle déterminant dans la reconnaissance, la sauvegarde et la protection des manuscrits anciens du Mali. Son action s'est traduite par un appui institutionnel fort, la mise en œuvre de programmes de restauration, de numérisation et de catalogage, ainsi que par le renforcement des capacités locales à travers la formation de professionnels du patrimoine. L'UNESCO a également favorisé des partenariats internationaux et soutenu l'implication des communautés locales, notamment des bibliothèques familiales, qui sont historiquement les premières détentrices et gardiennes de ces manuscrits. Ces acquis constituent aujourd'hui une base solide pour la préservation du patrimoine. Cependant, ils restent encore insuffisamment visibles et compris par une large partie des publics, tant au niveau local qu'international, ce qui limite leur impact culturel, éducatif et symbolique. Dans ce contexte, la communication apparaît comme un levier stratégique essentiel pour renforcer la valorisation durable des acquis de l'UNESCO. La communication patrimoniale ne se limite pas à la diffusion d'informations ; elle vise à construire du sens, à favoriser l'appropriation sociale du patrimoine et à inscrire celui-ci dans une dynamique de développement culturel durable. Appliquée aux manuscrits anciens du Mali dans cette communication, elle offre une opportunité de dépasser une approche strictement conservatoire pour promouvoir une vision du patrimoine comme ressource vivante, porteuse de valeurs, de connaissances et de dialogue.

Les langues africaines à l'ère du numérique : enjeux, défis et perspectives pour un développement inclusif

Mamadou Lamine Sanogo

Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique, Burkina Faso

Résumé: La transformation numérique en Afrique s'accélère grâce à la généralisation des téléphones mobiles, aux réseaux sociaux et aux applications d'intelligence artificielle. Toutefois, cette transition technologique se déploie dans un contexte de diversité linguistique exceptionnelle, où coexistent des centaines de langues aux niveaux de vitalité très variables. La prédominance de la tradition orale, l'insuffisance de la production écrite et la numérisation limitée des archives posent des défis majeurs à l'intégration des langues africaines dans l'univers digital. Cet article examine d'abord le contexte technologique et linguistique du continent et souligne les disparités existantes dans l'accès aux infrastructures numériques ainsi que la fragilité des corpus écrits. Il s'appuie sur une revue de littérature interdisciplinaire qui met en valeur, d'une part, l'expansion du numérique et, d'autre part, les obstacles spécifiques à la valorisation des langues locales. Les difficultés techniques de numérisation des archives et l'état embryonnaire des bases de données viennent renforcer ces constats. Enfin, l'article propose des recommandations stratégiques à destination des dirigeants, institutions et chercheurs africains, en préconisant le développement d'un cadre de référence inclusif, le renforcement des capacités en production écrite et la promotion d'outils technologiques adaptés (OCR et TALN). Ces pistes ouvrent également des perspectives de recherches sur l'impact de ces innovations sur l'éducation et le développement socio-économique afin de bâtir un modèle de digitalisation respectueux de la richesse culturelle du continent.

Intelligence artificielle et stratégies de communication des discours sanitaires au Cameroun : vers une approche durable et inclusive

Christelle Modeste Magrace Ntoume
Université de Douala, Cameroun

Résumé: Dans un contexte africain comme celui du Cameroun, où la pluralité des systèmes de savoir, des croyances et des médiations sociales structure des rapports à la santé, la mise en œuvre des stratégies de communication sanitaire rencontre souvent les écarts significatifs entre les objectifs institutionnels et les réalités sociales du terrain. Souvent construites sous le modèle unidirectionnel et vertical, inspiré de l'approche diffusionniste d'Evrett Rogers, ces stratégies considèrent la population réceptrice passive, à qui l'on transmet des messages standardisés conçus par des instances institutionnelles. Cette étude évaluative adopte une méthode. Compréhensive centrée sur les discours des récepteurs. Si des approches comme la communication pour le changement social de Paolo Freire mettent l'accent sur l'altérité et le dialogue, l'intégration croissante de l'Intelligence Artificielle ouvre de nouvelles perspectives à la personnalisation, à l'adaptation contextuelle et à l'optimisation des stratégies communicationnelles. Elle permet notamment l'analyse des données issues des comportements, des pratiques linguistiques, l'implication des acteurs communautaires (leaders religieux, des chefs traditionnels, leaders d'opinion, etc.) et la construction des messages ciblés et adaptés aux contextes réels des populations réceptrices. Associer l'IA à la communication sanitaire revient donc à encourager un modèle hybride alliant innovation technologique et ancrage socioculturel.

Genre et gestion des déchets plastiques : cas de la commune iv du district de Bamako

Sitan Diakité
Université Yambo Ouologuem de Bamako

Résumé: Avec l'urbanisation galopante, la prolifération des déchets plastiques se fait sentir dans tous les recoins de la ville. Les plastiques, depuis des années maintenant, constituent l'emballage principale le plus utilisé par la population Malienne. Ils contribuent à polluer notre environnement, ce qui n'est pas sans conséquence sur la santé animale, humaine et des terres cultivables. Les politiques publiques privées mises en place pour assainir afin d'éviter que la population n'ampatisse davantage, arrivent difficilement à absorber le cumul de ces ordures entassées de part et d'autre, pour manque d'espaces suffisants et constants. Pour reconforter et renforcer les efforts de ces acteurs, il y a lieu aussi de structurer en coopérative de ramassage et de recyclage, les femmes et jeunes qui en ont fait déjà leur travail quotidien pour leur survie. L'objectif de la communication est de mettre en lumière la contribution du genre dans le processus de gestion des déchets plastiques dans la commune IV de Bamako. La méthodologie est qualitative. Les femmes et jeunes organisés en coopérative, suscite en eux le goût de l'entrepreneuriat, l'autonomisation financière et l'engagement constant dans le processus de gestion des déchets plastiques, pour contribuer à avoir un environnement vivable par ses habitants. L'encadrement du genre dans le processus de ramassage et de recyclage des ordures en commune IV du district de Bamako contribue à soutenir les efforts des autorités publiques et les GIE intervenant dans le domaine, dans les perspectives d'avoir un environnement convenable à vivre pour la santé générale écologique.

Anticipation et planification des approvisionnements en produits pétroliers au Mali: une approche économétrique d'aide à la décision face aux crises du carburant

Yenizie Koné
Institut d'Économie Rurale de Bamako, Mali

Résumé: Les crises récurrentes d'approvisionnement en produits pétroliers constituent une contrainte structurelle majeure pour les économies enclavées et dépendantes des importations énergétiques. Au Mali, malgré l'existence depuis 2011 d'un outil économétrique conçu pour anticiper et planifier les importations de carburant, l'absence de mise en œuvre effective a limité la capacité du pays à prévenir les crises successives. Cet article propose une analyse empirique des

déterminants macroéconomiques des importations de produits pétroliers et plaide pour la réactivation d'un modèle économétrique intégrant les effets des prix, de la croissance économique et des chocs exogènes et endogènes. Les résultats montrent une forte dépendance de la demande de carburant à la croissance économique et une vulnérabilité structurelle aux chocs sécuritaires et internationaux, soulignant la nécessité d'un dispositif institutionnalisé d'anticipation et de planification énergétique. A chaque niveau du PIB correspond une quantité donnée de carburant nécessaire à sa réalisation effective. Un niveau de PIB qui ne serait pas soutenu par un approvisionnement adéquat en carburant ne peut être atteint, car l'énergie constitue un facteur indispensable au fonctionnement des activités productives et de transport de l'économie.

Analyse du système agricole face au changement climatique dans la commune urbaine de Tombouctou

Moussa Thiam¹, Alkairou Aly² and Mamoutou Samaké³

¹Ecole Normale d'Enseignement Technique et Professionnel, Mali

²Bureau d'études et d'assistance technique de Tombouctou

³Faculté d'Agronomie et de Médecine Animale, Université de Ségou, Mali

Résumé: La Commune Urbaine de Tombouctou (C.U.T) a connu ces dernières années d'énormes variabilités des saisons avec son lot de bouleversement des habitudes, nécessitant des réponses de la part des communautés pour maintenir les processus sociaux. Les agriculteurs du Mali et de Tombouctou sont vulnérables aux conséquences des variations climatiques, avec une économie fortement dépendante directement de l'exploitation des ressources naturelles. Cette étude facilite la compréhension par les agriculteurs de la CUT des nouvelles incertitudes climatiques. Les connaissances et le savoir traditionnel influencent grandement les actions entreprises par les populations. La valorisation de ces connaissances endogènes avec les bonnes pratiques extérieures, vont permettre de saisir les impacts entraînés dans une communauté par l'introduction de nouvelles connaissances et de mieux saisir les retombées qu'elles entraînent tout en évaluant l'influence de la science sur les croyances. L'analyse des données a mis en évidence l'existence d'un fossé de langage entre les scientifiques et les populations locales en ce qui la définition du climat et du temps. Le phénomène des changements climatiques étant abstrait pour les agriculteurs, n'y accordent qu'une importance relative contre une importance majeure pour les scientifiques. Les préoccupations des paysans sont subjectives, basées sur leur réalité et le court terme, telle la diminution de la fertilité des sols, les conflits avec les éleveurs et l'exode. Les connaissances n'étant pas homogènes entre les membres d'une communauté, l'établissement de généralisation sur les connaissances climatiques est irréalisable. L'importance de ce savoir découle de son sens identitaire, de son intégration dans les croyances et les coutumes.

Analyse du maillon production de la chaîne de valeur de tomate fraîche dans la zone d'impact du système agro-photovoltaïque : cas du village de Katibougou, région de Koulikoro

Keita M. Moussa¹, Fofana F. Oumar² and Amadou Sidibé²

¹Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée, Katibougou

²Laboratoire des Dynamiques Sociales et Economiques

Résumé: La tomate, légume-fruit à haute valeur économique et nutritionnelle, connaît une croissance rapide de la demande au Mali. Cependant, sa production reste confrontée à d'importants défis : saisonnalité, pertes post-récolte, absence d'infrastructures de conservation, et faible organisation des producteurs. Ce mémoire analyse spécifiquement le maillon production de la chaîne de valeur de la tomate fraîche à Katibougou, une zone d'expérimentation du projet Agro-Photovoltaïque (APV-MAGA), combinant agriculture et énergie solaire. Une enquête de terrain a été réalisée auprès de 80 producteurs répartis dans quatre villages, afin d'évaluer les conditions de production, la perception des acteurs et les impacts attendus de l'installation de chambres froides et de panneaux solaires. L'étude met en lumière : - Les contraintes majeures de production (accès à l'eau, pertes, faible

revenu) ; - L'importance de la résilience technologique par les infrastructures APV ; - L'impact socio-économique attendu : disponibilité du produit, revenus stables, création d'emplois. L'approche FFOM a permis d'identifier les forces (ancienneté des producteurs), les opportunités (technologies solaires, marché existant), mais aussi les menaces (changements climatiques, concurrence extérieure). En conclusion, le système agro-photovoltaïque se présente comme une solution innovante et durable pour renforcer la filière tomate dans la région de Koulikoro.

Effet des technologies de l'information et de la communication sur la performance commerciale des aviculteurs dans la région maritime du Togo

Keita M. Moussa^{1,2} and Sissoko Yacouba^{1,2}

¹Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée, Katibougou

²Laboratoire des Dynamiques Sociales et Economiques

Résumé: L'objectif général de cette étude est d'analyser l'effet des TIC sur les activités de commercialisation des produits avicoles. Ainsi donc une enquête a été réalisée sur un échantillon de 97 aviculteurs dans les différentes communes de la région maritime du Togo, avec une méthode d'échantillonnage empirique ou raisonné à deux niveaux. La méthode de régression logistique et celle d'appariement des scores de propensions ont été utilisées pour le traitement des données. Les résultats des différentes estimations ont révélé que les caractéristiques socio-démographique, socio-économique et le profil professionnel des enquêtés sont des déterminants far vis avis à l'adoption des TIC dans leurs activités de commercialisation. Nous retenons ici que l'utilisation des TIC améliore la performance commerciale des aviculteurs, particulièrement celle des aviculteurs de la région maritime. Aussi concernant l'utilisation des TIC il est ressorti que plus l'aviculteur est instruit plus il adhère à l'utilisation des outils TIC comparée à ceux n'ayant aucun niveau ou un faible niveau d'instruction. De ce fait l'investissement dans l'intégration des infrastructures TIC, leurs mises en place et la promotion des formations sur les TIC permettraient l'amélioration des performances commerciales des aviculteurs.

Analyse comparative du genre et jeunesse dans l'écologie rizicole de la région de Sikasso, Mali

Keita M. Moussa and Kané Tièfelo

Laboratoire des Dynamiques Sociales et Economiques, Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée, Katibougou

Résumé: Les femmes et les jeunes jouent un rôle essentiel dans l'agriculture, mais leur contribution reste sous-estimée. Ils rencontrent des inégalités dans l'accès aux ressources et aux intrants agricoles, ce qui limite leur performance de production. Cette étude analyse comparativement la performance des hommes, des femmes et des jeunes dans trois systèmes rizicoles de la région de Sikasso : bas-fonds irrigués, bas-fonds pluviaux et plateaux. Une enquête a été réalisée dans cinq villages (Siramana, Loutana, Blindio, Sanancoroni et Lafiabougou) auprès de 200 producteurs sélectionnés aléatoirement par quota. L'analyse des données a été effectuée avec Excel et STATA, en utilisant le compte d'exploitation pour évaluer les écarts de revenus. Les résultats montrent que les hommes gagnent plus que les femmes et les jeunes dans tous les systèmes agricoles avec respectivement 232 833 FCFA contre 148 733 FCFA au plateau ; 228 500 FCFA contre 98 500 FCFA au bas-fond pluvial ; 606 750 FCFA contre 464 900 FCFA au bas-fond irrigué. Un test de comparaison a révélé que les performances des femmes et des jeunes sont significativement influencées par le rendement et l'accès aux semences améliorées. Ces facteurs sont cruciaux pour améliorer leur production. L'étude recommande d'intégrer ces éléments dans les politiques agricoles afin de favoriser l'accès aux semences améliorées et de réduire les inégalités.

Inégalités d'accès à l'eau potable en milieu semi-urbain: une analyse socio-spatiale de la ville de Kolondièba

Abdoulaye Diarra¹, Mamoutou Samaké² and Moussa Thiam³

¹École Nationale d'Ingénieurs/ Abderhamane Baba Touré, Bamako

²Université de Ségou, Faculté d'Agronomie et de Médecine Animale

³École Normale d'Enseignement Technique et Professionnel

Résumé: L'objectif de cette recherche est de mettre en évidence les inégalités d'AEP à Kolondiéba en tenant compte des dimensions spatiale et socio-économique, afin d'identifier les disparités entre quartiers et de mieux comprendre les facteurs déterminants de ces inégalités en vue d'un approvisionnement plus équitable et durable. L'accès à un approvisionnement fiable en eau potable constitue un enjeu crucial pour les pays en développement dans leur ensemble, et plus particulièrement pour les pays de la zone sahélienne. A Kolondiéba, chef-lieu de cercle, les populations font face à de nombreuses contraintes et difficultés en matière d'accès à l'eau potable. L'expansion démographique constitue un facteur déterminant dans l'évaluation des ressources hydriques par rapport aux besoins. Dans cette localité, cette dynamique a été observée à travers plusieurs facteurs, notamment les conditions naturelles défavorables, l'essor et la multiplication des établissements de restauration, ainsi que le développement des infrastructures hydrauliques. Ainsi, dans le cadre de cette recherche, une démarche basée sur une approche méthodologique incluant une revue documentaire, une consultation d'archives relatives à l'eau, d'articles scientifiques, et de presse, ainsi que de rapports techniques, complétée par une enquête par échantillonnage. Avec une population estimée à 23 425 habitants, composée de 3 841 ménages à Kolondiéba, il ressort de cette analyse que 56,2% de la population soient (13 245 habitants) font face à des contraintes d'accès à l'eau potable. Les résultats révèlent que les ménages les plus pauvres et ceux situés en périphérie ont accès plus limité, caractérisé par des distances plus longues aux points, des coûts plus élevés et une variabilité.

Étude des difficultés d'accès à l'eau potable dans les quartiers périphériques de Bamako: défis et perspectives

Alassane Touré¹, Mamoutou Samaké² and Moussa Thiam³

¹Ecole Nationale d'Ingénieurs / Abderhamane Baba TOURÉ, Bamako

²Université de Ségou, Faculté d'Agronomie et de Médecine Animale

³École Normale d'Enseignement Technique et Professionnel

Résumé: L'accès à l'eau potable demeure un défi majeur dans les quartiers périphériques de Bamako, où la croissance démographique rapide et l'urbanisation non planifiée exercent une pression accrue sur les infrastructures hydrauliques existantes. Cette étude analyse les contraintes techniques, institutionnelles et socio-économiques qui limitent l'extension équitable des réseaux d'adduction d'eau potable (AEP), ainsi que leurs impacts sur les conditions de vie des populations. La méthodologie repose sur une analyse documentaire, l'exploitation de données institutionnelles et des observations de terrain réalisées dans plusieurs périphéries de la capitale. Les résultats montrent une insuffisance de couverture du réseau public, une saturation avancée des infrastructures et une forte dépendance des ménages à des sources alternatives souvent coûteuses et à risque sanitaire. Ces constats soulignent la nécessité d'approches intégrées combinant planification urbaine, gouvernance renforcée et solutions techniques adaptées aux réalités locales.

Efficiences économique de la production du chou sous le système d'irrigation Californienne à Garalo dans la région de Sikasso au Mali

Kane A. Mamary¹, Dembélé Kouloumégoué², Niang A. Berthé¹, Samaké Mamoutou³ and Tangara Brehima¹

¹Institut d'Économie Rurale

²Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée, Katibougou

³Université de Ségou, DER Hydraulique Agricole

Résumé: La présente étude analyse l'efficiences économique de la production du chou (*Brassica oleracea* L.) sous le système d'irrigation californien dans la commune rurale de Garalo, région de Sikasso au Mali. L'objectif principal est de comparer les performances économiques du système

d'irrigation californien à celles du système manuel traditionnel, à travers l'évaluation des coûts de production, des marges et des ratios de rentabilité. La méthodologie repose sur une enquête de terrain conduite auprès de 58 producteurs maraîchers, sélectionnés par échantillonnage aléatoire stratifié, dont 40 utilisateurs du système californien et 18 utilisateurs du système manuel. Les données collectées ont été analysées à l'aide des statistiques descriptives et des comptes d'exploitation moyens, en utilisant les logiciels SPSS et Excel. Les résultats montrent que les charges moyennes de production du chou sur un hectare s'élèvent à 480 183,65 FCFA pour le système californien contre 563 229,89 FCFA pour le système manuel. La marge nette moyenne est nettement plus élevée pour le système californien (5 043 763,91 FCFA) que pour le système manuel (1 378 257,18 FCFA). Le ratio de rentabilité financière est de 10,50 pour le système californien contre 2,45 pour le système manuel. L'étude conclut que le système d'irrigation californien est économiquement plus efficient et constitue une option pertinente pour l'amélioration des revenus, de la productivité maraîchère et de la sécurité alimentaire dans la zone de Garalo.

Nexus of food security versus armed conflict in the context of climate change in Mali

Moussa Macalou¹, Youssouf Diabaté², Abdoulaye Nientao³ and Adama B. Coulibaly⁴

¹Rural Polytechnique Institute for Training and Applied Research, Katibougou, Mali

²College of Agriculture, Environment, and Nutrition Sciences, Tuskegee University

³Institut d'Economie Rurale

⁴International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics

Abstract: The nexus between food security and armed conflict, with particular focus on developing countries, has been analyzed by a few studies in the literature. Every country under armed conflict is obligated to solve the food security issue. Therefore, the overall objective of this study was to analyze the nexus between households' food security and armed conflicts in the context of climate change in Mali. To achieve this objective, first, the study used an ordinary least squares model to determine the factors influencing households' food security. Second, it used an ordered logit model to determine the factors influencing armed conflict. Apart from the existence of household food insecurity and armed conflict, the results also indicated that household and climate variables explain both food security and armed conflict intensity. The study concludes that there is a vicious cycle between food security, armed conflict, and climate change, exacerbating vulnerability and instability in Mali.

Comblant le déficit de compétences futures : évaluer l'état de préparation des étudiants du secteur agricole à tirer parti de l'IA pour la transition vers l'économie circulaire au Mali

Moussa Macalou^{1*}, Souaïbou Samba Lamine Traoré², Yacouba Sangaré³, Mahamadou Moussa Keita¹

¹IPR/IFRA de Katibougou

²Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako

³Université de Ségou

Résumé: Le Mali, dont l'économie est fortement agro-dépendante, n'échappe pas à la dynamique duelle de transformation des systèmes agricoles vers des modèles circulaires et durables, et de révolution numérique. L'Intelligence Artificielle (IA) émerge comme un levier puissant pour optimiser la gestion des ressources, notamment la valorisation des déchets agricoles et fermer les cycles de nutriments. Cependant, la réussite de cette transition dépendra en grande partie de la capacité des futurs professionnels du secteur agricole à comprendre, adopter et piloter ces technologies. Cette recherche vise à évaluer l'état de préparation perçu et réel des étudiants maliens en agroéconomie et agrobusiness à utiliser l'IA pour la mise en œuvre de pratiques d'économie circulaire. Une étude mixte (qualitative et quantitative) a été menée auprès d'un échantillon de 100 d'étudiants de cycles licence dans des institutions de formation agricole au Mali (IPR/IFRA, Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako, Université de Ségou). Un questionnaire structuré a mesuré : (1) la connaissance des concepts d'IA et d'économie circulaire ; (2) la perception

de l'utilité et de la facilité d'utilisation de l'IA pour des applications circulaires (ex. : gestion intelligente de l'eau, compostage optimisé, suivi de la fertilité des sols) ; (3) l'intention comportementale de mobiliser ces outils dans leur future carrière. Des entretiens semi-directifs complémentaires ont exploré en profondeur les lacunes perçues dans les curricula et les besoins en formation spécifique. Les résultats préliminaires révèlent un paradoxe. D'une part, une forte conscience des enjeux de durabilité et un intérêt marqué pour les solutions technologiques existantes. D'autre part, un déficit significatif de compétences techniques et systémiques est identifié : une faible familiarité avec les outils d'IA concrets, une méconnaissance des modèles d'affaires circulaires, et une perception de l'écart entre la formation théorique reçue et les compétences pratiques requises sur le terrain. Les étudiants expriment un besoin de partenariats avec le secteur privé innovant. L'étude conclut qu'un « déficit de préparation » menace la capacité du Mali à s'orienter vers une transition agroécologique numérique inclusive. Pour combler ce fossé, une réforme proactive des programmes de formation est impérative. L'étude recommande l'intégration de modules transversaux mêlant agroécologie, principes de l'économie circulaire et littératie numérique appliquée, ainsi que le développement de plates-formes de démonstration et de stages en startups agri-tech. Investir dans le capital humain émergent est la condition sine qua non pour que l'IA ne soit pas un outil importé, mais un levier endogène au service d'un développement agricole résilient, productif et régénératif au Mali.

Perceptions des apports de l'intelligence artificielle à la production et à la valorisation de la recherche scientifique sur l'économie circulaire au Mali

Aichata F. Mohamed Sako and Dansiné Diarra

Faculté d'Histoire et de Géographie, Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako

Résumé: L'intelligence artificielle (IA) offre un potentiel considérable pour renforcer la production, l'analyse et la valorisation de la recherche scientifique sur l'économie circulaire au Mali. Malgré un intérêt croissant pour ces technologies, leur adoption au sein des universités et des centres de recherche demeure encore limitée et largement influencée par les perceptions des chercheurs, des enseignants et des responsables académiques. Cette étude vise à analyser la perception de ces acteurs quant aux apports de l'IA dans le domaine de l'économie circulaire, et à mieux comprendre les contributions potentielles de l'IA à la recherche scientifique et académique, notamment en matière de production de connaissances, de valorisation des résultats et de promotion des secteurs d'activités liés à l'économie circulaire au Mali. Une enquête anonyme a été menée à l'aide d'un questionnaire administré auprès d'universités et de centres de recherche universitaires et académiques, publics et privés, au Mali. Les résultats montrent que l'IA est perçue à 94% auprès des répondants comme un outil capable de faciliter la production scientifique, d'améliorer la qualité des travaux de recherche, d'optimiser l'analyse de données complexes et de renforcer la diffusion des résultats scientifiques. Elle est également considérée comme un levier important pour la valorisation et la promotion des activités liées à l'économie circulaire, notamment dans les domaines de la cartographie des filières et de la recherche documentaire à 83%, des analyses économiques et environnementales, de la collecte de données de terrain à 58%, ainsi que dans la classification / tri et l'analyse des flux de matières premières (soit 50%). Par ailleurs, l'IA est perçue comme un vecteur de stimulation de l'innovation locale et d'orientation des pratiques de recherche vers des modèles plus durables et circulaires, adaptés aux réalités et aux besoins socio-économiques du Mali. Toutefois, le manque d'infrastructures numériques, l'insuffisance de compétences spécialisées et les enjeux éthiques constituent des obstacles majeurs à son appropriation. Dans ce contexte, l'enseignement supérieur et la recherche académique jouent un rôle central dans l'adoption et la valorisation de l'IA au Mali. Le renforcement des formations universitaires et le développement d'infrastructures numériques adaptées apparaissent essentiels pour tirer pleinement parti du potentiel de l'IA au service de la recherche scientifique et du développement durable, circulaire et inclusif au Mali.

Analyse de l'impact de l'intelligence artificielle sur la dynamique socio-économique et culturelle au Mali : défis structurels et perspectives de développement

Amidou Ballo, Mahamadou Bassirou Tangara, Daman-Guilé Diawara, Bakary Berthé

¹Faculté des Sciences Économiques et de Gestion, Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako, Mali

Résumé: Cette étude analyse les implications de l'Intelligence Artificielle (IA) sur les dynamiques socio-économiques et culturelles au Mali. Elle vise à identifier les leviers de performance pour les organisations maliennes tout en mettant en exergue les défis structurels qui freinent une adoption optimale de ces technologies. La recherche adopte une approche qualitative exploratoire basée sur une revue systématique de la littérature et une analyse documentaire. Le cadre théorique mobilise le modèle de croissance endogène et les théories de la souveraineté numérique pour interpréter les données collectées auprès des rapports et de travaux académiques récents.

Les résultats indiquent que l'IA offre des opportunités significatives pour l'inclusion financière, l'efficacité administrative et la préservation du patrimoine culturel. Toutefois, l'étude révèle des obstacles majeurs, notamment le coût élevé de la connectivité, l'instabilité des infrastructures énergétiques et un déficit criant en compétences numériques spécialisées. En outre, l'émergence de risques endogènes tels que la cybercriminalité et la désinformation menace la cohésion sociale et la souveraineté des données. Pour que l'IA devienne un véritable moteur de développement au Mali, il est impératif d'investir dans des infrastructures énergétiques durables (solaire) et de définir un cadre réglementaire protecteur de l'identité culturelle. La transition numérique malienne doit s'orienter vers une « IA endogène » pour garantir une autonomie stratégique.

Utilisation et usage d'intelligence artificielle et des médias sociaux numériques dans la production et la commercialisation des produits artisans maliens par les jeunes : défis de la conservation et de la modernisation

Youssouf Karambé

Institut National de la Jeunesse et des Sports de Bamako

Résumé: Ce projet d'article s'intéresse au rapport entre la production et la commercialisation des produits traditionnels artisanaux à l'ère du numérique et de l'intelligence artificielle par les jeunes. Il faut noter que la société malienne, à l'instar de celles des autres pays sahéliens, est marquée par une forte croissance démographique. Corrélativement à cette croissance, sa population est majoritairement constituée de jeunes. Aussi la formation, l'insertion professionnelle, la participation économique et politique de cette force sociale sont-elles autant de défis à la fois pour les gouvernants et les chercheurs. Nombreux se lancent dans le domaine de l'art. Aussi les nouvelles technologies de l'information et de la communication à travers les médias sociaux et l'intelligence artificielle agissent sur les pratiques et les formes d'insertion pour ceux qui s'intéressent à la production et à la commercialisation des produits artisanaux. C'est ainsi que les questions sur l'utilisation et l'usage de l'intelligence artificielle et des médias sociaux se posent quant à la conservation de l'authenticité des produits artisanaux et le besoin de leur modernisation.

L'étude s'appuie sur une méthode qualitative basée sur des entretiens individuels avec des jeunes artisans vivant de l'art local malien.

Sustainable health and education interventions in fragile contexts: the role of AI and community engagement by INGOs

Abdul Saboor Noori

Ural Federal University, Institute of Humanities Studies, International Relations, Russia

Abstract: Fragile and conflict-affected settings, such as Afghanistan, present significant challenges in delivering quality health and education services due to limited infrastructure, socio-cultural

barriers, and ongoing instability. International Non-Governmental Organizations (INGOs) are increasingly adopting AI-enabled and community-centered approaches to enhance the sustainability, inclusivity, and effectiveness of their interventions. This paper examines how INGOs integrate artificial intelligence tools with participatory community engagement strategies to design, implement, and scale health and education programs in fragile contexts. Drawing on qualitative analyses of program reports, case studies, and field observations, the study highlights strategies that build local capacity, engage marginalized populations—including women and youth—and foster resilience and long-term social impact. Findings reveal that combining AI-driven interventions with community-centered pedagogical and health practices creates a synergistic framework for sustainable and inclusive development. This research provides actionable insights for policymakers, practitioners, and scholars aiming to optimize NGO-led programs by integrating technological innovation, participatory engagement, and context-sensitive skills development to improve health and education outcomes in fragile settings.

Impact of board diversity on financial performance of listed industrial goods companies in Nigeria

Rabiu Ismail

Department of Accountancy, Jigawa State Polytechnic Dutse

Abstract: The financial performance of Nigeria's industrial goods firms has declined due to rising interest rates, weak corporate governance, and ineffective board oversight. This study examines the impact of board diversity, including size, composition, and gender diversity, on the financial performance of listed industrial goods firms in Nigeria. Using an ex-post factor research design, secondary data was collected from annual reports of seven firms listed on the Nigerian Exchange Group between 2014 and 2024. The sample was selected through simple random sampling, focusing on firms with complete data and active listing status. Multiple regression analysis was used as technique of data analysis and multi collinearity tests confirmed the robustness of the findings. The results of the study revealed that, board size and composition negatively influenced financial performance, suggesting that smaller and more independent boards are more effective. In contrast, board gender diversity did not show a significant relationship with performance, while firm size had a positive effect. The study concludes that strategic board structuring, particularly optimizing size and composition, enhances financial outcomes among listed industrial firms in Nigeria. However, gender diversity, while important for governance, may require further contextual evaluation to determine its impact. Based on these findings, the study recommends that the management of listed industrial firms in Nigeria should prioritize board efficiency and composition to improve governance and profitability, while also considering broader diversity policies. These insights provide valuable guidance for corporate leaders, regulators, and investors seeking to strengthen governance practices in emerging markets.

Analyse des programmes de privatisation dans le cadre des programmes d'ajustement structurel du Fonds monétaire international et de la Banque mondiale: le cas de la SONATAM (Mali)

Harouna Niang

Consultant, Bamako, Mali

Résumé: Les programmes d'ajustement structurel (PAS) mis en œuvre en Afrique subsaharienne à partir des années 1980, sous l'impulsion du Fonds monétaire international (FMI) et de la Banque mondiale, ont promu la privatisation des entreprises publiques comme instrument central de réforme économique. Ces politiques visaient notamment à réduire les déficits budgétaires, améliorer l'efficacité des entreprises publiques et attirer l'investissement privé. Toutefois, les résultats observés demeurent contrastés et soulèvent un débat persistant sur les effets réels de ces réformes en termes de performance économique, de gouvernance et de souveraineté économique. La présente communication propose une évaluation critique des programmes de privatisation à travers l'étude de

cas de la Société Nationale des Tabacs et Allumettes du Mali (SONATAM). En mobilisant les enseignements d'un audit organisationnel, financier, juridique, commercial et technique indépendant récent, l'article met en évidence les limites structurelles du processus de privatisation, notamment la persistance de déséquilibres de gouvernance, l'insuffisante formalisation des relations entre actionnaires et direction opérationnelle, les vulnérabilités du contrôle interne ainsi que les contraintes industrielles liées au vieillissement de l'outil de production. L'analyse intègre également quatre dimensions déterminantes pour l'évaluation des privatisations industrielles : (i) la désindustrialisation progressive et l'affaiblissement des chaînes de valeur (tabac/cigarette et allumettes), notamment via l'arrêt d'activités productives et la cession d'actifs liés à l'unité de fabrication d'allumettes ; (ii) la non-valorisation adéquate par l'État de la concession de monopole (ou des avantages réglementaires équivalents) lors de la privatisation, favorisant la captation de rentes ; (iii) les failles d'architecture juridique en matière de droits de gouvernance (répartition des postes de responsabilité sans procédures concurrentielles, contrôle de fonctions stratégiques par l'actionnaire dominant) ; (iv) les risques de pratiques intragroupes insuffisamment encadrées (prix de transfert, services facturés, approvisionnements), susceptibles de transformer une entreprise historiquement productive en plateforme d'importation. Les résultats suggèrent que la privatisation, en l'absence de dispositifs institutionnels robustes, de mécanismes de redevabilité effectifs, d'un encadrement rigoureux des transactions avec parties liées et d'un cadre contractuel équilibré, ne garantit ni l'amélioration durable de la performance économique ni le renforcement de l'autonomie stratégique des entreprises concernées. L'étude plaide ainsi pour une relecture des politiques de privatisation au Mali et dans les pays africains, mettant l'accent sur la qualité de la gouvernance, la régulation publique intelligente et l'ancrage des réformes dans des stratégies de développement industriel endogène.

SCIENCES DE L'ÉDUCATION

Décloisonner les savoirs: évaluation du degré d'interdisciplinarité dans le programme de physique-chimie en première D au Niger

Baba A. Coulibaly Coulibaly, Saïdou Madougou and Ibro Chekaraou
École Normale Supérieure, Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger

Résumé: Dans de nombreux contextes scolaires, les programmes d'études sont organisés selon une logique disciplinaire qui n'interrelie pas les contenus de physique-chimie, de mathématiques, de sciences de la vie et de la terre et d'autres disciplines entre eux. Ce cloisonnement réduit la capacité des élèves à mobiliser des savoirs divers pour résoudre des problèmes, notamment au regard des enjeux technologiques et environnementaux actuels. Cet article vise à évaluer le degré de cloisonnement et d'interdisciplinarité du programme de physique-chimie de première D au Niger. Fondée sur une démarche qualitative, l'étude s'appuie sur une grille élaborée pour analyser un corpus composé des programmes officiels de première D en physique-chimie, mathématiques et sciences de la vie et de la terre. Les résultats révèlent l'absence d'interdisciplinarité dans le programme de physique-chimie ; les contenus sont cloisonnés. Pour relever les défis liés à la résolution de problèmes complexes et soutenir un développement durable, il est primordial de promouvoir l'interdisciplinarité, voire la transdisciplinarité, entre ces disciplines scientifiques et au-delà.

Effets de l'usage du modèle didactico-pédagogique pour l'enseignement de la géométrie dans les lycées de Niamey (MoDiPEG) sur son acceptance par les enseignants

Ibrahima Camara, Mouhamadou Hassirou and Ibro Chekaraou
Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger

Résumé: Face aux difficultés de l'enseignement de la géométrie dans les lycées de Niamey (Niger), une recherche par ingénierie didactique a abouti à la création du Modèle Didactico-Pédagogique (MoDiPEG). Cette étude évalue l'acceptance de ce modèle par les 17 enseignants l'ayant expérimenté après un dispositif de formation complet (DiFoCEG). L'étude s'appuie sur le Modèle d'Acceptation de la Technologie (TAM) pour analyser les perceptions qui conditionnent l'adoption de cette innovation. La méthodologie quantitative utilise deux questionnaires dont la fiabilité a été confirmée (Alpha de Cronbach > 0,87). Le premier, un instrument de 48 items, mesure en détail l'utilité perçue, l'utilisabilité perçue et l'acceptabilité. Le second, le System Usability Scale (SUS), fournit une mesure externe et standardisée de l'utilisabilité. Les résultats indiquent une adhésion exceptionnelle. Les trois thèmes (utilité, utilisabilité, acceptabilité) obtiennent des scores moyens très élevés, démontrant que le modèle est jugé à la fois pertinent, facile à utiliser et compatible avec le contexte enseignant. Cette perception est corroborée par un score SUS moyen de 86,62, qualifiant l'utilisabilité d'« excellente ». La triangulation de ces données est confirmée par une intention d'adoption quasi unanime, l'indicateur clé obtenant une moyenne de 4,76 sur 5. L'étude démontre que le succès de l'appropriation d'une innovation pédagogique repose sur la synergie entre une forte utilité perçue et une excellente utilisabilité. Cette double validation par les praticiens est une condition essentielle pour garantir l'adoption durable des réformes et souligne la pertinence d'une démarche de conception centrée sur les besoins réels des enseignants.

Effets de l'usage du modèle didactico-pédagogique d'enseignement de la géométrie (MoDiPEG) sur la motivation et l'engagement des apprenants dans les lycées à Niamey

Ibrahima Camara, Mouhamadou Hassirou and Ibro Chekaraou
Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger

Résumé: Face aux difficultés persistantes dans l'enseignement-apprentissage de la géométrie dans les lycées de Niamey (Niger), une recherche-développement en ingénierie didactique a conduit à la conception d'un Modèle Didactico-Pédagogique (MoDiPEG) et d'un dispositif de formation continue pour les enseignants, dénommé DiFoCEG. Cette étude vise à évaluer les effets de l'utilisation de ce modèle sur les élèves. L'objectif principal est de mesurer l'impact du MoDiPEG

sur la motivation et l'engagement de 562 apprenants issus des classes de 17 enseignants formés à ce modèle et l'appliquant dans leur enseignement de la géométrie. Une méthodologie mixte a été adoptée, croisant deux sources de données collectées après plusieurs semaines de mise en pratique du modèle : un questionnaire de motivation auto-administré aux élèves et une grille d'observation de l'engagement des élèves, renseignée par les enseignants. L'analyse des données, réalisée à partir d'instruments dont la fiabilité a été attestée par des coefficients alpha de Cronbach allant de bons à excellents (α de 0,76 à 0,92), révèle des résultats positifs. Les élèves déclarent un niveau de motivation global très élevé ($M = 4,42/5$), avec une perception de la valeur des activités particulièrement remarquable ($M = 4,51/5$). Ces perceptions sont corroborées par les observations des enseignants qui constatent un engagement multiforme ($M = 4,09/5$), notamment sur le plan cognitif ($M = 4,27/5$). La convergence des données issues des deux sources fiables atteste de l'impact positif et significatif du MoDiPEG sur l'expérience d'apprentissage des élèves. Le modèle, en agissant sur les déterminants clés de la motivation, semble ainsi transformer la relation des élèves à la géométrie.

Les mutations de l'enseignement supérieur guinéen et l'intelligence artificielle. Approche par les défis et les perspectives

Abdourahamane Diallo and Mamadou H. Cissé

Université Général Lansana CONTE de Sonfonia-Conakry, Guinée

Résumé: L'enseignement supérieur est basé sur des méthodes, modalités et techniques qu'on peut appeler systèmes. Ces systèmes varient selon les États et évoluent dans le temps. Suivant ces exigences, celui de la Guinée a connu des mutations, dont la plus récente date de 2007, en faveur du système LMD. Si les objectifs de ce changement sont Salutaires, sa mise en œuvre reste confronter à de sérieuses difficultés avec des résultats mitigés. Ils urgent de prendre des mesures appropriées afin d'approfondir des réformes et d'améliorer la qualité des formations. Ces défis nécessitent la prise en compte de certaines évolutions récentes dans le domaine technologique, notamment l'intelligence artificielle dans une perspective harmonieuse.

Usages des technologies de l'information et de la communication en pédagogie universitaire : point de vue des futurs professeurs des collèges-lycée au Niger

Yacouba I. Tiri, Idrissa Sanda and Modibo Coulibaly

École normale supérieure, Université Abdou Moumouni, Niger

Résumé: L'intégration des technologies de l'information et de la communication (TIC) dans l'enseignement supérieur constitue aujourd'hui un enjeu majeur pour les institutions éducatives, les enseignants et les apprenants. Dans ce contexte, cette étude porte sur la perception des étudiants de l'École normale supérieure (ENS) de l'Université Abdou Moumouni (UAM), Niamey au Niger, concernant les usages pédagogiques des TIC et leur valeur ajoutée en situation de classe. Elle a comme objectifs, de décrire la perception des étudiants sur l'usage des TIC et d'identifier les usages les plus et les moins bénéfique pour leur apprentissage. L'étude adopte une approche mixte. Les données sont recueillies à travers un questionnaire composé de 5 sections. L'échantillonnage est de type non probabiliste, composés de 300 étudiants inscrits en licence professionnelle pour l'enseignement secondaire (LPPS3). Les résultats préliminaires montrent que l'utilisation des TIC favorise un accès facile à l'information, une diversification des activités d'apprentissage, un développement de l'autonomie, et une interaction accrue entre les acteurs pédagogiques. Cependant, malgré ces potentialités, leur intégration réelle demeure contrastée.

**SCIENCES FONDAMENTALES, SCIENCES APPLIQUÉES,
SCIENCES DE L'INGÉNIEUR**

Communication routière et intelligence artificielle : leviers de l'économie circulaire pour une mobilité durable au Cameroun.

Myriam Josette Nken

Université de Douala, Cameroun

Résumé: Cet article examine le rôle de la communication routière et de l'intelligence artificielle (IA) comme catalyseurs de l'économie circulaire pour une mobilité durable au Cameroun, en s'appuyant sur l'analyse de l'existant et des limites actuelles du système routier. Dans un contexte marqué par un réseau routier fortement dégradé, une faible proportion de routes bitumées, une congestion chronique dans les grandes villes et des coûts socio-économiques élevés, les problèmes de mobilité se traduisent par des embouteillages persistants, une insécurité routière accrue, une pollution atmosphérique importante et une perte de productivité. Les tentatives de mise en place d'une gestion intelligente du trafic, des feux synchronisés, vidéosurveillance, capteurs ponctuels restent fragmentées, peu intégrées et limitées par des contraintes institutionnelles, financières, techniques et humaines, ce qui réduit leur efficacité. Face à ces limites, l'article propose un modèle de gestion intelligente plus fiable, fondé sur l'intégration de l'IA pour optimiser les flux, réduire les émissions de CO₂, anticiper les congestions et améliorer la qualité de l'air, tout en mobilisant la communication routière comme levier d'acceptabilité sociale, de sensibilisation des usagers et de régulation des comportements. Sur le plan socio-économique, l'essor des technologies intelligentes ouvre la voie à la création d'emplois qualifiés et au développement de nouvelles compétences liées à la data et à la maintenance des systèmes intelligents. Le problème central que l'article cherche à résoudre est celui de l'inefficacité structurelle du système de mobilité camerounais et de l'absence d'un modèle intégré capable de concilier innovation technologique, durabilité environnementale et participation citoyenne. La méthodologie adoptée repose sur une analyse documentaire, une observation des dispositifs existants et une approche comparative des modèles internationaux de mobilité intelligente. Le cadre théorique mobilise les concepts de communication routière, d'économie circulaire, de gouvernance collaborative et de systèmes de transport intelligents (ITS). L'article conclut sur la nécessité d'une stratégie nationale intégrée combinant IA, communication participative, infrastructures adaptées et régulation juridique, afin de garantir une mobilité inclusive, efficiente et écologiquement responsable au Cameroun.

Intégration de la logique combinatoire dans les systèmes DEVS pour le comportement autonome des panneaux photovoltaïques

Niamakolo Dit Tiemoko Doumbia

Faculté des Sciences et Technologies, Université de Bamako, Mali

Résumé: Le rendement des systèmes photovoltaïques dépend fortement des conditions environnementales telles que l'irradiation solaire, la température ambiante et la vitesse du vent. Les modèles classiques présentent des limites dans la représentation des comportements autonomes et dynamiques des systèmes énergétiques. Cet article propose une approche basée sur l'intégration de la logique combinatoire dans le formalisme DEVS (Discrete Event System Specification) afin de modéliser le comportement autonome des panneaux photovoltaïques. Une classification scientifique des facteurs naturels est utilisée pour transformer les données météorologiques en variables logiques exploitables dans la simulation. Les états environnementaux sont ensuite interprétés par des règles combinatoires permettant au système DEVS d'adapter automatiquement ses états de fonctionnement. Les résultats obtenus montrent une amélioration de l'autonomie décisionnelle ainsi qu'une meilleure représentation des conditions climatiques sahéliennes, notamment au Mali.

Analyse numérique des performances aérothermiques d'une cheminée solaire à petite échelle pour la production d'énergie renouvelable

Abdrmane Cheich Amala Diagouraga¹, A. Laouid, F.Z. Benarab¹, Namamoudou Sidiki Keita²

¹Département de Génie Mécanique, Faculté des Sciences et de la Technologie, Université Ziane Achour de Djelfa, Djelfa, Algérie

¹Département de Génie Mécanique, Faculté des Sciences et de la Technologie, Université Ziane Achour de Djelfa, Algérie

²Physics Department, Faculty of Science and Technology Bamako, USTTB, Mali

Abstract: Les cheminées solaires offrent une solution prometteuse pour la production d'énergie propre et la ventilation naturelle. Cette étude numérique présente une investigation des performances aérothermiques d'une cheminée solaire à petite échelle. Une modélisation tridimensionnelle stationnaire a été réalisée via la dynamique des fluides numérique (CFD) à l'aide du logiciel ANSYS Fluent. Les équations de conservation couplées (masse, quantité de mouvement, énergie) ont été résolues avec le modèle de turbulence k- ϵ . Le flux de chaleur solaire a été appliqué sur la surface de l'absorbeur, et des conditions de pression atmosphérique ont été définies pour les sorties. Les résultats révèlent les distributions de température et de vitesse de l'air au sein du collecteur et de la cheminée. Pour un rayonnement solaire de 800 W/m², une vitesse d'air maximale de 3,5 m/s a été obtenue à l'entrée de la cheminée, conduisant à une puissance électrique estimée de 50 W. Cette étude valide l'approche numérique pour la conception de ces systèmes et met en lumière l'influence significative de l'ensoleillement sur les performances énergétiques, soulignant ainsi le potentiel des cheminées solaires à petite échelle pour des applications décentralisées.

Modélisation CFD multiphysique des coudes critiques dans le pipeline export Niger-Bénin : analyse des pertes de charge, de la turbulence secondaire et des risques d'érosion

Aboukar Mainou Mamadou, Maman Nazifi Garba Irro, Vincent Prodjinonto
Laboratoire d'Énergétique et de Mécanique Appliquées, Ecole Doctorale des Sciences de l'Ingénieur, Université d'Abomey-Calavi, Bénin

Résumé: Les coudes constituent des singularités hydrauliques majeures dans les pipelines pétroliers, ou se concentrent des phénomènes multiphysiques complexes tels que les pertes de charge locales, la turbulence secondaire, la ségrégation de phase et l'érosion accélérée des parois. Dans le pipeline d'exportation Niger-Bénin, le transport de pétrole brut visqueux contenant des impuretés solides rend ces effets particulièrement critiques pour la sécurité et la durabilité de l'infrastructure. Cette étude présente une modélisation CFD multiphysique des coudes critiques du pipeline d'exportation Niger-Bénin afin d'évaluer l'influence du rayon de courbure et de la vitesse d'écoulement sur les paramètres hydrodynamiques et érosifs. Les simulations ont été réalisées sous ANSYS Fluent en utilisant le modèle de turbulence k- ω SST couplé au modèle DPM (Discrete Phase Model) avec le modèle d'érosion de McLaury. Trois géométries de coudes (1.5D, 3D et 6D) ont été étudiées pour des vitesses comprises entre 1 et 6 m/s. Les résultats montrent que les coudes courts génèrent des gradients de pression importants, une intensification de la turbulence secondaire et des contraintes pariétales élevées. Les contours d'érosion révèlent une concentration des impacts particuliers principalement dans la partie inférieure du coude et de la conduite aval sous l'effet combiné de l'inertie particulaire et de la gravité. L'augmentation de la vitesse accroît significativement les pertes de charge, l'énergie cinétique turbulente et les risques d'usure localisée. Cette étude met en évidence le rôle déterminant du rayon de courbure dans la sécurisation hydrodynamique des pipelines multiphasiques et fournit des recommandations pour l'optimisation des singularités critiques du pipeline Niger-Bénin.

Modélisation des propriétés électroniques du graphène modifié utilisé dans les Batteries au Lithium-ion (LIB)

Moussa. Diawara^{1,2}, Mohamed L. Diawara¹, Mahamadou Seydou^{1,3}, Diola Bagayoko²

¹University of Sciences Techniques and Technologies of Bamako

²College of Sciences of Engineering, Southern University and A&M College, Louisiana Baton Rouge

³Université de Paris Cité (Paris, France), Laboratoire ITODYS, CNRS, UMR 7086

Résumé: Le matériau de l'anode est un composant essentiel qui joue un rôle important dans les performances des batteries au lithium ion (LIB). Actuellement, le graphite couramment utilisé présente une capacité très limitée, qui ne répond pas aux exigences de la technologie en pleine croissance dans le domaine. Des matériaux d'anode alternatifs avec une densité d'énergie plus élevée ont été étudiés pour remplacer les anodes en graphite conventionnelles. Parmi ces matériaux, le graphène et ses dérivés sont des alternatives sérieuses pour améliorer les performances des matériaux d'anode actifs. En particulier, le graphène dopé aux ions (Azote et Bore) montre des résultats prometteurs dans le processus redox au niveau de l'anode.

Le graphène est combiné à d'autres matériaux actifs tels que du silicium pour améliorer sa conductivité et réduire son expansion de volume pendant le processus de charge/décharge.

Le but de ce travail est d'utiliser des outils de modélisation quantique pour étudier les composites à base de graphène dopé au Lithium en tant que matériau d'anode pour les LIB. Les résultats de ces recherches permettent de proposer des matériaux à base de graphène pour améliorer les performances des batteries à lithium ion.

Insertion des molécules d'hydrogène dans l'argile Kaolinite dopé par lithium par la méthode DFT

Moussa Diawara¹, Mahamadou Seydou² and Mohamed L. Diawara¹

¹University of Sciences Techniques and Technologies of Bamako

²Université de Paris Cité, Paris, France, Laboratoire ITODYS, CNRS, UMR 7086

³College of Sciences of Engineering, Southern University and A&M College, Louisiana Baton Rouge

Résumé: Le stockage de l'hydrogène de manière sûre et efficace est un défi important pour développer les technologies d'énergie propre. Parmi les matériaux étudiés, les argiles surtout (la kaolinite, Bentonite et montmorillonite) sont intéressantes parce qu'elles sont stables et capables d'interagir avec des ions métalliques et des molécules de gaz. Quand on insère du lithium dans la kaolinite, ses propriétés changent et cela crée des sites actifs qui peuvent mieux retenir l'hydrogène. Dans cette étude, nous avons examiné comment le lithium se comporte dans la kaolinite en utilisant des calculs de théorie de la fonctionnelle de la densité (DFT-D3). Nous avons d'abord optimisé la structure, puis testé l'insertion du lithium à différents endroits dans le cristal. Ensuite, nous avons étudié comment des molécules d'hydrogène se fixent sur ces sites dopés au lithium. Nous avons analysé l'énergie d'adsorption, le transfert de charge et les propriétés électroniques liées à l'activation de l'hydrogène. Enfin, une simulation Monte Carlo a permis d'estimer combien de molécules d'hydrogène peuvent être stockées dans chaque structure de kaolinite dopée au lithium.

Cette approche nous aide à mieux comprendre les interactions entre le lithium, la kaolinite et l'hydrogène, et à identifier des matériaux adaptés pour le stockage souterrain de l'hydrogène et son relargage contrôlé.

Caractérisation des Panneaux Solaires Photovoltaïques en Laboratoire

Salia Sanogo¹, Moussa Diawara¹ and Youbba Salem²

¹University of Sciences Techniques and Technologies of Bamako

²Université de Strasbourg

Résumé: Aujourd'hui, des nombreux pays investissent en grande quantité dans les énergies renouvelables, notamment la construction de parcs solaires pour la production d'électricité, et ce, pour compenser non seulement la surconsommation des ressources fossiles, mais aussi pour lutter contre les changements climatiques et la pollution de l'air. Cependant, les panneaux photovoltaïques présentent un inconvénient majeur lié à la diminution de l'efficacité pendant l'orientation du champ solaire auquel ils sont exposés. Le présent travail propose de caractériser les panneaux photovoltaïques en laboratoire en vue d'optimiser leur rendement. La caractérisation du panneau a permis de mettre en évidence sa dépendance angulaire en termes d'orientation du champ solaire, ainsi que sa dépendance énergétique via des filtres de couleur. Il a été observé que le filtre coloré en jaune de longueur d'onde variant de 565 à 590 nm présente le meilleur rendement. Aussi, l'ombrage

partiel des cellules, ainsi la distance source-panneau provoquent une chute significative de la puissance produite, soulignant la sensibilité des panneaux aux conditions d'éclairage. Les évolutions des profils du rendement et de la puissance du panneau en fonction de la résistance du régulateur de charge ont montré l'importance du choix d'une résistance optimale dans le circuit. L'étude des impacts du réflecteur de lumière a révélé une augmentation significative du rendement du panneau pouvant atteindre, au-delà de 45°, parfois un facteur supérieur à 4 par rapport au rendement sans réflecteur. L'évolution du rendement en fonction de l'angle d'incidence, avec et sans réflecteur, a montré clairement que le réflecteur améliore et stabilise l'efficacité du panneau sur une large plage angulaire.

Une approche intégrée réseaux de Petri – optimisation mathématique pour la planification des chaînes de production industrielles : application dans un atelier du type job shop

Mikaila Harouna Arachi^{1,2*}, Fadaba Danioko^{1,2}, Daouda Camara^{1,2}

¹Centre d'Intelligence Artificielle et de Robotique du Mali, Mali

²Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako, Mali

Résumé: La performance d'un système de production industriel dépend en grande partie de la flexibilité et des contraintes multiples liées à la planification et à l'ordonnancement. Les ateliers de type job shop, caractérisés par la diversité des produits, la variabilité des gammes opératoires et le partage intensif des ressources, constituent un cadre particulièrement complexe où les méthodes classiques de planification montrent rapidement leurs limites. Dans ce contexte, la modélisation formelle devient un levier essentiel pour analyser le comportement dynamique du système et proposer des stratégies d'optimisation pertinentes. Ce travail s'inscrit dans cette problématique et porte sur la modélisation et l'optimisation d'une chaîne de production flexible (type job shop) sous contraintes de planification, en s'appuyant sur les réseaux de Petri comme outil central. Le cas étudié est un atelier job shop composé de cinq machines (tournage, fraisage, perçage, rectification et assemblage) et de trois produits, chacun suivant une gamme opératoire spécifique. La particularité du système réside dans l'opération finale d'assemblage, réalisable uniquement lorsque l'ensemble des produits est disponible, introduisant ainsi une contrainte forte de synchronisation.

Les réseaux de Petri ont été retenus en raison de leur aptitude à représenter simultanément les phénomènes de concurrence, de partage de ressources, de synchronisation et de conflits d'occurrence. La méthodologie adoptée repose sur l'identification des ressources et des flux, la définition des places et transitions, l'affectation d'un marquage initial et l'analyse du comportement dynamique du réseau. Cette modélisation permet de mettre en évidence les conflits d'accès aux machines, les priorités de traitement, les délais d'attente ainsi que les mécanismes de coordination nécessaires au bon fonctionnement de l'atelier. Au-delà de l'aspect descriptif, sont présentés les résultats issus de l'application du modèle mathématique d'ordonnancement, formulé à l'aide d'une programmation linéaire en nombres entiers mixtes (MILP). Plusieurs indicateurs de performance sont évalués : le makespan, le respect des échéances, le temps moyen de passage dans le système, l'utilisation des ressources, ainsi que des critères industriels tels que le coût machine, le risque opérationnel et la non-qualité. L'approche multi-objectifs adoptée, basée sur une somme pondérée des critères, permet d'identifier des compromis cohérents avec les priorités industrielles du job shop. Ainsi, ces résultats confirment la pertinence de l'utilisation conjointe des réseaux de Petri et de l'optimisation mathématique pour l'analyse et l'amélioration des systèmes job shop complexes, et constituent une base solide pour le développement de modèles plus avancés intégrant l'incertitude, les temps variables.

Transition énergétique et climat : modélisation de microgrids intelligents pour les zones rurales sahéliennes

Moubarak Adamou Ibrahim, Zeïnabou Nouhou Bako, Moussa Ibrahim Souley

Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi, Niger

Résumé: Cet article de vulgarisation scientifique présente le potentiel des micro-réseaux intelligents alimentés par des énergies renouvelables pour améliorer la résilience énergétique des zones rurales sahéniennes face aux effets du changement climatique. Dans le contexte du Niger, marqué par une faible électrification rurale et une forte vulnérabilité climatique, l'étude propose une modélisation conceptuelle associant production photovoltaïque, stockage par batteries et gestion intelligente de l'énergie.

À partir d'une analyse documentaire et de données climatiques disponibles, l'article décrit le fonctionnement de ces systèmes, leurs avantages pour l'accès à l'électricité et les principaux défis liés à leur déploiement. Il met en évidence leur contribution potentielle à la transition énergétique, à la sécurité énergétique locale et à l'adaptation au changement climatique dans les zones rurales.

Caractérisation mécanique des bétons à base de gravier latéritique et du sable fin de rivière de certaines localités du Mali cas de la région de Kayes

Oumar Abibou and Bamba Coulibaly

Ecole Nationale d'Ingénieurs Abderhamane Baba Touré, Bamako, Mali

Abstract: Mechanical properties of concretes based on lateritic gravel and fine river sand for certain localities in Mali Case of Kayes region. The expansion of hard structures (reinforced concrete) throughout Mali has accentuated the use of local building materials, including natural lateritic gravel of pickup and fine sand. Therefore, arises the problem of finding the necessary information on these local building materials. And it was to find an answer to this problem that this study was carried out; and which enabled us to determine: the physical and mechanical characteristics of the concrete made of local building materials; To obtain the correct composition of the concretes based on these materials, and to deduce the optimum dosages for projected stresses. All this information is necessary for the users who are the consulting firms, in the framework of the elaboration of the technical prescriptions (CPTP and specifications); And contractors, to properly estimate the cost of concretes, and make appropriate arrangements, which guarantee the quality of reinforced concrete structures made of local building materials. Eight test tubes were made and marked with their date of manufacture for each site and then placed in water tanks for a period of (7) and (28) days, in accordance with standards. In the seventh and twenty-eighth day, three cylindrical specimens were crushed by simple compression, and a cylindrical specimen crushed to traction, (Brazilian splitting test), this allowed us to have the results at the compression of the specimens at (7) and at (28) days of age, and tensile strength at (7) and (28) days of age. The results of compression tests on concrete cylindrical specimens yielded an average stress of 13.50 MPa at 7 days and 19.00 MPa at 28 days under laboratory conditions (hand mixing, no vibration and no special precautions) All of which allowed us to develop a database for the region of Kayes, the information gathered for these sites allows us to answer the questions asked, and to improve the quality of the concretes in the locality, by the sorting of the aggregates, Their washing, and the use of cement mixer and vibrator.

Étude de faisabilité d'un système de pompage d'eau

Assan Kantama Moussa, Ibrahim Souley Moussa, Nouhou Bako zeinabou

Département de physique, Université Dan Dicko Dan Kolodo de Maradi Niger

Résumé: Le faible accès à l'eau aggrave l'insalubrité, en particulier dans les zones rurales où les points d'eau traditionnels (puits, marigots, rivières), ne permettent plus de faire face aux besoins croissants en eau des habitants. Ainsi l'accès et l'approvisionnement en eau en milieu rural est une priorité politique dans de nombreux pays. La disponibilité de sources d'énergies renouvelables, et la position géographique de certains pays comme le Niger par exemple peut rendre l'application du pompage d'eau une solution locale très attrayante à répondre à un problème de quantité et/ou de qualité d'eau. Le travail que nous présentons a fait l'objet d'une étude de faisabilité d'un système de pompage d'eau pour un approvisionnement en eau potable en sites isolés dans une région sahénienne (Niger), précisément dans une localité rurale (Gafati). Il s'inscrit dans l'optique de contribuer à l'amélioration des conditions d'accès à l'eau potable des populations de cette localité. Pour répondre aux besoins en eau de cette population (7065 habitants), un système multi-source est considéré, il

comprend des éoliennes (3 aérogénérateurs) et des modules photovoltaïques (18 modules photovoltaïques polycristallin) comme principaux générateurs d'énergie, une pompe hydraulique et un réservoir pour le stockage de l'eau (70m3 de capacité). L'étude nous a conduits à l'élaboration d'un outil (formulaire) de dimensionnement d'un système de pompage d'eau, s'appuyant sur le nombre d'habitants, la base de données des motopompes, des modules solaires et les données météorologiques.

High performance BOTDA sensor based-on double-peak BGS fitting method

Sanogo Diakaridia¹, Tangara Hamidou¹ and Yongkang Dong²

¹École Nationale d'Ingénieurs Abderhamane Baba Touré, Bamako, Mali

²National Key Laboratory of Science and Technology on Tunable Laser, Harbin Institute of Technology, Harbin, China

Abstract: A new technique employing a 50 cm spatial resolution differential pulse pair Brillouin Optical Time Domain Analysis (DPP-BOTDA) sensor based on double-peak Brillouin Peak Spectrum (BGS) is presented. We detected 50, 20, 10 and 5 cm perturbation sections respectively, at the far end of 24 km single mode fiber (SMF) with a frequency resolution of 0.54 MHz while employing a sampling rate of only 1 GS/s corresponding to 10 cm/point. Two types of SMF with 116 MHz Brillouin frequency shift (BFS) difference are used.

Preparation of lignin-derived hard carbon and its performance as anode material for sodium-ion batteries

Ismaila El Moctar¹, Shijun Li¹, Mahamadou Seydou² and Moussa Diawara³

¹Northeast forestry university

²University de Paris Cité ITODYS

³Université des Sciences des Techniques et des Technologies de Bamako (USTTB), Bamako, Mali

Abstract: Hard carbon (HC) is widely recognized as a leading anode material for sodium-ion batteries (SIBs) due to its high reversible specific capacity and abundant precursor sources. However, traditional synthesis of hard carbon anodes typically relies on acid or alkali treatment, which causes severe environmental pollution and high waste liquid treatment costs. Thus, developing a low-cost and eco-friendly strategy for hard carbon modification is of great significance for SIBs' practical application. In this work, an innovative dual biomass-derived approach was proposed, which leverages the sulfur/oxygen functional groups of sodium lignosulfonate (LS) and the structural regulation ability of furfural to fabricate high-performance hard carbon with tunable microstructure for enhanced Na⁺ storage. The as-prepared sodium lignosulfonate-furfural-based hard carbon (LSFHC) anode exhibits remarkable electrochemical performance. The LSFHC electrode exhibited an initial specific discharge capacity of 372.23 mAhg⁻¹, higher than that of the commercial hard carbon (330 mAhg⁻¹), and a moderate initial coulombic efficiency of 76.62%. Tested at 800 mAg⁻¹, the electrode showed a discharge capacity retention of 121.17 mAhg⁻¹ after 1000 cycles and commendable rate performance. Used as an anode in the LSFHC-1400//NVP full cell, the electrode demonstrated exceptional cycling stability. The synergistic effect of sulfur/oxygen functional groups from sodium lignosulfonate and pore structure regulation by furfural enables LSFHC-1400 (carbonized at 1400°C) to achieve superior performance. This work introduces a universal and eco-friendly approach for processing biomass resources to synthesize high-performance hard carbon anode materials.

Modélisation de la courbe de tarage de la station hydrométrique de Mopti pour la reconstitution des données manquantes

Hamidou DIAWARA^{1,2}

¹Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako, Bamako, Mali

²ARGRHYMET CCR-AOS, Niamey, Niger

Résumé: La courbe de tarage est un outil essentiel en hydrométrie classique, permettant d'évaluer les débits journaliers à partir des niveaux d'eau mesurés quotidiennement. Cependant, les anciennes courbes de tarage sont souvent construites manuellement à partir d'un nuage de points débit-hauteur. Ces courbes continuent d'être utilisées pour certaines stations hydrométriques au Mali, mais l'estimation du débit reste une tâche laborieuse et sujette à des incertitudes, surtout lors de l'estimation des débits de crue, en raison des difficultés d'extrapolation. Souvent, ces courbes ne peuvent être approchées par une seule équation univoque. À l'ère du numérique, l'établissement de ces courbes sous forme d'équations analytiques ($Q = f(H)$) rendra cette tâche beaucoup plus rapide et précise. L'objectif de cette étude est de développer un système d'équations analytiques pour la courbe de tarage de la station hydrométrique de Mopti, située sur le fleuve Niger. Pour cela, les données de débits et de hauteurs d'eau journalières, collectées sur différentes saisons, seront utilisées. La méthodologie consistera à séquencer une partie des données en fonction de l'homogénéité des nuages de points afin d'obtenir les équations analytiques adaptées, en utilisant la méthode des moindres carrés. Le critère de validation du séquençage optimal sera le taux de conformité entre les données estimées via les équations élaborées et les données observées non utilisées dans la modélisation. Le résultat attendu de cette étude est l'établissement d'un système d'équations analytiques simples reliant le débit à la hauteur d'eau, ainsi que la reconstitution des débits ou des hauteurs d'eau journalières manquantes à la station hydrométrique de Mopti. Ce système d'équations pourra être intégré dans un logiciel pour automatiser l'estimation des débits journaliers en continu.

Caractérisation mécanique des bétons à base de gravier latéritique et du sable fin de rivière de certaines localités du Mali : Cas de la région de Kayes

Oumar Abibou and Bamba Coulibaly

Ecole Nationale d'Ingénieurs Abderhamane baba Touré, Bamako, Mali

Abstract: Mechanical properties of concretes based on lateritic gravel and fine river sand for certain localities in Mali Case of Kayes region. The expansion of hard structures (reinforced concrete) throughout Mali has accentuated the use of local building materials, including natural lateritic gravel of pickup and fine sand. Therefore, arises the problem of finding the necessary information on these local building materials. And it was to find an answer to this problem that this study was carried out; and which enabled us to determine: the physical and mechanical characteristics of the concrete made of local building materials; To obtain the correct composition of the concretes based on these materials, and to deduce the optimum dosages for projected stresses. All this information is necessary for the users who are the consulting firms, in the framework of the elaboration of the technical prescriptions (CPTP and specifications); And contractors, to properly estimate the cost of concretes, and make appropriate arrangements, which guarantee the quality of reinforced concrete structures made of local building materials. Eight test tubes were made and marked with their date of manufacture for each site and then placed in water tanks for a period of (7) and (28) days, in accordance with standards. In the seventh and twenty-eighth day, three cylindrical specimens were crushed by simple compression, and a cylindrical specimen crushed to traction, (Brazilian splitting test), this allowed us to have the results at the compression of the specimens at (7) and at (28) days of age, and tensile strength at (7) and (28) days of age. The results of compression tests on concrete cylindrical specimens yielded an average stress of 13.50 MPa at 7 days and 19.00 MPa at 28 days under laboratory conditions (hand mixing, no vibration and no special precautions) All of which allowed us to develop a database for the region of Kayes, the information gathered for these sites allows us to answer the questions asked, and to improve the quality of the concretes in the locality, by the sorting of the aggregates, Their washing, and the use of cement mixer and vibrator.

Étude du développement et de la comparaison des méthodes d'analyses et d'évaluation de la qualité des eaux

Sali Diakité^{1,2}, Diabélou Sissoko², Lamine Ousmane Sangaré¹

¹Department of Biomedical, Chemical and Environmental Engineering' École Nationale d'Ingénieurs Abderhamane Baba Touré, Bamako, Mali

²Service d'Expertise en Environnement, Bamako, Mali

Résumé: La dégradation progressive des ressources en eau constitue un enjeu environnemental majeur, particulièrement dans les zones urbaines sahéniennes soumises à de fortes pressions anthropiques. Cette étude vise à développer et comparer différentes méthodes d'analyse et d'évaluation de la qualité des eaux de surface, appliquées au fleuve Niger dans la zone de Kabala à Bamako (Mali). Les données utilisées proviennent du Laboratoire National des Eaux et couvrent la période 2016 – 2020, avec seize paramètres physico-chimiques, dont le pH, la conductivité, la turbidité, l'oxygène dissous, les nutriments, les métaux lourds et les indicateurs de pollution organique. Les performances de deux indices classiques, l'Indice de Qualité des Eaux du CCME et l'Indice de Horton, ont été comparées à celles de deux nouveaux indices développés dans cette étude : le SQE-TE et le SQE-E. Les résultats montrent que les indices classiques classent globalement les eaux étudiées comme de mauvaise qualité, voire non potables. Le SQE-TE met en évidence une qualité très mauvaise, ce qui traduit une forte sensibilité aux écarts de conformité et à l'intensité de la pollution. En revanche, le SQE-E présente des classifications variables, allant de bonnes à excellentes, voire de très mauvaises, révélant une sensibilité accrue à l'état environnemental et une possible sous-estimation de la pollution dans certains contextes.

L'analyse comparative indique que le SQE-TE offre les résultats les plus cohérents, sensibles et représentatifs de l'état réel des milieux aquatiques étudiés, en intégrant simultanément la conformité aux normes et la part de pollution. L'IQE-Horton présente une robustesse acceptable, mais une sensibilité variable, tandis que l'IQE-CCME, bien que scientifiquement fiable, présente des limites d'applicabilité dans les contextes locaux à ressources limitées. Le SQE-TE apparaît ainsi comme l'approche la plus pertinente et la mieux adaptée aux contextes sahéniens et africains, constituant une contribution scientifique significative au développement d'outils locaux d'aide à la décision pour la gestion durable de la qualité des eaux.

Proposition d'une stratégie basée sur la logique floue pour l'optimisation de la commande à flux orienté rotorique des variateurs de vitesse

Bruno D. Kye¹, Idéal O. Libouga¹, Pascal L. Mpomboum² and J. Song-Manguelle²

¹Département de Génie Électrique et Systèmes Intelligents, École Nationale Supérieure Polytechnique, Université de Douala

²Département de Génie Électrique et Génie Informatique, Université du Québec à Trois-Rivières

Résumé: La commande à flux orienté rotorique est l'une des méthodes de commande les plus répandues des machines à induction car elle permet de contrôler indépendamment le flux et le couple en même temps qu'elle offre de bonnes performances. Elle fait néanmoins face aux incertitudes des paramètres dont dépendent ses régulateurs. Les avancées dans le domaine de l'intelligence artificielle (IA) et les performances observées dans diverses applications font de l'IA une opportunité d'améliorer les commandes classiques des moteurs. Cet article propose une stratégie hybride basée sur la logique floue (commande hybride floue) pour l'optimisation de la commande à flux orienté rotorique (FOC), elle se sert précisément d'un contrôleur flou de la fréquence de glissement intégré à l'algorithme FOC pour s'assurer du découplage entre les grandeurs statoriques et rotoriques. Les deux commandes sont implémentées dans l'environnement MATLAB/Simulink, le moteur alimenté par un onduleur 2 niveaux et par suite par un onduleur 5 niveaux de type NPC (Neural Point Clamped). Une étude comparative des performances dynamiques dans le domaine temporel et fréquentiel ainsi que des performances énergétiques est menée. Les résultats montrent que la commande hybride floue améliore la dynamique du courant et de la tension au stator du moteur, qu'elle possède une bonne dynamique de la vitesse même si elle rencontre des limites quant aux grandes variations de vitesse. L'analyse spectrale a quant à elle démontré un meilleur THD des signaux électriques et enfin l'analyse énergétique montre que la méthode proposée absorbe moins de courant que la méthode classique.

Optimisation de la gestion de puissance dans les convertisseurs multiniveaux pour application des véhicules électriques

Jean L. A. Tang¹, Ideal O. Libouga¹, Pascal L. Mpomboum² and J. Song-Manguelle²
¹Département de Génie Électrique et Systèmes Intelligents, École Nationale Supérieure
 Polytechnique, Université de Douala

²Département de Génie Électrique et Génie Informatique, Université du Québec à Trois-Rivières

Résumé: Cet article propose une nouvelle stratégie de modulation PWM (MA-PWM/AM-PWM) pour optimiser le partage de puissance dans les onduleurs multiniveaux à ponts en H destinés aux véhicules électriques. Partant du constat que les méthodes classiques (PD-PWM, PS-PWM, CR-PWM) génèrent des décharges déséquilibrées des batteries ou des pertes élevées, nous avons développé une structure hybride combinant deux modulateurs et un algorithme de sélection du modulateur. Le modulateur 1 est sélectionné en cas d'égalité des SOC et le modulateur 2 en cas d'inégalité. Lorsque le modulateur 2 est sélectionné, un décodage global s'adaptant aux états de charge (SOC) est effectué. Les résultats de simulation démontrent que notre méthode assure une décharge équilibrée et orientée des batteries, réduit les pertes globales (conduction et commutation), et améliore ainsi l'autonomie et la durabilité du système, répondant aux enjeux des zones à faible infrastructure de recharge.

Commande d'un moteur asynchrone alimenté par convertisseur multiniveau utilisant les méthodes d'intelligence artificielle

T. Hand-Nkoma¹, I. O. Libouga², P. M. Lingom³, J. Song-Manguelle³

¹Département de Génie Électrique, École Supérieure d'Ingénieurs d'Afrique Centrale, Université de Douala, Douala, Cameroun

²Département de Génie Électrique & Systèmes Intelligents, École Nationale Supérieure Polytechnique de Douala, Université de Douala, Douala, Cameroun

³Département de Génie Électrique & Génie Informatique, Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières, Canada

Résumé: Cet article présente l'apport des stratifiés de contrôle par intelligence artificielle dans la commande d'un onduleur multiniveau alimentant un moteur asynchrone. Nous y proposons un remplacement des contrôleurs classiques (PI, PID) par des contrôleurs intelligents (PSO, RNA) pour pallier les limites de ces premiers dans les systèmes d'entraînement à vitesse variable, afin d'améliorer les performances du système, en réduisant le taux d'ondulation harmonique, l'erreur en régime permanent, le dépassement lors du suivi de la vitesse de référence et les oscillations du couple mécanique. Prouvant ainsi l'efficacité de l'intelligence artificielle dans les systèmes électriques d'entraînement à vitesse variables.

Influence du trempage prolongé à la lumière et à la chaleur sur la perte de tension de circuit ouvert dans les cellules solaires CIGS traitées au KF/NaF

Hamidou TANGARA^{1,2}, Diakaridia SANOGO¹

¹École Nationale d'Ingénieurs Abderhamane Baba Touré

²University of Tsukuba, Ibaraki, Japon

Résumé: Nous avons étudié l'impact du trempage prolongé à la lumière et à la chaleur (HLS) sur la perte de tension de circuit ouvert (VOC) en Cu (In, Ga) Se₂ (CIGS) avec le traitement post-dépôt (PDT) de KF et NaF. Nous avons montré que le HLS a réduit la perte totale de la VOC tout en augmentant la perte de la VOC due à la recombinaison non radiative dans la masse. Nous avons démontré qu'une combinaison de HLS et de KF/NaF-PDT peut conduire à des cellules CIGS à haut rendement (22 %).

Preliminary results on the design of affordable upper-limb prosthetic sockets

Aggrey Omondi Onyuna¹, Sounkalo Dembélé², Jean Bosco Byiringiro³

¹Université Marie et Louis Pasteur, Besançon, France

²Université Marie et Louis Pasteur, SUPMICROTECH, CNRS, Institut FEMTO-ST, Besançon, France

³Dedan Kimathi University of Technology, Dedan Kimathi, Nyeri, Kenya

Abstract: Three-dimensional (3D) reconstruction is a crucial aspect of computer vision, enabling the digital representation of real-world objects and scenes. Traditional feature-based Structure-from-Motion (SfM) and Multi-View Stereo (MVS), notably COLMAP, pipelines often struggle when reconstructing surfaces with low contrast and texture, such as dark skin, leading to incomplete or inaccurate 3D models. This study evaluates the effectiveness of deep-learning based feature extractors, implemented in DIM (Deep-Image-Matching toolbox), in enhancing 3D reconstruction accuracy of dark-skinned upper limbs using smartphone videos.

By integrating learned features into the SfM-MVS pipeline, we aimed to improve the reliability of surface capture for prosthetic socket design. Quantitative mesh comparisons against high-accuracy scanner data showed that deep learning approaches significantly reduced RMS deviation, with some combinations improving reconstruction accuracy by over 40% compared to SIFT. These findings highlight the potential of accessible, high-precision photogrammetric tools in medical and assistive technology applications, especially in resource-limited settings.

Conception et évaluation des performances d'un régulateur solaire MPPT implémenté sur une puce électronique à faible coût

Bakou Traoré, Fakala Samaké and Drissa Traoré

École Normale d'Enseignement Technique et Professionnel, Mali

Résumé: L'optimisation d'un système solaire photovoltaïque passe nécessairement par l'utilisation de la technologie des régulateurs MPPT. Outre la fonction de protection, le régulateur MPPT assure la poursuite du point de puissance maximale (MPPT), permettant ainsi au générateur photovoltaïque de délivrer sa puissance maximale quel que soit la variation des conditions climatiques. Sur le marché local, le prix de ce type de régulateurs constitue un obstacle à leur large adoption dans les installations solaires domestiques, alors même qu'ils peuvent améliorer l'efficacité globale du système de façon substantielle. Cet article présente la conception et la réalisation d'un régulateur solaire MPPT à l'aide de composants électroniques pouvant permettre de réduire son coût. L'algorithme « Perturb and Observe » a été adapté et implémenté sur un microcontrôleur d'usage populaire pour piloter un convertisseur électronique de puissance de type Buck. Les résultats de tests expérimentaux et une évaluation des performances du régulateur réalisé ont été présentés et discutés.

Apport de l'intelligence artificielle dans la géophysique pour une optimisation de l'exploration géologique

Sawe A. Kamaté¹, Mamadou Yossi^{1,2}, Ibrahim M. Coulibaly¹ and Mahamadou Diallo¹

¹Département de Géologie, École Nationale d'Ingénieurs, Bamako, Mali

²Sagax Afrique Géophysique SA, Bamako, Mali

Résumé: La géophysique est l'étude des caractéristiques physiques de la Terre, utilisant des méthodes de mesure indirectes pour analyser la structure du sous-sol. Elle est utilisée dans l'exploration minière pour les investigations de grande profondeur. En complément des données géologiques et géochimiques, la géophysique permet d'identifier les anomalies physiques, de cartographier les structures favorables à la minéralisation et d'optimiser les campagnes de forage. Elle joue un rôle stratégique dans la détection et la caractérisation des gisements miniers avant la poursuite des travaux d'exploration, contribuant à minimiser les risques techniques, les pertes financières et surtout les impacts environnementaux. A ce jour, L'industrie minière est confrontée à une demande mondiale croissante en ressources minérales, ce qui donne un élan à l'exploration minière alors même que les gisements superficiels facilement exploitables tendent à s'épuiser. Cette situation pousse les acteurs du secteur minier à explorer des cibles plus profondes, souvent dissimulées sous des couvertures épaisses et dans des contextes géologiques complexes. Dans ce contexte, la géophysique s'est imposée comme un outil essentiel de l'exploration minière moderne non invasive, efficace et économiquement rentable, capable d'imager le sous-sol en profondeur.

Grâce à ses diverses méthodes qui évolue constamment et s'adapte à tout type de terrain, plusieurs projets miniers ont vu le jour et connue le plein succès. Par ailleurs, l'évolution technologique récente, marquée par l'avènement de l'intelligence artificielle, a profondément transformé les méthodes géophysiques. Offrant les possibilités de nouvelles possibilités de traitements de grands volumes de données permettant une interprétation plus rapide et fiable avec amélioration considérable de l'imagerie sol, surtout la modélisation 3D et 4D des formations. Contribuant ainsi à une meilleure compréhension des environnements minéralisés. Ce travail examine de manière exhaustive l'application des méthodes géophysiques avec l'implication de l'intelligence artificielle au niveau des logiciels surtout dans les traitements de données cas du Mali Ouest. Il mettra en lumière son apport stratégique dans la détection et la caractérisation des structures et roches qui sont susceptible d'englober des gisements potentiel au cours des phases de prospections des mines du Mali. Les résultats de cette étude géophysique avec l'utilisation de l'intelligence artificiel a permis de mieux présenter les structures et domaine géologiques. Ces structures et domaines géologiques sont les sources principales des minéralisations pour une exploitation rentable des ressources surtout en profondeur, à plus de 2 km. Ces outils montrent le comportement pétrographique et structurales du sous-sol à ces profondeurs.

Un aperçu de l'usage de l'internet des objets (IoT) dans le secteur agricole au Mali

Massaran Sekou DIARRA¹, Daouda Traoré¹, Solemane Coulibaly², Eugène Pamba Capo-Chichi³

¹Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako, Mali

²Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako, Mali

³Autorité de Régulation des Communications Électroniques et des Postes, Gabon

Résumé: Un écosystème numérique agricole est en phase d'émergence au Mali, incluant des services numériques tels que les plateformes d'information, les solutions SMS/USSD, la cartographie agricole et des projets pilotes d'agriculture de précision. Parmi ces technologies, l'Internet des objets (IoT) apparaît comme une solution prometteuse pour améliorer la productivité agricole, optimiser la gestion de l'eau et renforcer la résilience climatique. Les applications de l'IoT concernent notamment l'irrigation intelligente, les stations agrométéorologiques connectées, le suivi des cultures et de l'élevage, ainsi que les plateformes de visualisation et d'aide à la décision.

Toutefois, malgré son potentiel, l'adoption de l'IoT dans l'agriculture malienne demeure limitée en raison de contraintes majeures liées aux infrastructures, à la formation des acteurs et au coût des équipements, en particulier des capteurs. Cet article propose un aperçu de l'usage de l'IoT dans le secteur agricole au Mali, en mettant en évidence les applications existantes, les opportunités offertes et les principaux défis à relever pour une adoption à grande échelle.

Études comparatives des filtres de couplage et des stratégies de commande des filtres actifs pour l'amélioration de la qualité d'énergie des réseaux électriques

Maliki Guindo, Niaka Sissoko, Alhabib Binkou and Mahamadou N. Diarra

Ecole Nationale d'Ingénieurs Abderhamane Baba Touré, Mali

Résumé: Ces dernières années, la tendance à connecter au réseau électrique, des charges et des Productions Décentralisées (PD) d'énergie, à travers les convertisseurs d'électronique de puissance, a augmenté de façon exponentielle. Les charges non linéaires et les PD à base de convertisseurs électroniques, constituent des sources d'harmoniques qui affectent sérieusement la qualité d'énergie des réseaux électriques, donc leurs performances. Le Filtrage Actif Parallèle s'avère être le meilleur moyen pour la réduction de la pollution harmonique. Cependant l'efficacité de cette solution est dépendante du type et de la configuration du filtre passif de couplage utilisé, et de la précision de la stratégie de commande appliquée à l'onduleur. Dans cet article, une étude comparative des performances des différentes configurations de filtres passifs d'ordres 2 (LC) et 3 (LCL), dans la réduction du taux de distorsion harmonique (THD) est d'abord effectuée. Puis, les performances d'un

Filtre Actif Parallèle (FAP), muni d'un filtre LCL en triangle, pour le filtrage des courants d'une charge non linéaire, constituée d'un Pont de Graets alimentant une charge LRC (R//C en série avec L), ont été analysées en lui appliquant trois stratégies de commande, à savoir, l' Identification des courants harmoniques de référence par la méthode des Puissances Instantanées Réelles et Imaginaires (PIRI) et commande de l'onduleur par hystérésis (PIRI+Hystérésis) ; l' Identification des courants harmoniques de référence dans le référentiel synchrone dq et commande de l'onduleur par hystérésis (dq+Hystérésis) ; l'Identification des courants harmoniques de référence dans le référentiel synchrone dq et commande de l'onduleur par MLI, à travers une régulation des courants du FAP par une combinaison de correcteurs PI et de Compensateurs d'Harmoniques (PI+CH) . Toutes les études ont été effectuées par simulations dans l'environnement Matlab/Simulink, en utilisant uniquement les blocks de base de Simulink. Les résultats obtenus montrent que la stratégie (dq+Hystérésis) est plus rapide et plus précise que la commande (PIRI+Hystérésis) et que la stratégie (PI+CH) offre de meilleures performances de filtrage, comparée à la stratégie de commande (dq+Hystérésis). Pour la charge non linéaire R, elle filtre le THD du courant de la source à 1,43% (la norme IEEE (519-1992), exige un THD de 5% pour une amplitude de courant de 0 à 20A), alors que pour la même charge, la stratégie (dq+Hystérésis) n'a pu ramener ce THD qu'à 33,26%.

Graph theory and backward/forward sweep based three phase unbalanced power flow tool for weakly meshed active distribution systems analysis

Maliki Guindo^{1*}, Afetou Traoré², Alhabib Binkou¹, Sianwa Coulibaly¹, Djénébou Sanogo¹

¹Ecole Nationale d'Ingénieurs Abderhamane Baba Touré, Mali

²Ecole Normale d'Enseignement Technique et Professionnel, Mali

Abstract: Real-time operation, analysis and control of Active Distribution Systems (ADSs) mainly rely on accurate power flow (PF) results. This paper presents a MATLAB-based Power Flow analysis tool for weakly meshed Active Distribution Systems (WMADSs), called “ADSFlow”, which implements Backward-Forward Sweep (BFS) method, and an On Load Tap Changing transformer (OLTC) π model-based technique to find the tap positions of step voltage regulators. The meshed network Radialization, breakpoints impedance, and PV Nodes sensitivity matrices formulation are all made using graph theory. Architecture, mathematical modeling and the tap changing algorithm are described in details. This tool is developed for basic research and takes advantage of Matlab's inherent multidimensional arrays, vectorized calculations and complex arithmetic. ADSFlow can solve single-phase, balanced, and unbalanced poly-phase power flow analyses. Distributed generation (DG), any combination of different connections and types of loads including constant power, constant current and constant impedance, can be modeled at a given bus. Voltage regulators are modeled by three phase tap changing transformer and its line drop compensator circuit settings, where taps on individual phases can be adjusted independently to satisfy the desired voltage correction along the feeder. ADSFlow allows easy integration with any DG model and optimization algorithms for solving optimal settings of equipment on distribution feeder (such as voltage regulator and shunt capacitor banks). To test the accuracy of the developed tool, the power flow results for radial distribution system have been compared with those of the IEEE 34 test feeder Distribution Subcommittee and other papers. Additional new cases, with two load scenarios, meshed network configuration, and different DG penetration levels, from 20% to 150%, are presented, to demonstrate the performance of the developed tool in the simulation and analysis of various steady state effects of integrating Distributed Generation (DG) into typical distribution networks.

Object pose estimation from a single camera and deep learning for robotic bin picking

Samah Ranjous^{1,4}, Puspita Barua^{1,4}, Sounkalo Dembélé^{1,2,3,4}

¹Université Marie et Louis Pasteur, 25000 Besançon, France

²SUPMICROTECH, 25000 Besançon, France

³CNRS, France

⁴Institut FEMTO-ST, 25000 Besançon, France

Abstract: Robotic bin picking is a critical task in flexible automation that relies on accurate 6D pose estimation (position and orientation) of objects from disordered piles. This paper presents a lightweight, real-time vision pipeline that addresses this problem. Distinct from complex industrial solutions that rely on expensive depth sensors or multi-camera arrays, our approach utilizes a single, medium-quality RGB camera. The methodology adopts a hybrid approach: YOLOv8n model is employed for robust instance segmentation in combination with MiDaS, model for monocular depth estimation, and geometric contour analysis. Then, the mapping of these data from the camera frame to the robotic arm's frame will allow closed-loop picking of every targeted object of any pile. Unlike heavy state-of-the-art models requiring high-end GPUs, our proposed system achieves real-time performance (up to 4.5 FPS) on standard hardware (laptop). This efficiency demonstrates the pipeline's suitability for deployment on resource-constrained edge devices.

Diagnostic des causes probables d'effondrement des bâtiments à Bamako et environs

Bamba Coulibaly¹, Youssouf Berthé¹, Oumar Abibou¹ and Souleymane Dambe²

¹Ecole Nationale d'Ingénieurs Abderhamane Baba Touré, Bamako, Mali

²Faculté des Sciences et Techniques, Bamako, Mali

Abstract: In the context of the rapid urbanization of Bamako and its surroundings, the recurring collapse of buildings raises concerns about the quality of the built environment and construction practices. While several structures are built according to standards, a significant proportion suffers from technical shortcomings: inappropriate materials (steel, cement), lack of soil studies, or construction carried out without qualified supervision. These weaknesses worsened by uncontrolled modifications such as added floors or reduced structural elements- compromise the stability of buildings, especially in high-density areas. This phenomenon is also linked to institutional failures. Technical inspections are often absent or ineffective, and building permits are granted with little scrutiny. Some developers bypass regulations, fueling an informal construction sector. These collapses are thus not merely isolated technical errors, but the result of a systemic imbalance that calls for enhanced professional skills, stronger inspections, and greater accountability from all Stakeholders.

Procédés de transformation du verre en sable pour une économie circulaire en génie civil

Bamba Coulibaly¹, Oumar Abibou¹, Youssouf Berthé¹, Souleymane Dambe²

¹Ecole Nationale d'Ingénieurs Abderhamane Baba Touré, Bamako, Mali

²Faculté des Sciences et Techniques, Bamako, Mali

Abstract: The transformation of waste glass into recycled sand enables the integration of an abundant waste material into civil engineering, reducing dependence on natural sand and limiting landfill disposal. Collected glass is crushed, cleaned, and sieved to produce fine aggregates that meet the requirements of sands used in concrete and other construction materials [1]. The use of recycled glass sand as a partial replacement for natural sand in concrete can maintain acceptable mechanical performance and contribute to a reduction in the environmental footprint of construction materials [2]. International technical specifications have been developed to define quality criteria for recycled glass sand, including cleanliness, particle size distribution, and geotechnical properties, particularly for applications in concrete, road layers, and infrastructure works [3]. These processes support a circular economy approach by transforming a non-biodegradable waste into a valuable construction resource.

Élaboration d'un nouveau ciment à base d'argile crue de Tiagadougou Dialakoro dans la région de Bougouni au Mali et de la gomme arabique

Bamba Coulibaly¹, Souleymane Dambe², Oumar Abibou¹ and Youssouf Berthé¹

¹Ecole Nationale d'Ingénieur Abderhamane Baba Touré, Bamako - Mali

²Faculté des Sciences et Techniques, Bamako-Mali

Résumé: Les liants assurent la cohésion des matériaux de construction. Face aux impacts environnementaux du ciment, fortement émetteur de CO₂, l'intérêt se porte vers des liants écologiques, locaux et à faible empreinte carbone.

L'argile de Dialakoro, abondante et plastique, est un matériau adapté à la fabrication de briques de terre comprimée (BTC). Sa granulométrie fine et sa cohésion naturelle en font un bon candidat pour les constructions en terre.

La gomme arabique, extraite de l'Acacia senegal, est un polymère naturel aux propriétés stabilisantes. Hydrophile et biodégradable, elle améliore notablement la résistance mécanique des matériaux en terre, tout en réduisant leur sensibilité à l'humidité.

L'association argile-gomme arabique donne un liant écologique performant, sans cuisson, avec une très faible énergie grise. Les essais ont montré une résistance à la compression pouvant atteindre 30 MPa, illustrant un excellent potentiel pour les constructions durables.

Ce liant innovant valorise les ressources locales, limite l'empreinte carbone et constitue une solution adaptée aux zones rurales à faibles moyens techniques. Il représente une avancée concrète vers des matériaux de construction durables, accessibles et respectueux de l'environnement.

Comparaison des performances des régulateurs PI classique et PI flou appliqués à un moteur synchrone à aimant permanent pour les véhicules électriques

S. Matig¹, I. O. Libouga^{1*}, P. M. Lingom², J. Song-Manguelle²

¹École Nationale Supérieure Polytechnique de Douala, Université de Douala, Douala, Cameroun

²Département de Génie Electrique & Génie Informatique, Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières, Canada

Résumé: Aujourd'hui, les véhicules électriques dominent le secteur des transports : métros, bus et voitures sont tous électriques, au point que les véhicules à moteur thermique sont relégués au second plan. Ce phénomène est tout à fait normal, car la technologie évolue et les véhicules électriques offrent de nombreux avantages, tels que de faibles émissions de gaz à effet de serre et une réduction de la pollution atmosphérique. Cet article vise à comparer les performances du régulateur PI classique et PI-fuzzy. Nous dimensionnerons les deux types de régulateurs PI classique et PI-fuzzy et passerons au test en simulant sur Matlab avec les blocs de fonction de transfert et comparerons les résultats. Ensuite nous appliquerons sur un modèle réel les régulateurs PI classiques sur un onduleur 7 niveaux. Les simulations seront réalisées à l'aide de Matlab, grâce à des batteries réelles virtuelles comme source d'énergie et un moteur synchrone à aimant permanent réel virtuel comme charge. Nous présenterons et discuterons ensuite des résultats obtenus.

Grid-forming control for solar voltage injection with integrated energy storage

Camir S. Emou¹, Ideal O. Libouga¹, Pascal M. Lingom² and J. Song-Manguelle²

¹Ecole Normale Supérieure d'Enseignement Technique de Douala, Université de Douala, Cameroun

²Université du Québec à Trois Rivières, QC, Canada

Abstract: The growing integration of renewable energies into microgrids requires advanced control strategies to ensure stable and high-quality operation. This paper addresses the problem of solar voltage injection with integrated energy storage, focusing on a 500 kVA system connected through a seven-level H-bridge inverter operating in grid-forming mode. Two regulation strategies are implemented and compared: the classical droop control and the Virtual Synchronous Generator (VSG). Both approaches were modeled and simulated in MATLAB/Simulink. The droop control strategy demonstrated its ability to regulate frequency and voltage while ensuring acceptable power

quality. On the other hand, the VSG approach highlighted the contribution of virtual inertia and damping in enhancing system dynamics, particularly under load variations and disturbances. The comparative analysis shows that combining both strategies provides promising perspectives for microgrid applications, ensuring reliable voltage synchronization and robust dynamic performance. This work thus contributes to the ongoing research on grid-forming inverters by providing a validated simulation framework and highlighting the complementary roles of droop and VSG control for renewable-based microgrids.

Optimisation technico-économique d'un système de production hybride PV-éolienne dans la zone du fleuve

Ibrahim S. Moussa, Nouhou B. Zeïnabou, Assan K. Moussa and Adamou I. Moubarak

Departement de physique, Université Dandicko Dankolodo

Résumé: Cet article présente une méthodologie de dimensionnement et d'optimisation technico-économique d'un système hybride photovoltaïque-éolien avec stockage par batteries, appliquée à l'alimentation électrique de l'amphithéâtre Dandicko Dankolodo de l'Université Abdou Moumouni de Niamey. L'optimisation repose sur la méthode de la probabilité de non-satisfaction de la charge (Deficiency of Power Supply Probability, DPSP), permettant d'identifier la configuration optimale du système sous la contrainte d'une fiabilité énergétique maximale et d'un coût minimal. Les simulations sont réalisées sur une période d'un an à partir de données climatiques locales (irradiation solaire et vitesse du vent). Les résultats montrent que, pour un profil de charge présentant un pic de 30 kW et des vitesses moyennes de vent de l'ordre de 4 m/s, la contribution de l'éolien reste marginale. La configuration optimale correspond principalement à une centrale photovoltaïque avec stockage, garantissant une satisfaction totale de la demande énergétique. La validation des résultats est effectuée par comparaison avec le logiciel HOMER Pro, confirmant la pertinence de la méthode DPSP dans le contexte climatique sahélien.

Grande mosquée de Djenné : historique et caractéristiques géotechniques des matériaux locaux : cas de la rénovation 2025

Moussa Thiam¹, Alpha Dibo¹, Alassane Touré², Souleymane Sidibé¹, Mamoutou Samaké³

¹Ecole Normale d'Enseignement Technique et Professionnel, Mali

²Ecole Nationale d'Ingénieurs Abderhamane Baba Touré, Mali

³Faculté d'Agronomie et de Médecine Animale, Université de Ségou, Mali

Résumé: La grande mosquée de Djenné, chef-d'œuvre de l'architecture en terre crue et patrimoine mondial de l'UNESCO, fait l'objet d'un entretien annuel traditionnel fondé sur l'utilisation de matériaux locaux [1]. Malgré son importance culturelle et technique, peu d'études scientifiques ont porté sur les propriétés géotechniques des sols utilisés pour sa rénovation. Cette étude vise à évaluer les propriétés géotechniques de trois matériaux utilisés lors du crépissage annuel 2025 : (1) un sol argileux naturel prélevé localement à Djenné, (2) un mélange traditionnel enrichi par un sol plus plastique provenant d'un autre site voisin, et (3) ce même mélange soumis à une fermentation avec du son de riz. Des essais de laboratoire ont permis de déterminer leurs caractéristiques physiques et mécaniques, suivis d'une et de classer les sols selon les normes USCS et AASHTO. Des recommandations ont été formulées pour une amélioration moderne, respectueuse des savoirs locaux et des exigences de durabilité. Cette étude s'inscrit ainsi dans une démarche de valorisation du patrimoine bâti en terre, alliant approche scientifique et tradition constructive. Cette recherche contribue à une meilleure valorisation des matériaux locaux dans le contexte du patrimoine architectural sahélien.

Performance characterisation of utility-scale photovoltaic systems operating in semi-arid conditions

Yaya Dembélé^{1,2}, Souleymane Sanogo², Abdoul Latif Bonkaney⁴, Navneet Kumar³, Bernhard Tischbein³, Saïdou Madougou⁴

¹West African Science Service Centre on Climate Change and Adapted Land Use, University Abdou Moumouni, Niamey, Niger

²University of Sciences, Techniques and Technologies of Bamako, Bamako, Mali

³Center for Development Research, University of Bonn, Bonn, Germany

⁴Ecole Normale Supérieure, University Abdou Moumouni, Niamey, Niger

Abstract: This study investigates the performance of a grid-connected photovoltaic (PV) system operating under Mali's Sudano-Sahelian climate to assess the combined influence of temperature, irradiance, and seasonal variations on energy conversion efficiency. Using a full year of monitored data, monthly variations of DC array output, system efficiency, performance ratio (PR), capacity factor (CF), inverter efficiency, and Cell temperature were analysed to evaluate climatic and operational drivers of performance. Results show that both DC and AC energy outputs follow a distinct seasonal pattern, peaking between February and April during dry season and declining between June and August with increased humidity and cloud cover. The PR remained stable between 71-76%, while inverter efficiency exceeded 95%, confirming minimal internal losses and strong operational reliability. The CF ranged from 15-21%, reflecting expected irradiance fluctuations, and a negative thermal coefficient of -0.40% per °C was observed between cell temperature and output efficiency. Overall, the system demonstrates reliable and predictable operation, strong thermal resilience, and effective adaptation to the region's high-temperature environment. These findings confirm the technical adequacy of the installation and highlight the variability of solar PV as a cornerstone of Mali's low-carbon energy strategy, providing empirical evidence to guide future grid integration and performance optimization in West African semi-arid zones.

Conception d'un filtre coupe-bande quadri-bande compact utilisant des résonateurs spiraux rectangulaires basés sur un stub micro-ruban ouvert modifié à quart de longueur d'onde, destiné aux systèmes de communications civils et militaires

Salif Nabouna Dembélé¹, Boubacar Keïta² and Boubacar Dramé¹

¹Ecole Nationale d'Ingénieurs Abderhamane Baba Touré, Mali

²Faculté des Sciences et Techniques, USTTB, Mali

Résumé: Le but principal de ce travail est l'étude, la conception, la simulation et l'implémentation d'un filtre coupe-bande (FCB) compact à quatre bandes utilisant la technique d'un résonateur spiral rectangulaire (RSR) basé sur un stub micro-ruban ouvert modifié à quart de longueur d'onde. Le filtre micro-ruban présenté est constitué de deux RSR, disposés de manière symétrique de part et d'autre d'une ligne de transmission micro-ruban (L0). Le filtre micro-ruban proposé présente quatre bandes d'arrêt centraux aux fréquences $f_1 = 2,06$ GHz ; $f_2 = 5,56$ GHz ; $f_3 = 9,2$ GHz et $f_4 = 13,08$ GHz avec des largeurs bandes fractionnaires respectives de 62%, 17%, 13% et 7.8%. Ce filtre est destiné aux systèmes de communications civils (Wifi, Bluetooth, RFID, ISM...) et militaires (Guerre électronique (EW), radar, satellite,). À des fins de validation expérimentale, un FCB compact quadri-bande basé sur des RSR a été conçu, simulé et fabriqué à l'aide des technologies micro-ruban et circuit imprimé (PCB). Les résultats mesurés sont en bon accord avec les résultats issus des simulations électromagnétiques complètes.

Amélioration des performances des variateurs de fréquence industriels fonctionnant avec des modèles de contrôleurs prédictifs

Jeanys Darlin Tagne-Fogue¹, Ideal O. Libouga¹, Pascal Lingom² and J. Song-Manguelle²

¹École Nationale Supérieure Polytechnique de Douala, Université de Douala

²Université du Québec à Trois-Rivières

Résumé: Les moteurs à induction triphasés sont largement utilisés dans les entraînements industriels en raison de leur robustesse, de leur coût réduit et de leur faible besoin de maintenance. Toutefois,

les commandes conventionnelles à régulateurs PI présentent des limites lors des régimes transitoires rapides et des variations de consigne. Cet article propose l'intégration d'une commande prédictive de courant à ensemble fini dans une architecture de commande vectorielle indirecte pour une machine asynchrone alimentée par un onduleur de tension à trois niveaux. La commande évalue les états de commutation admissibles à chaque période d'échantillonnage et sélectionne celui qui minimise l'erreur entre les courants statoriques prédits et leurs références. Comparée à une commande vectorielle PI, la stratégie proposée permet de réduire l'ondulation de courant de 22,1% et le temps de réponse de 22,53 % dans les conditions de simulation considérées. Les résultats montrent également qu'une fréquence d'échantillonnage plus élevée améliore la précision du suivi, au prix d'une charge de calcul accrue.

Supramolecular self-assembly of bidentate, azobenzene, and diarylethene (dae) on graphene: a dft investigation of conformational stability, photochromism, and interfacial charge transfer

Seydou Sall^{1,2}, Xionan Sun¹, François Maurel¹, Mahamadou Seydou¹, Moussa Diawara³, Yacouba Issa Diakité³

¹Université de Paris, ITODYS, CNRS, Paris, France

²Ecole Normale d'Enseignement Technique Et Professionnel, Bamako, Mali

³Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako, Mali

Abstract: Supramolecular self-assembly constitutes a powerful bottom-up nanostructuring strategy for engineering functional interfaces and tailoring the electronic properties of low-dimensional materials. In this work, we present a comprehensive ab initio investigation of the structural, thermodynamic, and electronic properties of a family of bipyridine-functionalized molecular systems, including bpy–Azobenzene–bpy, bpy–Diarylethene–bpy (bpy-DAE-bpy), and BiEDOT-bpy, focusing on their self-assembly behavior in vacuum and their adsorption on graphene surfaces. Using density functional theory (DFT) calculations within the VASP framework, we systematically analyze the stability of isolated conformers, their two-dimensional supramolecular networks, and their interfacial interactions with graphene. For the photochromic systems (Azobenzene and DAE derivatives), the relative thermodynamic stability of the open and closed isomeric forms is established, revealing that open-form conformations are intrinsically more stable, while supramolecular assembly remains energetically favorable in all cases. Importantly, the energy barriers associated with photoisomerization are found to be weakly affected by self-organization, indicating a preservation of the fundamental switching mechanisms upon assembly and surface deposition. For the BiEDOT-based system, neutral and protonated conformers are identified, with protonation shown to selectively stabilize cis-type conformations and promote the formation of robust, porous, hydrogen-bonded two-dimensional networks. Upon adsorption on graphene, all systems exhibit strong stabilization driven by a synergistic combination of π – π stacking, van der Waals, and electrostatic interactions. Interfacial charge-transfer mechanisms are elucidated through charge-density difference analyses and projected density of states (DOS), revealing bidirectional charge redistribution between the molecular layers and graphene. In particular, electron donation from the molecular backbones to graphene and back-donation toward the bipyridine units are observed, with clear signatures in the frontier molecular orbitals and graphene bands. Comparisons with available experimental data, including scanning tunneling microscopy (STM) images, confirm the validity of the predicted supramolecular architectures and adsorption motifs. Overall, this study establishes clear structure–assembly–interface–function relationships across distinct but chemically related molecular platforms and demonstrates the potential of bipyridine-functionalized photoactive and conjugated systems for the rational design of stable, switchable, and electronically active supramolecular architectures on graphene, with direct implications for molecular electronics, optoelectronics, and nanoscale device engineering.

Intelligent PV–Battery–dynamic load energy management for sustainable electrical systems in Guinea: simulation study using PSIM

Souleymane Soumah¹, Mohamed Lamine Touré^{1,2}, Mohamed Ansoumane Camara¹, Mamadou-Baïlo Camara^{1,2}

¹Université Gamal Abdel Nasser Conakry, Guinea

²University of Le Havre Normandie, Le Havre, France

Abstract: The integration of photovoltaic solar energy into stand-alone electrical systems represents a relevant solution for improving electricity access in remote rural areas and reducing dependence on interconnected power grids, particularly in Guinea. This article presents an intelligent energy-management strategy applied to a hybrid system combining a photovoltaic generator and a battery-based storage device supplying a dynamic load. The main objective is to maximize the utilization of solar energy while ensuring DC-bus stability and continuity of electrical supply. The proposed strategy relies on a combined approach integrating a maximum power point tracking (MPPT) algorithm to optimize photovoltaic power extraction, along with a rule-based energy-management system that coordinates generation, storage, and consumption. A proportional–integral controller is employed to regulate battery power flows and maintain the DC-bus voltage within an acceptable range. System performance is evaluated through simulations conducted in the PSIM environment under varying load profiles, temperature levels, and solar-irradiance conditions. The results highlight the effectiveness of the proposed strategy, particularly in mitigating photovoltaic power fluctuations through storage, thereby reducing electrical stress on the load and enhancing the overall reliability of the system.

Valorisation des déchets de soins médicaux dans l'enduit superficiel : impact de l'incorporation des déchets plastiques biomédicaux (1% ; 2% et 3%) sur la pénétrabilité, le point de ramollissement du bitume

Moussa Thiam¹, Seydou Sogoba², Souleymane Sidibé¹, Fadjoun Camara²

¹Ecole Normale d'Enseignement Technique et Professionnel, Mali

²Centre National de Recherche et d'Expérimentation en Bâtiment et Travaux Public

Résumé: La gestion des déchets de soins médicaux constitue une préoccupation majeure dans beaucoup de pays d'Afrique subsaharienne, notamment le Mali. Ce présent article vise à réutiliser ces déchets plastiques médicaux dans l'enduit superficiel, issu du recyclage. En substituant partiellement avec les proportions de 1% ; 2% et 3% du liant (bitume). Le liant utilisé est le bitume de classe 35/50. Les essais d'identifications ont été effectués pour déterminer la classe du bitume, à savoir, l'essai de pénétrabilité et la température de ramollissement et la densité du bitume. Par la suite les déchets plastiques recyclés ont été incorporés au liant à 1% ; 2% et 3% pour voir leurs influences sur la pénétrabilité, le point de ramollissement. Le remplacement du bitume par les déchets plastiques biomédicaux, augmente les caractéristiques du bitume en fonction de la teneur substituée. A 1% et 2%, la classe du bitume est restée de même que le témoin ; par contre à 3% la classe change. Par conséquent l'essai vialit d'adhésivité a été effectué avec le bitume modifié à 1% ; 2% ainsi que le bitume pur. On observe une performance plus élevée de l'enduit superficiel du bitume modifié que le bitume pur avec les gravillons 6/10 et 10/14.

Mise en œuvre des enduits en banco à Tombouctou : De l'extraction des matériaux à la mise en œuvre en fonction des dégradations

Moussa Thiam¹, Alfousseyini Touré¹, Alpha Dibo², Souleymane Sidibé¹, Seydou Sogoba²

¹Ecole Normale d'Enseignement Technique et Professionnel, Mali

²Centre National de Recherche et d'Expérimentation en Bâtiment et Travaux Public

Résumé: La ville de Tombouctou, classée au patrimoine mondial de l'UNESCO depuis 1988, est connue pour ses nombreux mausolées de saints qui jouent un rôle spirituel et culturel majeur. Ces monuments, construits principalement en terre crue, témoignent d'un savoir-faire ancestral transmis par les maçons traditionnels. Toutefois, ces constructions sont aujourd'hui menacées par les

intempéries et les effets du changement climatique, ce qui nécessite des techniques d'entretien adaptées. Le présent travail s'inscrit dans le cadre de l'entretien des mausolées classés, en particulier celui de Cheick Sidi El Mahmoud. Il a été réalisé lors d'un master class organisé par l'UNESCO en décembre 2025 à Tombouctou, visant à améliorer les techniques d'enduits en terre à travers l'utilisation de matériaux locaux et de connaissances endogènes. La méthode utilisée repose sur la préparation d'enduits traditionnels à base de terre crue, de balle de riz, de paille, de gomme arabique et de beurre de karité. La terre est d'abord soumise à une longue macération avant l'ajout progressif des autres matériaux. Ces adjuvants naturels améliorent la cohésion de l'enduit et sa résistance à l'eau. Le beurre de karité et la gomme arabique jouent un rôle important dans la protection des surfaces les plus exposées aux pluies. Les résultats obtenus montrent l'efficacité de ces techniques traditionnelles dans la conservation des monuments en terre. Ce travail met ainsi en valeur l'importance des savoirs locaux des maçons traditionnels et leur complémentarité avec la recherche scientifique pour la sauvegarde durable du patrimoine architectural de Tombouctou.

Feasibility study of Wind/PV hybrid energy system for off-grid rural electrification in southern areas of Mali

Maliki Guindo¹, Afetou Traoré², Alhabib Binkou¹, Boubacar Tangara¹, Ibrahima S Maiga¹

¹Ecole Nationale d'Ingénieurs Abderhamane Baba Touré, Mali

²Ecole Normale d'Enseignement Technique et Professionnel, Mali

Abstract: With the rapid depletion of fossil-fuel resources on a world basis and the economic and environmental concerns over electrical energy derived from fossil and nuclear fuels, the increased interest in the exploitation of renewable alternative sources, such as wind and solar energy is becoming more and more inevitable. Besides being emission-free, the energy coming from wind and sun arrays is available at no cost. Therefore, they offer a solution for power supply to developing countries that are poor in fossil-based resources. In many localities in the world, wind speeds are low when the sun shines brightest and longest, and strong when there is less sunlight available. Because the peak operating times for wind and PV occur at different times of the day and year, hybrid system will offer several advantages over either single system. In fact, they are more likely to produce power when it is needed. This study deals with the optimal design of Wind/PV hybrid renewable energy system for rural electrification in southern areas of Mali. The objective is to evaluate the feasibility of utilizing renewable energy sources (RESs) to satisfy load demand and reduce Green House Gases (GHG) emissions. The essential components studied are photovoltaic solar (PV) panels, wind turbines (WTs), and battery banks (BBs). The research involves estimating the rural area's load profile, assessing the potentials of RESs, and designing various system configurations. Each configuration is evaluated to derive the most efficient option. For the studied village of Siby, with an energy demand of 290 kWh/d, and peak demand of 36 kW, it is found that the best PV-WT-BB configuration comprises 120-kW of PV, 7.5-kW of WT, and 1156 batteries of 200 Ah.

Structuring of state functions integration over closed domains by the bracketed product

Bréhima Dembélé

Pharmacie du Nouveau Pont, Kayes, Mali

Abstract: Integration over closed domains is a corner piece of many mathematical and physical advances. In a 1-dimension space, it stated the fundamental theorem of calculus. In 2-dimension space the well-known Green-Riemann integral theorem is of extreme importance while in 3-dimension oriented space the Stokes, the Kelvin-Stokes, the Gauss divergence and the Oestrogradski integral theorems are widely studied in vector analysis. Otherly, by structuring the shape of that closed domain preferably smooth where such integral holds, non-orientable manifolds being excluded such as the Klein bottle, the Möbius loop, the Gabriel horn this paper sets the baselines of an easy new calculus method mainly avoiding as much as possible what would be called the spontaneous generation, meaning that on both sides of an equality symbol, all results we get on the right hand side are explicitly got from the left hand side data and vice-versa, aside from definitions,

postulates and conventions. Few bracketed product rules as strong permeation and ordinary permutation rules in addition to new postulates allow to recover fastly the classical formulas without failing in generality.

All this aims to validate the bracketed product formalism sooner introduced in previous works.

Do writing scripts matter for LLMs in MT task in low-resourced settings? the case of latin and N'ko scripts

Allahsera Auguste Tapo, Kevin Assogba, Seydou Diallo, Mohamed Dembélé, Aissata Aya Diallo, Fatoumata Diarra, Ismael Kassogué, Seydina Aliou Konaté, Alpha Boubacar Maiga, Alhousen Traoré, Nouhoum Coulibaly, Emily Prud'hommeaux, Christopher Homan
Rochester Institute of Technology, NY, USA

Dakar American University of Science and Technology, Somone, Senegal

Abstract: This paper investigates the influence of writing systems on machine translation and large language model (LLM) performance for Bambara, a low-resource language written in both Latin and N'ko scripts. We compared the performance of Google Translate and Google Gemini by evaluating French-to-Bambara translations using human evaluation of native speakers. We found that Google Translate produced systematic errors in N'ko outputs, including incorrect vowel substitutions and pronoun mismatches. In contrast, Gemini demonstrated consistently superior performance in both Latin and N'ko scripts. The findings suggest that Gemini's success stems from treating N'ko as a script rather than a distinct language, enabling the model to better leverage shared linguistic structures and cross-script similarities.

Data creation and systematic collection for educational Bambara-language ai systems to empower predominantly oral language (pol) communities through ai-driven e-learning

Allahsera Auguste Tapo, Mohamed Dembélé, Aissata Aya Diallo, Fatoumata Diarra, Ismael Kassogué, Seydina Aliou Konaté, Alpha Boubacar Maiga, Souhila Messaoud-Galusi, Christopher Homan

Rochester Institute of Technology, NY, USA

Team KaratO, Bamako, Mali

Independent Education Consultant

Abstract: This paper describes a comprehensive data creation and collection effort conducted between January and October 2025 to support the development of an AI-driven e-learning platform in Bambara. By integrating training with localized content production, we generated a specialized linguistic dataset exceeding 90 hours. The methodology focuses on high-fidelity manual annotation of a subset of the dataset and the use of N'ko script to ensure the cultural and technical accuracy of the resulting AI models.

Réduire l'opacité des modèles d'intelligence artificielle par l'IA explicable : vers une adoption responsable

Solemane Coulibaly and Djibril Diarra

Centre d'Intelligence Artificielle et de Robotique, Mali

Résumé: L'essor de l'intelligence artificielle, malgré ses performances prédictives élevées dans des domaines variés, a engendré une opacité croissante des modèles, un phénomène de "boîte noire" qui freine leur adoption responsable. Face à l'insuffisance des métriques de performance classiques pour comprendre les mécanismes décisionnels, l'Intelligence Artificielle Explicable (XAI) se positionne comme un axe de recherche fondamental visant à réduire cette opacité en proposant des mécanismes (tels que LIME et SHAP) qui relient les entrées aux sorties des modèles, renforçant ainsi leur acceptabilité, leur robustesse et leur conformité aux cadres réglementaires récents (RGPD, AI Act, Éthique sur IA UNESCO), pour un déploiement éthique et responsable des systèmes d'IA.

Heating values and emission factors of the twenty-one most used plants as firewood in southern Mali

Dansiné Coulibaly, Kéléigui Daou, Oumar Senou, Mohamed Bagayoko, Arona Coulibaly
Ecole Nationale d'Ingénieurs Abderhamane Baba Touré

Abstract: In this paper, the high heating values and the emission factors of twenty-one (21) plants, widely used as firewood mostly in cooking, are measured and presented in a user-friendly database. They were measured in the Laboratory of Applied Thermal Sciences of the Engineering School Abderhamane Baba TOURÉ of Bamako, in the Republic of Mali. The measurement were carried out by using the IKA C200 calorimeter. To measure the emission factors of carbon dioxide (CO₂) and nitrogen peroxide (N₂O), the contents of carbon (C) and nitrogen (N) were experimentally measured and subsequently used to compute the emission factors of the carbon dioxide (CO₂) and the nitrogen peroxide (N₂O). The experimental determination of the contents of carbon and nitrogen was carried out in the laboratory of Soil-Water-Plant owned by the Regional Agronomic Research Center, located in the neighborhood of Sotuba (Bamako). A survey was conducted among the general public in order to know the perception on the rating of different plants according to their heat content. The measurement results of heating values broadly confirmed those of above-mentioned survey while agreeing with many studies found in literature. The intended usage of these data are the controlled management forest and the improved accuracy in the reporting of the greenhouse gas emission in the fulfillment of Mali's obligation as party to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC).

Electromechanical assessment of two-level PWM converter–induced fatigue in wind turbine drivetrains

Simon Pierre Betoka¹, Ideal O. Libouga², Pascal M. Lingom¹, Joseph Song-Manguelle¹, and Mamadou Lamine Doumbia¹

¹Université du Québec à Trois-Rivières, Canada

²University of Douala, Cameroun

Abstract: The widespread deployment of variable-speed wind turbines relies on the use of power electronic converters to ensure electromechanical decoupling between the drivetrain and the electrical grid. While these devices enhance operational flexibility and energy efficiency, they introduce current and torque harmonics that may excite resonant modes and accelerate mechanical fatigue in the drivetrain. However, most existing studies address the electrical and mechanical subsystems separately, without providing an integrated electromechanical analysis of these phenomena. This paper presents a dedicated methodology for analyzing mechanical fatigue induced by generator-side converter-generated current harmonics in variable-speed wind turbines. The approach is applied to a 2.5-MW wind turbine equipped with a permanent magnet synchronous generator (PMSG) supplying a two-level back-to-back PWM converter. The method relies on fast Fourier transform (FFT) based spectral analysis of the stator currents and electromagnetic torque, followed by spectral denoising to retain the dominant torque harmonics and reconstruct the corresponding mechanical stresses. Fatigue assessment is performed using the Rainflow counting method, Wöhler (S–N) curves, and the Palmgren–Miner damage rule. Numerical results demonstrate a strong correlation between the reconstructed stresses and those obtained from the full signals, as well as a consistent estimation of fatigue cycles and long-term cumulative damage.

Simulation d'un système hybride

Saidou Camara, Mamadou Lamine Doumbia and Abdeldjebar Hazzab

Université du Québec à Trois-Rivières

Résumé: Cet article présente une méthodologie d'intégration optimale d'un système photovoltaïque (PV) au sein d'un microréseau isolé initialement alimenté par des génératrices diesel. L'objectif

principal est de déterminer la part optimale de puissance photovoltaïque à intégrer afin de réduire la dépendance au carburant fossile, tout en garantissant la stabilité, la fiabilité et la durabilité du système électrique. La démarche proposée consiste à intégrer progressivement différentes puissances de production photovoltaïque, exprimées en pourcentage de la puissance totale du microréseau. Le choix de la part optimale de PV repose sur plusieurs hypothèses et critères d'optimisation, notamment la réduction des émissions de gaz à effet de serre, l'allongement de la durée de vie des équipements solaires et des systèmes de stockage par batteries, ainsi que la prise en compte des coûts de renouvellement et de remplacement des équipements. Le cadre d'étude retenu est la ville de Colville Lake, située dans le Grand Nord canadien, caractérisée par un climat extrême, une forte dépendance au diesel et des contraintes techniques spécifiques aux réseaux isolés. Ces conditions rendent l'optimisation de l'intégration des énergies renouvelables particulièrement pertinente et stratégique. Dans un second temps, une simulation dynamique du microréseau est réalisée sous MATLAB/Simulink à une échelle de puissance réduite, afin de valider le modèle proposé et la part optimale de PV déterminée théoriquement. La stratégie de commande adoptée repose sur l'algorithme WZLA (Weighted Zero-Attracting LMS Algorithm), une technique avancée de contrôle et d'optimisation adaptée aux microréseaux hybrides. Cet algorithme permet d'améliorer la gestion de la puissance, de réduire les perturbations liées à l'intermittence du photovoltaïque et d'assurer une meilleure stabilité du système en présence de charges variables et de sources multiples. Les résultats de simulation montrent que l'intégration optimisée du système photovoltaïque permet une réduction significative de la consommation de diesel et des émissions associées, tout en maintenant des performances satisfaisantes en termes de qualité de l'énergie et de continuité de service. Cette étude met ainsi en évidence l'intérêt technique, environnemental et économique d'une intégration optimisée du photovoltaïque dans les microréseaux isolés du Nord canadien.

Promotion of bioethanol stoves for clean cooking: valorization of desert date (*Balanites aegyptiaca* L.) and date palm (*Phoenix dactylifera*) fruits

Souleymane K. Traoré¹ and Namory Camara²

¹Direction Nationale de l'Énergie

²Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako

Abstract: Globally, fossil fuel reserves are gradually diminishing year after year, while energy consumption continues to rise. This high energy demand, coupled with the limited availability of polluting energy resources, compels us to promote renewable energies, including biofuels. This work proposes to produce bioalcohol from mixed waste from date palms and desert date palms for use in cooking stoves. These two shrubs are central to the ecosystem of northern Mali; their production generates significant quantities of the country's biomass waste each season. These substrates, rich in fermentable sugars (60-65%), can be transformed using biotechnological or thermophysical processes to obtain alcohol. Our study aims to promote the use of bio-alcohol stoves for clean cooking, utilizing local resources such as the desert date (*Balanites aegyptiaca* L.) and the date palm (*Phoenix dactylifera*). The fruits were transformed into bio-alcohol through fermentation and distillation, then used as fuel for domestic stoves. The results show that bio-alcohol derived from these raw materials offers a sustainable alternative to traditional fuels, reducing CO₂ emissions and improving indoor air quality.

Un outil graphique pédagogique pour l'enseignement des convertisseurs d'électronique de puissance AC/DC

Armelle S. M. Ngakam¹, Idéal O. Libouga¹, S. P. Ii Betoka Onyama², Fils P. M. Longom² and J. Song-Manguelle²

¹University of Douala

²Université du Québec à Trois-Rivières

Résumé: Les convertisseurs de puissance AC/DC assurent l'interface contrôlé entre une source alternative et un sous-système continu. Ils sont largement utilisés dans les entraînements électriques, le stockage d'énergie, la traction électrique, les procédés industriels tels que l'électrolyse. Cependant,

la grande diversité des topologies AC/DC et la multiplicité des dimensions pédagogiques associées compliquent leur enseignement dans un contexte de temps limité. De plus, les outils graphiques pédagogiques existants proposent rarement une visualisation conjointe des formes d'onde dans les domaines temporel et fréquentiel et reposent souvent sur des environnements logiciels peu accessibles. Cet article présente une interface graphique pédagogique autonome dédiée à l'enseignement des redresseurs commandés et non commandés. L'outil permet une analyse comparative, et interactive des formes d'ondes de différentes structures, dans le domaine temporel et fréquentiel ainsi que les paramètres d'évaluation des performances et de qualité d'énergie correspondants. Il offre la possibilité de varier la tension moyenne désirée, la valeur de la charge, la tension d'alimentation permettant d'explorer un très grand nombre de points de fonctionnement pour chaque topologie. Les modèles de simulation sont développés sous Specialized Power System et l'interface graphique sous App Designer. Déployable de manière autonome sur ordinateur ou tablette, l'interface constitue un support pédagogique complémentaire aux approches théoriques et expérimentales, et est utilisable par les enseignants et les apprenants des niveaux préuniversitaires et universitaire.

Extraction and physico-chemical characterization of pachira aquatica oil for biofuel

Souleymane K. Traoré¹, Sekou Abba Koné and Namory Camara²

¹Direction Nationale de l'Énergie

²Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako

Abstract: This study focuses on the extraction and physicochemical characterization of oil from *Pachira aquatica* seeds, with a view to its potential use as a raw material for the production of agrofuels. The oil was extracted by pressure/solvent (depending on the process used), yielding a satisfactory yield that confirms the lipid richness of the species. The physicochemical properties important for energy recovery such as acid value, saponification value, viscosity, density, and fatty acid composition were determined. The results show that the oil is mainly composed of unsaturated fatty acids, which are favorable for biodiesel synthesis by transesterification. The viscosity and density obtained are generally within the ranges compatible with biofuel standards after possible refining. The relatively low acid value indicates low lipid degradation and suggests good stability of the crude oil. Thus, *Pachira aquatica* oil appears to be a promising plant resource for the production of agrofuels, thanks to its attractive yield and favorable physicochemical properties. The study highlights the potential of this species as a renewable alternative in the context of energy transition and the development of local biofuel industries.

A 2MW dual-fuel (diesel + biogas) thermal power plant is a robust solution for reducing power outages in Bamako, while also valorizing local waste

Souleymane K. Traoré¹, Namory Camara² and Keletigui Daou³

¹Direction Nationale de l'Énergie

²Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako

³École Nationale d'Ingénieurs Abderhamane Baba Touré

Abstract: This study examines the technical, economic, and environmental feasibility of a 2 MW dual-fuel thermal power plant simultaneously using diesel and locally produced biogas. In a context marked by a structural electricity production deficit and chronic load shedding in Bamako, the progressive integration of biogas appears as a robust alternative for improving energy security while utilizing the region's organic resources. The results show that an annual supply of approximately 4.8 million Nm³ of biogas significantly reduces diesel consumption and ensures stable electricity production of around 14 GWh/year. The analysis also demonstrates that methanation contributes to waste reduction, the creation of agricultural value through digestates, and a decrease in the energy system's carbon footprint. Thus, the dual-fuel power plant constitutes a realistic, replicable, and adaptable transitional solution to Mali's energy needs, offering an effective link between energy resilience and the valorization of local resources.

Spectral Analysis of Torque Ripple in Induction Motor Drives supplied by Single and Parallel Three-Level NPC Converters

Martin Ulhrich Biyiha BiBiyiha¹, Simon Pierre Betoka Onyama¹, Pascal M. Lingom¹, Ideal O. Libouga², Joseph Song-Manguelle¹, and Mamadou Lamine Doumbia¹

¹Université of Québec à Trois-Rivières, Canada

²National Higher Polytechnic School of Douala, Université de Douala, Douala, Cameroon

Abstract: This study examines the technical, economic, and environmental feasibility of a 2 MW dual-fuel thermal power plant simultaneously using diesel and locally produced biogas. In a context marked by a structural electricity production deficit and chronic load shedding in Bamako, the progressive integration of biogas appears as a robust alternative for improving energy security while utilizing the region's organic resources. The results show that an annual supply of approximately 4.8 million Nm³ of biogas significantly reduces diesel consumption and ensures stable electricity production of around 14 GWh/year. The analysis also demonstrates that methanation contributes to waste reduction, the creation of agricultural value through digestates, and a decrease in the energy system's carbon footprint. Thus, the dual-fuel power plant constitutes a realistic, replicable, and adaptable transitional solution to Mali's energy needs, offering an effective link between energy resilience and the valorization of local resources.

**SOUVERAINETES AFRICAINES EN TENSIONS :
RESSOURCES STRATÉGIQUES, RECITS POLITIQUES ET
REDEFINITIONS DES RAPPORTS DE FORCE**

Souveraineté(s) africaines en tensions : ressources stratégiques, récits politiques et redéfinition des rapports de force

Djouroukoro Diallo, André Narcisse Ngon

Université de Berne, Berne, Suisse

Université de Douala 2, Cameroun

Résumé: Loin d'être simplement une question juridique d'autodétermination et de liberté d'expression, la souveraineté se rapporte très régulièrement à la capacité (ou non) d'accomplir des choix pour soi et de les assumer totalement, à l'intérieur et hors de ses régions frontières. Voilà pourquoi la souveraineté se situe en amont de la formation de l'État et irrigue celle-ci en permanence pour sa pérennisation. La compréhension africaine de la souveraineté, faite d'apports endogènes, nourrie d'influences extérieures depuis la période coloniale, est fondée toujours sur une conception autoritaire de l'État autant que sur des rapports inégalitaires, voire déshumanisants. Elle nous oblige, en Afrique, à réviser les anciens paradigmes pour une africanité renouvelée. Cela fait observer que la conception capacitaire est une conception qui s'intéresse non seulement au rôle de l'État et des moyens qu'il déploie pour le remplir mais encore à sa responsabilité devant sa population et par rapport à la communauté internationale. Or la souveraineté juridique ou politique est purement statique et s'arrête seulement à l'idée que cette dernière est un attribut de l'État.

Alors que le système international traverse une zone de turbulences sans cesse croissante, l'on observe que la notion de souveraineté connaît un regain de centralité en Afrique. Des ruptures diplomatiques aux réformes minières, des stratégies de réappropriation numérique à la mise à distance des acteurs occidentaux, les États africains – tout comme leurs sociétés civiles – réinvestissent le vocabulaire, les pratiques et les récits de la souveraineté. Il est aussi avancé que l'appréhension de la souveraineté de cet État africain reste liée à l'entretien par la communauté internationale de la croyance en la réalité de celui-ci.

Ce colloque propose d'interroger les souverainetés africaines non simplement ou uniquement comme une donnée juridique ou un héritage historique, mais comme des pratiques en tension, à la fois réappropriées, reconfigurées et instrumentalisées dans un contexte postcolonial encore marqué par l'asymétrie. Autrement dit de quelle souveraineté s'agit-il ? Et quels en sont les effets politiques, économiques et symboliques ?

La communication politique de la souveraineté comme dispositif de gouvernementalité

Lionel Stéphane Nwanang Djonhou

Université de Douala, Cameroun

Résumé: La souveraineté africaine n'est pas un fait établi mais un récit performatif. Sa robustesse dépend de la croyance qu'elle suscite, pas des pratiques effectives. Le discours officiel fonctionne comme mécanisme de production d'un ordre politique. Il produit des effets de réalité et oriente les comportements des gouvernés. Capacité à imposer une vision du monde social par des actes de nomination. Nommer victoire ce qui est défaite : la forme accomplie du pouvoir symbolique.

De la lutte contre le terrorisme à la quête de souveraineté : Métamorphose de la gouvernance dans les pays du sahel, le Mali, le Niger et le Burkina Faso

Ibrahima Sacko

Université Yambo OUOLOGUEM de Bamako, Mali

Résumé: Les logiques de puissance et souvent d'ingérence ont marqué les relations entre pays du Nord et ceux du Sud. De nos jours, on assiste à la gouvernance dans les pays du Sahel par des politiques de souveraineté nationale. Le Mali, le Niger et le Burkina Faso ont passé, du régime démocratique au régime militaire. L'objet de cette étude est l'expliquer et comprendre les mécanismes du changement de gouvernance dans les trois pays du Sahel à un moment où la jeunesse africaine, connectée au reste monde, aspire à un changement de paradigme, puisqu'elle est désormais

en forte recherche d'émancipation. Dans ce contexte, les dirigeants africains sont, selon Nubukpo, dans une « double injonction » : externe et interne. L'objectif de cette étude est d'analyser l'émergence d'idées de souveraineté ainsi que les actes de souverainetés posés dans les trois pays par les régimes militaires qui les gouvernent. Dans un premier temps, on analyse les contextes conduisant les trois pays de l'AES (L'Alliance des États du Sahel) à poser des actes de changement de paradigme dans leur relation avec l'occident. Dans un second temps, notre regard sera porté sur l'analyse des faits à travers des actes de souverainetés posés dans ces trois pays,

Les défis de la souveraineté militaire de l'Alliance des États du Sahel (AES) face au bouleversement de l'ordre international

Freddy Cyriac Lagme, Gédéon Mpako Ekelle
Université de Douala, Cameroun

Résumé: Devant les défis contemporains de la souveraineté, en 2023, les nations de l'AES ont opté pour rompre leur collaboration avec la France et en 2024 avec la CEDEAO, tout en diminuant leurs interactions économiques. Cette dissociation radicale soulève la question de la capacité de ces nations à prendre en charge elles-mêmes leur défense militaire face aux nouveaux enjeux sécuritaires du Sahel. Cependant, comment les pays de l'AES pourraient-ils assurer leur souveraineté en l'absence d'une industrie militaire ? Notre recherche sera axée sur les méthodes innovantes et les collaborations stratégiques et militaires que mettent en œuvre les nations de l'AES pour s'autonomiser et mettre en avant l'unicité de leur savoir-faire au niveau international. Nous ferons appel à des données empiriques pour notre analyse, telles que les discours politiques des régimes militaires récents, les nouvelles rencontres diplomatiques avec la Russie et la Chine, ainsi que la nouvelle configuration géopolitique des États de l'AES. La doctrine reposera sur l'autonomie stratégique, visant à examiner le développement des capacités tactiques des forces armées de l'AES dans l'élargissement de leurs alliances, afin de fortifier leur souveraineté par le biais du renforcement de leur présence territoriale.

La contribution de la société civile à la préservation des droits humains en période électorale au Cameroun

Adjara Abdoulaye
Université de Douala, Cameroun

Résumé: L'essor de la démocratie au Cameroun dans les années 1990 a tracé la voie vers une série de droits fondamentaux pour les citoyens. L'instauration de lois pertinentes concernant les libertés d'association, la formation des partis politiques, les rassemblements publics et la communication sociale a marqué le début d'une nouvelle période pour l'émancipation des droits humains. Ce cadre juridique qui établit la base des libertés publiques a engendré une variété d'acteurs diversifiés dans la sphère sociale et l'exercice du pouvoir politique. Sur les plans juridique et pratique, sensibiliser les populations aux droits fondamentaux demeure une priorité pour la société civile, qui aspire à être un bouclier contre des souverainetés étatiques prédatrices et excluantes. Ici, on met principalement l'accent sur les droits politiques. Le débat sur l'efficacité de l'intervention de la société civile dans la protection des droits de l'homme au Cameroun lors des élections reste toujours d'actualité. L'étude reposant sur des méthodes juridiques et sociologiques, soutenues par des techniques documentaires, l'observation impartiale et les interviews, permettra d'établir l'existence de diverses initiatives pour la défense des droits de l'homme durant les périodes électorales, qui restent néanmoins perfectibles.

Pratiques, langues et représentations dans la radio communautaire en milieu linguistique minoritaire dans l'Ouest du Burkina Faso

Lacina Kaboré, Cheick Ouedraogo, Régis Dimitri Balima
Université Joseph KI-ZERBO, Burkina Faso

Résumé: Au Burkina Faso, les radios associatives et/ou communautaires émettent majoritairement en dehors des grandes villes et désenclavent ainsi les régions rurales souvent oubliées par les médias

d'envergure nationale. L'usage majoritaire des langues locales font le succès et la force de ces radios locales. Ainsi, dans les milieux linguistiques minoritaires, l'Ouest du pays notamment, la contribution des radios locales à la promotion des groupes ou langues minoritaires s'avère cruciale pour la préservation des langues et coutumes menacées de disparition.

Méthode : Elle s'appuie sur un corpus d'émissions de radios communautaires situées en milieux linguistiques minoritaires au Burkina Faso, précisément dans des localités où des langues minoritaires sont en difficulté ou menacées de disparition. Elle s'appuie également sur une enquête par entretiens semi-directifs. Pour enrichir les données recueillies, des documents de l'UNESCO, des rapports du ministère chargé de la promotion des langues nationales seront consultés.

Résultats : A l'issue du travail, les langues et représentations dans les radios communautaires en milieu linguistiques minoritaires au Burkina Faso seront analysées.

Le soft power africain à l'ère du Big Data : une dialectique entre dépendance numérique et souveraineté culturelle

Judith Dalila Wandji Nana
The Pondi Foundation

Résumé: Dans l'arène géopolitique, la puissance d'une Nation ne se limite plus seulement à sa seule capacité de séduction. Elle se mesure désormais au volume de ses téraoctets et à la souveraineté de ses serveurs. Cependant, si le génie africain – de l'Amapiano sud-africain au futurisme rwandais – sature la bande passante mondiale, les infrastructures qui l'hébergent demeurent, pour l'essentiel extra-continrentales. Avec l'explosion actuelle des algorithmes, la question de savoir qui possède la mémoire numérique de l'Afrique est une urgence stratégique vitale. Notre analyse s'appuiera sur une approche pluridisciplinaire croisant la géopolitique des données, la sociologie des réseaux numériques et l'économie des industries culturelles créatives. Ancrée dans le cadre de la data colonialism, cette communication se propose d'analyser le soft power africain à l'ère du Big Data. Autrement dit, elle ambitionne, d'identifier les leviers stratégiques permettant à l'Afrique d'opérer une transition cruciale : celle qui mène d'un statut de consommateur passif de technologie à celui d'acteur stratégique et souverain de son destin informationnel.

Une liberté à l'épreuve du monde contemporain : résistances citoyennes et réinvention du contrat social à l'ère des régimes liberticides

Dieu Le Grace Mbiatcha
Université d'Ottawa, Canada

Résumé: Plusieurs contextes contemporains ébranlent la liberté en violant les droits humains, en normalisant la violence d'État et reconfigurant autoritairement les normes de gouvernance. Notre communication est une lecture critique de ces dérives. Elle s'inspire de la pensée politique rousseauiste pour dénoncer la confiscation progressive de la loi (expression de la volonté générale et de la souveraineté populaire et non, instrument de domination des dirigeants). Selon le Discours sur l'origine et les fondements de l'inégalité parmi les hommes et Du contrat social, l'état civil peut basculer dans une forme de servitude légale si les institutions légitiment l'injustice, naturalisent l'inégalité et neutralisent la participation citoyenne. Cette lecture philosophique éclaire les pratiques contemporaines de gouvernance qui se caractérisent par la manipulation constitutionnelle, l'encadrement coercitif des libertés publiques et l'usage disproportionné de la force étatique au nom de la sécurité ou de la stabilité politique.

Externalisation des fonctions régaliennes et gouvernementalité numérique : drones, fake news et production d'une souveraineté fragmentée dans les

Etats africains

Max Rufin Yapele
Université de Yaoundé 1, Cameroun

Résumé: La présente étude analyse la manière dont la gouvernementalité numérique, articulée à l'externalisation coercitive des fonctions régaliennes, contribue à la reconfiguration néocoloniale de l'Etat en Afrique. Nous interrogeons plus particulièrement l'usage accru des drones dans la surveillance sécuritaire et politique ainsi que la circulation stratégique des fake news comme instruments de contrôle politique et de légitimation de l'intervention exogène. Notre problématique principale est la suivante : comment l'appropriation conditionnelle des technologies numériques de contrôle contribue-t-elle à la fragmentation de la souveraineté étatique et à la redéfinition asymétrique du pouvoir en Afrique ? A cette interrogation, nous soutenons que ces dispositifs ne constituent pas de simples outils techniques, mais des technologies politiques qui transforment les rapports entre Etat, populations et acteurs extérieurs. Pour comprendre ce phénomène, nous mobilisons le cadre théorique comme la gouvernementalité de Michel Foucault, la notion d'externalisation coercitive des fonctions régaliennes, les apports de la sociologie critique de l'Etat (Bourdieu, Hibou) et l'économie politique néocoloniale de la dépendance.

Le droit des investissements au Cameroun, entre souverainisme et multipolarisme : une étude casuistique du port autonome de Douala

Fridolin Joël Nteuk

Université de Douala, Cameroun

Résumé: Le port autonome de Douala a célébré en octobre 2025, son cent cinquantième anniversaire, offrant ainsi l'occasion de revenir sur les avancées structurelles et infrastructurelles réalisées dans la gouvernance et la gestion portuaire. Cette célébration offre également l'occasion de questionner la place du port autonome dans la conquête de la souveraineté portuaire du Cameroun. La présente communication qui se propose d'adresser le rôle des investissements portuaires dans l'affirmation de la souveraineté portuaire du Cameroun part d'un questionnement simple, celui de savoir : En quoi la politique des investissements au port autonome de Douala participe-t-elle de l'affirmation de la souveraineté du Cameroun ? En recourant prioritairement à la méthode juridique et accessoirement aux méthodes sociologiques et historiques, l'étude débouche sur l'hypothèse suivant laquelle, C'est à travers sa mécanique que la nouvelle politique des investissements au port autonome participe de l'affirmation de la souveraineté de l'Etat du Cameroun.

Entre nationalisme, panafricanisme et anticolonialisme : expressions de la souveraineté dans le discours médiatique malien

Djouroukoro Diallo

Université de Berne, Suisse

Résumé: Depuis le coup d'Etat du 18 août 2020 et le départ des forces étrangères notamment celles de l'opération française Barkhane et de la Mission Multidimensionnelle Intégrée des Nations Unies pour la Stabilisation au Mali (MINUSMA), le discours officiel de l'Etat malien se construit autour d'un idéal de souveraineté légitimant la rupture avec la France et les partenaires occidentaux. S'inspirant de la posture idéologique du régime socialiste de Modibo Kéita, le discours des acteurs maliens varie entre nationalisme, panafricanisme voire anticolonialisme. Ce positionnement devient encore plus prégnant à travers des accusations « d'abandon en plein vol » comme affirmait l'ancien Premier Ministre Choguel Maïga lors de son discours officiel du 25 septembre 2021 devant l'assemblée générale des Nations. Ce qui reste dans la droite ligne du traditionnel discours sur le « complot international » contre le Mali. Dans la présente communication, nous partons du postulat que depuis l'échec de la Fédération du Mali en 1960 et la rébellion touarègue de 1962-1963, les accusations de complot international contre le Mali constituent le fondement du discours souverainiste des représentants de l'Etat.

Une Afrique, 5e puissance mondiale

Hippolyte Eric Djounguep

Université du Québec à Trois-Rivières, Québec, Canada

Résumé: L'examen des rapports de puissance à l'échelle internationale montre aujourd'hui que l'Afrique dispose bien plus que par le passé, d'excellentes cartes à jouer dans ce contexte d'une élaboration nouvelle de l'ordre mondial avec de tout nouveaux acteurs qui montent en puissance. Il fait de moins en moins de doute aujourd'hui que le continent africain est l'un des seuls à posséder encore intact, pour l'essentiel, toutes ses chances pour affronter avec succès les mutations rendues inévitables à l'échelle mondiale. Le temps n'est-il pas venu pour l'Afrique, riche d'atouts innombrables, de s'affirmer en elle-même et pour elle-même, notamment en s'érigeant comme espace économique, politique, et géostratégique commun? L'urgence de repenser le rôle de l'important bloc-Afrique dans la construction d'une puissance dans l'espace mondial est inévitable. La stratégie de puissance vue comme l'ensemble cohérent des moyens et des modalités de construction de l'influence d'un acteur sur la scène internationale, est la théorie mobilisée dans le cadre de ce travail. Cette mise en perspective ne sera possible dans notre effort scientifique que par la méthodologie de la théorisation enracinée (MTE) qui « se veut un dialogue, une interaction entre les différentes phases constitutives du parcours et non un aller simple vers les résultats ».

Ressources stratégiques et souverainetés fragmentées dans l'espace CEMAC : conditionnalités, dépendances et marges de négociation étatiques

Helene Florence Ngah

Ministère des Relations Extérieures

Résumé: Cette communication analyse les dynamiques contemporaines de gouvernance des ressources minières et énergétiques dans les pays de la Communauté Économique et Monétaire de l'Afrique Centrale (CEMAC), dans un contexte de recomposition des rapports de force économiques et géopolitiques. Fortement dépendants des rentes extractives, ces États ont engagé des réformes visant à renforcer leur contrôle sur les ressources stratégiques, notamment par la renégociation des cadres contractuels, fiscaux et réglementaires. Ces initiatives traduisent une volonté de consolidation de l'autorité publique et de réaffirmation souveraine. Toutefois, elles s'inscrivent dans des trajectoires marquées par l'extraversion économique et des dépendances financières, technologiques et institutionnelles persistantes. L'influence des entreprises transnationales et des partenaires extérieurs contribue ainsi à redéfinir les marges d'action des États. La communication met ainsi en évidence des souverainetés fragmentées, caractérisées par la coexistence d'une affirmation politique et d'une flexibilité décisionnelle dans des rapports de pouvoir asymétriques.

Les potentiels de s'affranchir de l'exportation brute et construire son indépendance industrielle : Favoriser l'étude de la science et de la technologie

Adama N'Diaye, Ibrahima Sacko, Djouroukoro Diallo

University of Sherbrooke, Sherbrooke, Québec, Canada

UMR UVSQ (Paris-Saclay / CNRS), UFR des Sciences sociales, Guyancourt, France

University of Bern, Bern, Suisse

Résumé: La souveraineté africaine repose en grande partie sur la maîtrise de la science des matériaux. Celle-ci se concrétise, (i) d'une part, par la transformant locale ses minerais stratégiques (Lithium, cobalt, gaz, etc...), et (ii) d'autre part, par son engagement dans le développement durable à travers le recyclage technologique de ses déchets. Ces orientations, qui peuvent se manifester par une transformation structurelle s'accompagnent d'une diversification des activités. Toutefois, la capacité à s'inscrire dans la dynamique de l'indépendance industrielle permettra de consolider des piliers stables de la souveraineté technologique. Il convient donc renforcer l'apprentissage de la science et du génie des matériaux. Cette discipline étudie la structure, les propriétés et la fabrication de la matière.

Des études récentes dans le domaine de la science et du génie des matériaux sont en cours de développement combinant à la fois l'innovation industrielle et les enjeux environnementaux pour la fabrication de capteurs infrarouges à l'Institut Interdisciplinaire d'Innovation Technologique. Ces capteurs seront susceptibles d'être utilisés dans plusieurs domaines comme l'automobile à la télécommunication jusqu'à l'aérospatiale

TEXTILE-EAU

Impact des activités d'orpaillage artisanal et à petite échelle sur la qualité des eaux, des sédiments et du poisson à Fourou, Mali

Hanni Koné¹, Brahima B Traoré², Farmata Koro Yaro¹, Abdoul Salam Diarra³, Bakary Dagno⁴, Mohamed Lamine Doumbia¹

¹Laboratoire National des Eaux, Bamako, Mali

²Institut des Sciences Appliquées, Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako, Bamako, Mali

³Faculté de Médecine et d'Odontostomatologie, Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako, Mali

⁴Université Privée Modibo KANE DILLY, Bamako, Mali

Résumé : L'orpaillage artisanal et à petite échelle sont devenus des armées destructives des plans d'eau et de l'environnement malgré son apport économique dans le monde entier. L'objectif de cette étude vise à évaluer l'impact des activités d'orpaillage artisanal et à petite échelle sur la qualité des eaux, des sédiments et du poisson à Fourou, Mali. Pour ces objectifs, nous avons réalisé une étude évaluative qui s'est déroulée du 1^{er} au 06 avril 2026. Des prélèvements d'échantillons de sédiments, de poisson et des eaux ont été faits. Le pH, la conductivité électrique (CE), la température, l'oxygène dissout, la couleur, la turbidité et les éléments traces métalliques (ETM) ont été déterminés. Les méthodes utilisées sont la spectroscopie de fluorescence X (XRF) pour déterminer les métaux lourds dans les sédiments et le poisson et celle de la spectrophotométrie (240FS AA) pour déterminer les ETM. Les valeurs moyennes en mercure (Hg) et en chrome (Cr) dans les sédiments étaient respectivement à 17,13 ppm et 145,05 ppm. Dans le poisson, les concentrations en mercure (Hg), en cadmium (Cd) et en plomb (Pb) étaient respectivement 47 ppm, 15,17 ppm et 1 ppm. Toutes ces valeurs sont supérieures à la norme. Des valeurs élevées en argent et en plomb ont été trouvées dans les eaux de forage respectivement avec 0,113 mg/L et 0,030 mg/L dépassant les normes requises. L'étude révèle que ce cours d'eau subisse une forte pression due aux activités d'orpaillage contaminant les eaux, les sédiments et les poissons. Ces résultats interpellent les autorités à la prise des mesures fortes afin de sauver ce cours d'eau.

Traitement des eaux usées issues de la teinture artisanale par électrocoagulation: Étude de cas au Mali

F. Ba¹, A. Tolofoudye¹, A. Dolo^{1,2}, S. Ba³, A. Maiga⁴, A. Doucouré⁵ et M. Talbi⁶

¹Faculté des Sciences et Techniques, Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako, Bamako, Mali

²Laboratoire Interdisciplinaire des Sciences Didactiques et des Sciences, École Normale Supérieure, Bamako, Mali

³Laboratoire de Génie Chimique et Environnemental, École Nationale d'Ingénieurs Abderhamane Baba Touré, Bamako, Mali

⁴Centre de Recherche et de Formation pour les Industries Légères et Textiles, Ségou, Mali
5 Donyatek, Roanoke, USA

⁶Chemnitz University of Technology, Chemnitz, Germany

Résumé : La teinture textile artisanale génère des eaux usées fortement chargées en colorants, matières organiques et matières en suspension, constituant une source importante de pollution dans les pays en développement tels que le Mali. Cette étude évalue les performances de l'électrocoagulation utilisant des électrodes en fer pour le traitement d'eaux usées préparées à partir de trois bains de teinture (Coravat Blue, Coravat Orange et Coravat Black). Les effets du pH, de l'intensité du courant et du temps d'électrolyse ont été étudiés afin d'optimiser le procédé. Les résultats montrent que le pH et l'intensité du courant sont les paramètres les plus déterminants, les meilleures performances étant obtenues à pH neutre avec une intensité de 4 A et un temps d'électrolyse de 40 min pour Coravat Blue et Coravat Orange, et de 2 A pour Coravat Black. Dans ces conditions, les rendements d'élimination de la couleur ont atteint 99 à 100 %, la réduction de la demande chimique en oxygène (DCO) jusqu'à 96 % et l'abattement de la turbidité jusqu'à 100 %. Le procédé a également permis une élimination efficace des nitrates, tandis que celle des phosphates est demeurée limitée. Ces performances s'expliquent par la formation in situ de floes d'hydroxydes de

fer, favorisant l'élimination des polluants par adsorption, coagulation et flottation. Dans l'ensemble, les résultats démontrent que l'électrocoagulation constitue une technologie simple, efficace et respectueuse de l'environnement pour le traitement des eaux usées issues de la teinture textile artisanale. Toutefois, l'élimination limitée du phosphore, ainsi que les contraintes liées à la consommation énergétique et à la passivation des électrodes, suggèrent l'intérêt de coupler ce procédé à des technologies complémentaires, telle que la filtration membranaire et les procédés de phytoremédiation, afin d'améliorer la qualité des effluents traités et de promouvoir une gestion durable des rejets textiles.

Evaluation comparative des caractéristiques technologiques des fibres et fils de trois nouvelles variétés de cotonnier

Mamadou Togola¹, Awa S. Doumbia¹, Mouctar Baba¹, El hadj M. Kassambara², Daouda dit Odiouma Konaté¹, Fousseny V. Cissouma¹, Amadou Aboubacar Maiga¹, Ibrahima Diawara¹

¹Centre de Recherche et de Formation pour les Industries Légères et Textile, Ségou, Mali.

²Institut d'Economie Rurale, Programme Coton, Bamako, Mali

Résumé : L'amélioration de la qualité des fibres est un levier essentiel pour renforcer la compétitivité de la filière cotonnière. Cette étude compare les performances technologiques des fibres et des fils issus de trois nouvelles variétés de cotonnier, depuis la caractérisation des fibres jusqu'à leur transformation en filature. Les résultats mettent en évidence des différences significatives entre les variétés et identifient celle offrant le meilleur compromis entre finesse, résistance, uniformité et aptitude à la filature. Ces travaux apportent des références scientifiques utiles pour le choix variétal et contribuent à une meilleure valorisation du coton local au service d'une industrie textile plus performante et durable.

Wastewater Pollution in Artisanal Textile Dyeing: Field Evidence from Mali and implications for Low-Cost treatment

Awa S. Doumbia¹, Arouna Dolo^{2,3}, Daouda dit Odiouma Konaté¹, Adama Doumbia¹

¹Centre de Recherche et de Formation pour les Industries Légères et Textile, Ségou, Mali.

²Ecole Normale Supérieure de Bamako, Laboratoire interdisciplinaire des Sciences et de Didactique des Sciences

³Faculté des sciences et Techniques de Bamako, Université des Sciences, des Techniques et Technologies de Bamako

Résumé : The treatment of wastewater in the textile sector is well studied in industry, but still poorly documented in the case of artisanal dyeing systems, particularly in developing countries. This study provides field evidence from Mali, combining survey data and physico-chemical characterization of the effluents from artisanal dyeing units using both chemical and natural dyes.

A total of six (6) production units were examined in Bamako and Segou, and the key parameters such as pH, conductivity, turbidity, total suspended solids (TSS), sulfates, and nitrogen compound (NO₂- and NO₃-) were analyzed using standard methods. The results show significant levels of pollution in all the sampled wastewater. Synthetic dyeing systems showed high alkalinity (pH up to 12,71), increased salinity (conductivity above 2500 μ S/cm) and increased nitrogen compounds, while natural dyed systems showed high turbidity (up to 150 NTU) and TSS (708 mg per liter). What is important is that most parameters were above the recommended discharge limits set by the Malian standards, in particular nitrite and turbidity. These findings challenge the common assumption that the use of natural dyes inherently reduces environmental impact. Instead, they demonstrate that the nature of pollution is changing, not disappearing. More importantly, the study highlights a fundamental incompatibility between existing wastewater treatment technologies and the operational realities of decentralized artisanal production systems. The paper advocates a shift to adapted, low-cost and scalable treatment approaches, integrating simplified processes, collective systems, and locally appropriate governance models. This research helps to bridge the gap between the realities of the textile craft industry on the ground and its water treatment strategies.

Optimisation de la teinture du bazin rich: vers une production artisanale durable au Mali

Fatoumata Doumbia¹, Arouna Dolo^{1,2}, Adama Doumbia³, Daouda O. Konaté³, Awa S. Doumbia³

¹Faculte des Sciences et Techniques, Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako, Mali

²Laboratoire interdisciplinaire des Sciences Didactiques et Sciences, Ecole Normale Supérieure, Bamako, Mali

³Centre de Recherche et de Formation pour les Industries Légères et Textiles, Ségou, Mali

Résumé : La teinture artisanale du coton constitue une activité économique majeure en Afrique de l'Ouest, notamment au Mali. Cependant, elle est également à l'origine d'importants rejets d'eaux usées chargées en colorants, matières organiques et produits chimiques auxiliaires, dont les impacts sur les ressources en eau suscitent des préoccupations environnementales croissantes. Dans ce contexte, l'optimisation des recettes de teinture apparaît comme une stratégie de prévention de la pollution à la source permettant d'améliorer l'efficacité du procédé tout en limitant les consommations de réactifs. Cette étude a pour objectif d'optimiser la recette de teinture du Bazin Rich 100 % coton à l'aide du colorant de cuve Indian Blue (Vat Blue 4) en recherchant un compromis entre les performances de teinture et la qualité environnementale des effluents générés. Une approche expérimentale basée sur la méthode OFAT (One Factor At a Time) a été mise en œuvre afin d'étudier successivement l'influence de la concentration en colorant (0,9 %, 2 % et 5 %), de la concentration en hydroxyde de sodium (NaOH), de la concentration en hydrosulfite de sodium (Na₂S₂O₄), de la température et du temps de teinture. Les performances du procédé ont été évaluées à partir de l'intensité coloristique (K/S), du taux d'épuisement (E %), du taux de fixation (F %), du rendement global de fixation (T %), ainsi que des essais de solidité au lavage et au frottement. Les effluents issus des conditions optimisées ont été caractérisés par la mesure du pH, de la demande chimique en oxygène (DCO), de la demande biochimique en oxygène sur cinq jours (DBO₅), de la conductivité électrique et des matières en suspension (MES). Les résultats montrent que les conditions optimales varient en fonction de la concentration en colorant. Les meilleurs rendements globaux de fixation atteignent 70,54 %, 81,02 % et 86,32 % pour des concentrations en colorant de 0,9 %, 2 % et 5 %, respectivement. L'intensité coloristique maximale (K/S = 14,79) est obtenue avec une concentration en colorant de 5 %. Les essais de solidité au lavage et au frottement révèlent une excellente résistance de la teinture (4/5–5/5). Cependant, malgré l'optimisation, les analyses physicochimiques des effluents optimisés montrent que les valeurs du pH, de la DCO et de la DBO₅ demeurent supérieures aux limites fixées par la réglementation malienne relative aux rejets d'eaux usées. Cette recherche démontre que si l'optimisation est une étape cruciale pour l'efficacité des ressources, elle doit impérativement être complétée par la mise en œuvre de procédés de traitement des eaux usées pour atteindre une durabilité réelle.

AUTRES ATELIERS ET FORMATIONS

Les grandes lignes de l'évaluation par les pairs d'un article scientifique

Harouna A Maiga¹, Sabaké Diarra², Abdoulaye Sidibé², Brahim B. Traoré³

¹University of Minnesota Crookston, USA

²Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée ; Katibougou, Mali

³Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako, Mali.

Résumé: L'évaluation par les pairs constitue un pilier fondamental de la publication scientifique et joue un rôle essentiel dans le maintien de la qualité, de l'intégrité et de la pertinence de la recherche académique. Ce guide présente un cadre structuré pour l'évaluation des manuscrits soumis à « African Journal of Agricultural and Environmental Sciences (AJAES) ». Le document sert de support pédagogique pour renforcer les compétences des évaluateurs et harmoniser des pratiques d'évaluation. Il décrit les objectifs de l'évaluation par les pairs, les responsabilités éthiques des évaluateurs, ainsi que les principaux critères permettant d'examiner les manuscrits scientifiques dans les domaines de l'agriculture, des sciences animales, des sciences environnementales, de la gestion des ressources naturelles, des systèmes alimentaires et des disciplines connexes. Le processus d'évaluation doit porter sur l'originalité, la rigueur scientifique, la solidité méthodologique, la clarté de la présentation, la validité des résultats, la pertinence des analyses statistiques, ainsi que la contribution des travaux aux connaissances scientifiques dans les contextes africain et international. L'accent est mis sur des commentaires constructifs visant à améliorer la qualité des manuscrits. Ce document fournit également un plan détaillé et une grille d'évaluation permettant aux évaluateurs de préparer des rapports équilibrés, objectifs et professionnels afin de soutenir les décisions éditoriales et d'accompagner les auteurs vers des standards scientifiques plus élevés.

Architectes du Patrimoine numérique : réduire la fracture numérique pour les langues à prédominance orale grâce aux sciences, technologies, ingénieries, arts et mathématiques (STEAM) dans les langues nationales

Allahsra Auguste Tapo

Rochester Institute of Technology, NY, USA

Résumé: Cet atelier vise à mettre en lumière la fracture numérique systémique qui exclut les populations autochtones des avantages du traitement automatique du langage naturel (TALN/NLP). Centré sur le Bambara, langue véhiculaire du Mali parlée par plus de 16 millions de personnes, l'atelier entend démontrer que le crowdsourcing communautaire et les méthodologies impliquant l'humain sont essentiels pour combler cette fracture. Les travaux proposés dépassent la simple extraction de données et proposent un cadre de souveraineté numérique où les membres de la communauté deviennent les architectes de leurs propres ressources numériques.

Place de la recherche dans la mise en œuvre du nouveau Code minier : vers une véritable industrie de la recherche minière au Mali

Commissariat chargé des Activités Minières (CCAM)

Bamako, Mali

Contexte et justification: Le secteur minier constitue l'un des principaux moteurs de l'économie malienne, contribuant de manière significative aux recettes d'exportation, aux finances publiques et à la création d'emplois. L'entrée en vigueur du nouveau Code minier (Loi n°2023-040) et de la loi relative au contenu local (Loi n°2023-041) ouvre une phase déterminante pour le secteur, avec des exigences accrues en matière de contenu local, de transformation des ressources et de gouvernance. La mise en œuvre effective de ce nouveau cadre dépendra largement de la capacité du pays à mobiliser une recherche scientifique et technique solide, capable d'accompagner l'innovation, la formation des compétences et la valorisation locale des ressources minières.

Cet atelier réunira l'État, les sociétés minières, les universités et centres de recherche, le secteur privé et la société civile pour examiner comment structurer une véritable industrie de la recherche autour

des mines, un écosystème pérenne de recherche appliquée, de financement, de partenariats université-industrie et de transfert technologique en cohérence avec les priorités du nouveau Code minier.

Cet atelier vise à analyser la place de la recherche dans la mise en œuvre du nouveau Code minier et promouvoir un dialogue multi-acteurs pour poser les bases d'une industrie de recherche minière structurée, alignée sur les priorités d'innovation et de développement du secteur.
