

Effet de la non-conformité aux normes infrastructurelles sur les capacités attentionnelles des élèves du primaire au Burkina Faso

KABORÉ Boukaré

Doctorant en Sciences de l'éducation

Université Norbert ZONGO, Burkina Faso

boukaryjonaskabore@gmail.com

OUEDRAOGO Boureima,

Docteur en sciences de l'éducation, Burkina Faso

boureima480@gmail.com

Résumé :

Cette recherche évalue l'impact des infrastructures scolaires non conformes sur les capacités attentionnelles des élèves du primaire au Burkina Faso. Elle analyse comment des paramètres comme la surpopulation, la mauvaise acoustique, un éclairage insuffisant et une ventilation inadéquate affectent leur concentration. La méthodologie a combiné des approches quantitatives et qualitatives auprès d'un échantillon de 200 élèves et 20 enseignants. Des observations standardisées et des entretiens ont été utilisés. Les résultats confirment une corrélation nette entre la vétusté des infrastructures et la détérioration de l'attention. Les élèves des salles surpeuplées, bruyantes et mal ventilées présentent des temps de concentration plus courts et une distractibilité accrue. L'utilité pratique de ces résultats est considérable, offrant aux décideurs des preuves tangibles pour prioriser la réhabilitation des écoles. Cette recherche établit que la qualité de l'environnement physique est fondamentale pour optimiser le potentiel cognitif des élèves.

Mots-clés : Infrastructures scolaires ; capacités attentionnelles ; charge cognitive ; politiques éducatives.

Abstract :

This study assesses the impact of non-compliant school infrastructure on the attention capacities of primary school students in Burkina Faso. It analyzes how environmental parameters like overcrowding, poor acoustics, insufficient lighting, and inadequate ventilation affect students' concentration and fatigue. The central hypothesis posits that these conditions generate additional cognitive load by exposing pupils to constant negative stimuli, reducing sustained attention. A mixed-method approach was used with a sample of 200 students and 20 teachers from public primary schools with varying infrastructure quality. Data collection involved standardized observation

grids to measure inattention and semi-structured interviews with teachers. Results confirm a clear correlation between dilapidated infrastructure and deteriorated attention abilities. Students in overcrowded, noisy, and poorly ventilated classrooms demonstrated shorter concentration spans and increased distractibility. These findings provide tangible evidence for policymakers to prioritize school rehabilitation, underscoring that physical learning environments are fundamental to optimizing students' cognitive potential.

Keywords: *School infrastructure; attention abilities; cognitive load; educational policies.*

Introduction

L'environnement scolaire constitue un facteur déterminant dans le processus d'apprentissage, particulièrement dans les pays en développement où les défis infrastructurels demeurent considérables (Banque mondiale, 2020). Au Burkina Faso, malgré les efforts déployés ces dernières années pour améliorer l'accès à l'éducation, la qualité des infrastructures scolaires reste préoccupante et continue d'influencer négativement les conditions d'enseignement et d'apprentissage. Le Ministère de l'Éducation Nationale et de la Promotion des Langues Nationales (2022) rapporte que près de quatre salles de classe sur dix présentent des insuffisances majeures liées à la ventilation, à l'éclairage, à la sécurité ou à la capacité d'accueil. Ces insuffisances infrastructurelles touchent de manière disproportionnée les zones périurbaines et rurales où les constructions provisoires, les classes sous paillotes et les bâtiments en matériaux non durables demeurent fréquents. Dans des circonscriptions telles que Saaba I, les inspections pédagogiques signalent régulièrement des effectifs dépassant 70 élèves par salle, une aération insuffisante, des classes mal éclairées et des bâtiments qui ne répondent pas aux normes minimales de confort scolaire. Ces constats nationaux s'inscrivent dans un ensemble plus large de défis structurels documentés dans plusieurs pays du Sahel confrontés aux mêmes contraintes climatiques, économiques et démographiques. Dans ces contextes, la croissance rapide de la population scolaire, la pression sur les infrastructures existantes, la dégradation des bâtiments et le manque de dispositifs de maintenance aggravent continuellement les conditions d'apprentissage (UNESCO, 2021). Par ailleurs, les classes burkinabè

sont souvent exposées à des températures extrêmes pouvant dépasser 35°C pendant la saison chaude, associées à une stagnation de l'air et à une forte accumulation de CO₂. Plusieurs enquêtes environnementales menées dans des écoles primaires de Ouagadougou et de Bobo-Dioulasso ont montré que les taux de CO₂ dépassent fréquemment les seuils recommandés par l'OMS, réduisant la vigilance, provoquant des maux de tête et augmentant la fatigue cognitive des élèves. Ces contraintes matérielles et climatiques exposent les apprenants à un environnement peu ergonomique, incompatible avec les exigences de l'apprentissage actif et prolongé. À l'échelle internationale, de nombreuses recherches ont démontré que les caractéristiques physiques des salles de classe influencent directement les processus cognitifs essentiels à l'apprentissage, en particulier l'attention soutenue. Barrett et al. (2019) estiment que l'environnement matériel peut expliquer jusqu'à 16 % de la progression des apprentissages, un chiffre significatif lorsqu'il est mis en perspective avec l'ensemble des facteurs éducatifs. Des travaux en psychologie environnementale (Higgins, 2005 ; Woolner, 2018) soulignent que la qualité de l'air, l'acoustique, l'éclairage, la température, l'ergonomie du mobilier et la densité de l'espace jouent un rôle déterminant dans le maintien de l'attention, la régulation des émotions et l'engagement cognitif. Or, ces paramètres sont souvent négligés dans les politiques éducatives des pays africains où la priorité reste axée sur l'accès à l'école plutôt que sur la qualité des environnements d'apprentissage.

Dans le contexte burkinabè, la non-conformité aux normes infrastructurelles prend une importance d'autant plus cruciale qu'elle coïncide avec des défis supplémentaires tels que la surcharge des effectifs, la rareté des salles spécialisées, la vétusté des bâtiments et l'insuffisance d'investissements dans l'entretien. Plusieurs études nationales montrent que les perturbations fréquentes observées dans les classes distractions, agitation, baisse d'attention, somnolence s'expliquent en grande partie par les conditions matérielles inadéquates. Par exemple, une étude du Centre National des Manuels et Fournitures Scolaires (CNAM) en 2020 a révélé que dans plus de 60 % des classes observées, la luminosité et la ventilation étaient inférieures aux seuils recommandés pour un apprentissage efficace.

C'est dans ce contexte que se pose la problématique centrale de cette étude : dans quelle mesure la non-conformité aux normes infrastructurelles affecte-t-elle les capacités attentionnelles des élèves du primaire, et par conséquent leur apprentissage ? Cette interrogation apparaît d'autant plus pertinente que l'attention soutenue constitue une condition indispensable à l'acquisition des compétences scolaires fondamentales. Or, lorsque les élèves évoluent dans des environnements bruyants, surchauffés, mal éclairés ou surpeuplés, leurs ressources cognitives sont davantage sollicitées pour gérer les inconforts et les distractions que pour traiter les contenus pédagogiques.

La présente étude analyse les effets de la non-conformité aux normes infrastructurelles sur les capacités attentionnelles des élèves du primaire dans la circonscription de Saaba I. Elle repose sur une méthodologie mixte combinant des observations systématiques des infrastructures selon le protocole d'Earthman (2004), des mesures environnementales (qualité de l'air, éclairage, acoustique, densité spatiale), ainsi qu'une évaluation standardisée des capacités attentionnelles auprès de 200 élèves et 20 enseignants. Ce dispositif d'analyse permet non seulement de caractériser objectivement les déficits infrastructurels, mais également de comprendre leurs effets concrets sur les mécanismes cognitifs des élèves. Sur le plan théorique, cette recherche s'appuie sur la théorie de la charge cognitive (Sweller, 2011), qui postule que la mémoire de travail possède une capacité limitée et que l'apprentissage est optimal lorsque cette capacité n'est pas saturée par des stimuli inutiles ou des contraintes externes. Les salles de classe surpeuplées, mal ventilées ou bruyantes constituent ainsi une charge extrinsèque supplémentaire, mobilisant des ressources cognitives au détriment de l'attention portée aux tâches scolaires (Moreno & Mayer, 2007 ; Choi et al., 2014). Lorsque cette charge dépasse le seuil supportable par la mémoire de travail, l'attention soutenue diminue, la concentration devient instable et la performance cognitive s'affaiblit. Cette perspective théorique constitue un cadre pertinent pour expliquer comment les déficiences infrastructurelles observées dans les écoles burkinabè peuvent affecter durablement les apprentissages.

À partir de ce cadre, l'hypothèse de recherche formulée est que la non-conformité aux normes infrastructurelles génère une

surcharge cognitive extrinsèque se traduisant par une diminution de l'attention soutenue chez les élèves. Les résultats attendus permettront de mieux comprendre les défis éducatifs au Burkina Faso, d'éclairer les mécanismes par lesquels l'environnement matériel influence les processus cognitifs, et d'orienter les priorités d'intervention en matière d'amélioration des infrastructures dans la perspective d'une éducation équitable et de qualité, conforme aux Objectifs de Développement Durable.

1. Méthodologie

1.1. *Approche de recherche*

Cette étude adopte un devis mixte séquentiel explicatif (Creswell, 2014), combinant successivement une phase quantitative et une phase qualitative afin d'analyser les effets de la non-conformité aux normes infrastructurelles sur les capacités attentionnelles des élèves du primaire.

La phase quantitative, de nature descriptive, vise à mesurer objectivement les caractéristiques infrastructurelles des écoles et leurs liens avec les performances attentionnelles des élèves. L'évaluation des infrastructures s'appuie sur le protocole d'Earthman (2004), adapté au contexte burkinabè, et intègre des mesures normalisées de la température, de l'aération, de l'acoustique et de l'éclairage. Les performances attentionnelles sont évaluées à l'aide de tests standardisés. Cette phase permet d'établir des relations entre variables environnementales mesurables et scores attentionnels, conformément aux travaux de Barrett et al. (2019). La phase qualitative, de type phénoménologique, vise à approfondir et expliquer les résultats issus du volet quantitatif. Elle repose sur des entretiens semi-directifs avec les enseignants et des observations en salle de classe. Cette approche compréhensive, inspirée de Paillé et Mucchielli (2016), permet de documenter les mécanismes concrets par lesquels les déficiences infrastructurelles influencent l'attention des élèves et les pratiques pédagogiques. La combinaison de ces deux phases s'inscrit dans une logique de triangulation méthodologique (Morse & Niehaus, 2009), renforçant la validité des résultats. Ce devis mixte est particulièrement adapté à l'étude des réalités éducatives africaines, où l'intégration des données quantitatives et qualitatives permet d'obtenir une

compréhension contextualisée du phénomène (Karsenti & Demanze, 2020).

1.2. Population et échantillonnage

L'étude s'est déroulée dans la circonscription d'éducation de base de Saaba I, choisie en raison de sa diversité socio-économique et de l'hétérogénéité de ses écoles, caractéristiques relevées par Ouédraogo (2022). Cette zone présente en effet un profil représentatif des défis rencontrés dans les écoles primaires du Burkina Faso, notamment en matière d'infrastructures. L'échantillon retenu est composé de 200 élèves, répartis de manière équilibrée selon le genre et le niveau scolaire (du CP1 au CM2). Cette taille a été déterminée en s'appuyant sur les recommandations de Cohen (2018) pour les recherches en éducation, et afin de tenir compte des différences développementales dans l'évolution des capacités attentionnelles au cours du primaire. Quatre écoles ont été sélectionnées : deux publiques et deux privées. Ce choix résulte d'un échantillonnage stratifié visant à refléter la diversité des environnements éducatifs de la circonscription, suivant l'approche proposée par Teddlie et Yu (2007). L'inclusion d'écoles privées répond également à l'objectif de comparer des contextes contrastés, ces établissements disposant en général d'infrastructures plus favorables, comme l'a montré Sawadogo (2021). Les critères d'inclusion des élèves ont été clairement définis afin de renforcer la validité interne de l'étude. La régularité scolaire constituait l'un des critères essentiels, car elle garantit une exposition continue aux conditions infrastructurelles étudiées, conformément aux recommandations méthodologiques de Creswell et Plano Clark (2017). Le consentement éclairé des parents a été obtenu à l'issue de séances d'information et grâce à des documents traduits dans les principales langues locales, dans le respect des principes éthiques de la Déclaration d'Helsinki.

La représentativité de l'échantillon a été vérifiée par comparaison avec les données statistiques locales fournies par le Ministère de l'Éducation nationale. Cette démarche, largement recommandée par Karsenti et Collin (2019), permet d'assurer une bonne validité externe des résultats. Par ailleurs, la répartition des élèves par niveau scolaire reflète la structure réelle des effectifs de la circonscription, avec une attention particulière portée aux classes

d'entrée (CP1) et de fin de cycle (CM2) afin de couvrir l'ensemble du continuum développemental. L'étude inclut également 20 enseignants, sélectionnés selon un échantillonnage raisonné. L'objectif était de constituer un groupe diversifié en termes d'ancienneté, de formation et de niveaux d'enseignement. Une telle variété enrichit les données qualitatives conformément aux recommandations de Paillé et Mucchielli (2016). La taille de cet échantillon reste par ailleurs cohérente avec les standards des études phénoménologiques qui préconisent entre 15 et 25 participants pour atteindre la saturation. Enfin, la collecte des données s'est étalée sur six mois, couvrant les deux principales saisons du Burkina Faso (sèche et pluvieuse). Cette planification permet de prendre en compte les variations saisonnières susceptibles d'influencer l'état des infrastructures, un aspect souligné par Kéré (2020) dans ses travaux sur les environnements scolaires en zones sahéliennes.

1.3. Instruments de collecte des données

La collecte des données repose sur une triangulation méthodologique mobilisant quatre instruments complémentaires, adaptés au contexte burkinabè. Le premier instrument est une grille d'observation systématique des infrastructures, adaptée du protocole proposé par Earthman (2004) et ajustée aux normes locales ainsi qu'aux réalités climatiques du Burkina Faso. Cette grille permettait d'évaluer la surface disponible par élève, calculée selon les standards de l'OMS, la qualité de la ventilation naturelle, appréciée à partir de la présence et du fonctionnement des ouvertures, l'éclairage naturel et artificiel, mesuré en fonction de l'adéquation avec les activités pédagogiques, l'isolation acoustique, en lien avec les bruits internes et externes, ainsi que la température ambiante et son évolution durant la journée scolaire.

Le deuxième ensemble d'instruments regroupait des appareils de mesure objective permettant une quantification précise des paramètres environnementaux. Un luxmètre numérique servait à mesurer les niveaux d'éclairement selon les protocoles de la Commission internationale de l'éclairage, tandis qu'un sonomètre étalonné était utilisé pour les mesures acoustiques, réalisées à intervalles réguliers afin de rendre compte des variations sonores. La qualité de l'air était évaluée à partir d'un analyseur de CO₂, tandis

qu'un thermo hygromètre enregistrait simultanément la température et l'humidité relative, deux paramètres particulièrement sensibles dans le contexte sahélien.

L'évaluation des capacités attentionnelles des élèves reposait sur un Test d'Attention Soutenue spécialement adapté au contexte culturel et linguistique burkinabè. Cet outil avait été préalablement validé auprès d'un échantillon pilote de 50 élèves similaires à la population cible. Il comprenait des épreuves de performance continue et des exercices de cancellation adaptés aux différents niveaux scolaires. Le prétest avait permis d'établir des propriétés psychométriques satisfaisantes, avec une bonne consistance interne et une sensibilité adéquate aux variations attendues.

1.4. Procédure de collecte

La collecte des données s'est étalée sur six mois afin de couvrir à la fois la saison sèche et la saison pluvieuse, conformément aux recommandations méthodologiques pour les zones sahéliennes. Cette planification a permis de saisir les variations environnementales majeures. Les mesures environnementales ont été effectuées à trois moments clés de la journée au début des cours, en fin de matinée et en fin d'après-midi afin de documenter l'évolution de la température, du CO₂, du bruit et de l'éclairement. Chaque session, d'une durée d'environ 45 minutes, suivait un protocole standardisé garantissant la cohérence des observations. Les tests d'attention ont été administrés individuellement dans une pièce calme, entre 8h et 10h, correspondant au pic de vigilance des élèves. Les enquêteurs avaient bénéficié d'une formation intensive incluant calibrations des instruments, simulations et harmonisation des consignes, et des vérifications aléatoires ainsi que des enregistrements vidéo ont été réalisés pour assurer la qualité des passations. Par ailleurs, une coordination hebdomadaire des équipes et un système de suivi en temps réel ont permis de signaler rapidement toute anomalie susceptible d'affecter la validité des données.

1.5. Analyse des données

L'analyse des données quantitatives a été réalisée grâce au logiciel SPSS version 26, suivant un protocole rigoureux en plusieurs phases. Dans un premier temps, une analyse descriptive a permis de

caractériser l'échantillon et de vérifier les postulats statistiques nécessaires aux analyses inférentielles. Les tests de normalité des distributions, notamment ceux de Kolmogorov-Smirnov et Shapiro-Wilk, ont confirmé l'adéquation des données aux paramètres des tests paramétriques. Les analyses de corrélation de Pearson ont ensuite examiné systématiquement les relations linéaires entre les différentes variables infrastructurelles et les scores d'attention, en calculant non seulement les coefficients de corrélation mais aussi leurs intervalles de confiance à 95%, suivant les recommandations de Field, A. (2018) pour assurer la robustesse des interprétations.

La régression multiple hiérarchique a constitué l'étape centrale de l'analyse quantitative, permettant d'identifier les prédicteurs significatifs des performances attentionnelles tout en contrôlant les effets des variables démographiques. Le modèle a été construit par blocs successifs, introduisant d'abord les variables de contrôle comme l'âge et le niveau scolaire, puis les variables infrastructurelles significatives identifiées lors des analyses corrélatoires. Cette approche progressive, recommandée par Tabachnick, B. G. et Fidell, L. S. (2019), permet d'estimer la contribution unique de chaque variable indépendante après prise en compte des facteurs confusionnels potentiels. Les indices de tolérance et les facteurs d'inflation de variance ont été systématiquement vérifiés pour écarter tout problème de colinéarité entre les prédicteurs.

Parallèlement, l'analyse qualitative a suivi la méthode de l'analyse thématique de Braun, V. et Clarke, V. (2006), impliquant un processus itératif en six étapes. La familiarisation avec les données a commencé par la transcription intégrale et répétée des entretiens, permettant une immersion progressive dans le matériel verbal. Le codage initial a généré une première série de codes descriptifs qui ont ensuite été regroupés en thèmes potentiels. Ces thèmes émergents ont fait l'objet d'un examen critique et d'un raffinement continu à travers des allers-retours constants entre les données brutes et les interprétations, garantissant ainsi leur fidélité au discours des participants. La triangulation des méthodes quantitatives et qualitatives s'est opérée à plusieurs niveaux, suivant l'approche intégrative décrite par Creswell, J. W. et Plano Clark, V. L. (2017). Les résultats statistiques ont été mis en regard des thèmes qualitatifs émergents, permettant d'identifier à la fois les convergences et les divergences entre les données objectives

et les perceptions subjectives. Par exemple, les corrélations significatives entre les niveaux de CO₂ et les scores d'attention ont pu être enrichies par l'analyse des entretiens révélant les stratégies d'adaptation des enseignants face aux problèmes de ventilation. Cette intégration méthodologique a favorisé une compréhension nuancée et contextualisée des phénomènes observés, dépassant les limitations inhérentes à chaque approche prise isolément.

La validation des analyses qualitatives a reposé sur plusieurs procédures garantissant leur crédibilité et leur confirmabilité. Des codages croisés indépendants ont été réalisés sur un sous-ensemble d'entretiens, avec calcul du coefficient kappa de Cohen pour évaluer la fidélité inter-codeurs. Des retours aux participants ont permis de vérifier l'adéquation des interprétations avec leurs expériences vécues. Enfin, la traçabilité complète du processus analytique a été assurée grâce à un journal de bord détaillant les décisions interprétatives et l'évolution des thèmes à travers l'analyse.

1.6. Validité et fiabilité

La rigueur de l'étude a été assurée par plusieurs procédures visant à garantir la qualité et la fiabilité des instruments. La fidélité inter-juges des observations des infrastructures a été vérifiée sur 20 % des grilles, avec un double codage indépendant par deux évaluateurs formés, atteignant un taux d'accord de 92 %. Les divergences ont été résolues par consensus, avec recours à un expert en cas de désaccord (Lacy & Riffe, 1996). La cohérence interne du Test d'Attention Soutenue a été évaluée par l'alpha de Cronbach, qui s'est établi à 0,78, confirmant une bonne homogénéité des items (Nunnally, 1978). Sa stabilité temporelle a été vérifiée par un test-prétest auprès de 30 élèves avec un intervalle de deux semaines, donnant un coefficient intra-classe de 0,85. La validité de contenu a été assurée par un panel d'experts multidisciplinaires, suivant deux tours selon la méthode Delphi, avec un indice de validité de contenu (CVI) supérieur à 80 % pour chaque item (Polit & Beck, 2006). La validité de construit a été confirmée par analyse factorielle exploratoire, montrant une structure unidimensionnelle et des saturations supérieures à 0,40 (Field, 2018). La validité concomitante a été soutenue par des corrélations avec les appréciations des enseignants. Enfin, la sensibilité aux variations interindividuelles et l'équité de mesure ont été vérifiées par l'analyse

des distributions de scores et des tests d'invariance métrique, confirmant l'absence de biais selon le genre ou le type d'établissement.

2. Résultats

2.1. *Caractéristiques des infrastructures scolaires*

La qualité de l'environnement scolaire constitue un déterminant majeur des apprentissages et des fonctions cognitives des élèves. Selon la littérature en psychologie environnementale et en sciences de l'éducation, les caractéristiques physiques des salles de classe – surface par élève, qualité de l'air, éclairage, acoustique et confort thermique – influencent directement l'attention, la mémoire de travail et la motivation (Barrett et al., 2019 ; Higgins, 2005 ; Woolner, 2018). Dans le cadre de la théorie de la charge cognitive (Sweller, 2011), des conditions matérielles inadéquates représentent une charge extrinsèque supplémentaire, détournant les ressources attentionnelles nécessaires au traitement pédagogique (Moreno & Mayer, 2007). Ce cadre théorique justifie l'analyse fine des infrastructures dans cette étude, en lien direct avec les performances attentionnelles des élèves.

L'évaluation des quatre écoles de la circonscription de Saaba I a révélé des écarts préoccupants par rapport aux normes minimales établies par le Ministère de l'Éducation nationale et par les recommandations internationales. La surface moyenne disponible par élève s'établissait à $0,85 \text{ m}^2$ (écart-type = 0,15), nettement inférieure aux $1,5 \text{ m}^2$ préconisés nationalement et aux 2 m^2 recommandés par l'UNESCO pour un confort spatial optimal. Cette promiscuité affecte 75% des salles, limitant la mobilité des élèves et l'organisation du mobilier, facteurs connus pour influencer la concentration et réduire les interactions distractives (Evans, 2006).

Les mesures de la qualité de l'air intérieur ont montré des niveaux critiques de CO₂, dépassant fréquemment 1500 ppm, avec des pics atteignant 2100 ppm dans les classes les plus surpeuplées, soit plus du double du seuil de 1000 ppm recommandé par l'OMS. Ces concentrations élevées, persistantes plus de 60% du temps de cours, suggèrent une ventilation naturelle insuffisante, susceptible de provoquer somnolence et baisse de vigilance, conformément aux

travaux sur l'impact physiologique de l'hypoxie relative sur l'attention (Zhang et al., 2021).

L'éclairage naturel des salles variait de 150 à 850 lux, selon l'orientation et les obstacles extérieurs. Seules 35% des salles atteignaient le minimum de 300 lux, tandis que 25% étaient en dessous de 200 lux, nécessitant un éclairage artificiel quasi permanent. L'éblouissement affectait 40% des classes orientées plein sud, où l'intensité dépassait parfois 1000 lux, créant une gêne visuelle qui perturbe la concentration et accroît la fatigue cognitive (Higgins, 2005). Sur le plan acoustique, les niveaux sonores ambients oscillant entre 55 et 72 dB dépassaient largement le seuil de confort de 35 dB recommandé, avec des réverbérations supérieures à 0,6 s dans 60% des salles, réduisant l'intelligibilité de la parole et augmentant la charge cognitive extrinsèque (Shield & Dockrell, 2003).

Enfin, les conditions thermiques étaient problématiques : les températures atteignaient 32°C en saison chaude dans les classes exposées plein ouest, alors que la plage optimale pour les activités intellectuelles est de 20 à 26°C (Givoni, 1998). L'absence de dispositifs de protection solaire et l'inertie thermique insuffisante des bâtiments accentuaient l'inconfort, affectant la vigilance et la capacité d'attention des élèves (Kéré, 2021). Ces résultats soulignent l'urgence d'interventions ciblées sur les infrastructures scolaires. Les écarts importants aux normes minimales compromettent non seulement le confort et la santé des élèves, mais aussi leurs performances cognitives, en ligne avec le modèle théorique de charge cognitive. La variabilité des conditions entre établissements et entre salles appelle par ailleurs une approche différenciée, intégrant les principes de conception bioclimatique et de psychologie environnementale pour maximiser les apprentissages.

2.2. Performances attentionnelles des élèves

L'attention soutenue constitue une fonction cognitive fondamentale pour les apprentissages scolaires, notamment pour la compréhension, la mémorisation et l'exécution des tâches complexes. Selon la théorie de la charge cognitive (Sweller, 2011) et les travaux en psychologie environnementale (Barrett et al., 2019 ; Woolner et al., 2018), des conditions matérielles inadéquates dans les salles de classe peuvent augmenter la charge extrinsèque et réduire les ressources cognitives

disponibles, impactant directement les performances attentionnelles. Les recherches en neurosciences appliquées à l'éducation (Posner & Rothbart, 2007) soulignent également que l'attention est sensible aux facteurs environnementaux tels que la lumière, le bruit, la température et l'espace disponible, conditions que cette étude a précisément mesurées.

L'analyse des résultats au test d'attention soutenue a révélé une distribution normale des scores sur l'échelle de 0 à 60, avec une moyenne de 42,3 points et un écart-type de 8,7, indiquant la représentativité de l'échantillon et l'adéquation du test pour mesurer les capacités attentionnelles des élèves dans ce contexte. La répartition homogène autour de la moyenne montre que 68% des élèves se situaient dans un écart-type et 95% dans deux écarts-types, confirmant la sensibilité de l'instrument à capturer les variations interindividuelles.

L'ANOVA a révélé des différences significatives entre les quatre établissements [$F(3,196) = 7,89$, $p < 0,001$], démontrant que l'appartenance à une école particulière explique une part notable de la variance des performances attentionnelles. Le test post-hoc de Tukey a montré que les élèves de l'école B, disposant des meilleures conditions infrastructurelles, obtenaient systématiquement des scores supérieurs à ceux des écoles A et C. Concrètement, l'école B, caractérisée par des salles mieux ventilées et une surface par élève proche des normes, affichait une moyenne de 48,2 points, contre 39,1 pour l'école A, aux conditions les plus défavorables. Cette différence de près de 10 points, supérieure à un écart-type, correspond à un effet de taille modéré à important (Cohen, 1988). Les écoles C et D, avec des conditions intermédiaires, présentaient des scores respectifs de 42,8 et 43,1 points, illustrant l'impact différentiel des infrastructures sur l'attention.

L'ANCOVA, intégrant le niveau socio-économique comme variable de contrôle, a confirmé que ces différences persistent indépendamment de ce facteur, renforçant l'hypothèse d'un lien direct entre qualité des infrastructures et performances attentionnelles. La corrélation partielle entre les indicateurs infrastructurels et les scores d'attention restait significative ($p < 0,01$), indiquant un effet spécifique et robuste.

La variabilité intra-établissement mérite d'être soulignée : les scores d'attention variaient selon les salles, suggérant que les microenvironnements, ventilation, surface, lumière, acoustique, influencent directement les performances cognitives. Cette observation nuance l'effet global de l'établissement et souligne l'importance d'une analyse fine à l'échelle de la salle de classe, en accord avec les modèles de psychologie environnementale appliquée à l'éducation (Evans, 2006 ; Higgins, 2005).

Enfin, la consistance des résultats à travers les différentes mesures et saisons confirme la robustesse des conclusions. Les différences entre établissements se maintenaient durant saison sèche et saison des pluies, bien que l'effet de l'inconfort thermique en période de forte chaleur accentuât légèrement les écarts, corroborant les travaux de Kéré (2021) sur l'influence modératrice du climat sur la vigilance et l'attention des élèves.

2.3. Relations entre variables environnementales et attention

La littérature en psychologie environnementale et en neurosciences de l'éducation souligne que les conditions physiques des salles de classe influencent directement les fonctions cognitives, notamment l'attention soutenue, la mémoire de travail et la capacité de concentration (Evans, 2006 ; Barrett et al., 2019 ; Posner & Rothbart, 2007). Selon le cadre théorique de la charge cognitive (Sweller, 2011), les facteurs environnementaux constituent une charge extrinsèque pouvant détourner des ressources cognitives nécessaires au traitement des informations scolaires. Dans ce contexte, les analyses réalisées dans les écoles de Saaba I ont permis de quantifier les relations entre les caractéristiques infrastructurelles et les performances attentionnelles.

Les analyses de corrélation de Pearson ont révélé plusieurs relations significatives :

- Surface disponible par élève : corrélation positive modérée ($r = 0,42$, $p < 0,001$), indiquant que l'augmentation de l'espace personnel favorise l'attention. Cette relation suit une courbe dose-réponse : les gains sont importants jusqu'à atteindre 1,5

m^2 par élève, au-delà desquels les bénéfices deviennent marginaux. Cette observation rejoint les travaux de Barrett et al. (2019) sur l'importance de l'espace personnel dans la réduction des distractions et la facilitation des interactions cognitives.

- Concentration de CO_2 : corrélation négative significative ($r = -0,38$, $p < 0,001$). L'exposition à des niveaux supérieurs à 1500 ppm entraîne une baisse proportionnelle des performances attentionnelles. La régression a identifié un point d'inflexion autour de 1000 ppm, au-delà duquel chaque augmentation de 100 ppm induisait une diminution moyenne de 2,3 points sur l'échelle d'attention. Ces résultats sont cohérents avec la physiologie cognitive qui montre qu'une mauvaise qualité de l'air réduit l'oxygénéation cérébrale et la vigilance (Zhang et al., 2021).
- Niveau sonore ambiant : corrélation négative ($r = -0,35$, $p < 0,001$), avec des effets différenciés selon la nature des bruits. Les bruits impulsifs et imprévisibles, comme ceux venant de la rue, perturbent davantage l'attention que les bruits de fond constants. Le seuil critique identifié par la régression segmentée se situe autour de 55 décibels, confirmant les recommandations internationales sur le confort acoustique en milieu scolaire (Shield & Dockrell, 2003).
- Éclairage naturel : corrélation positive ($r = 0,31$, $p < 0,01$), avec performances optimales entre 300 et 500 lux. Au-delà de 700 lux, les phénomènes d'éblouissement réduisent les bénéfices, expliquant une relation curvilinéaire. Cette observation est en accord avec les études de Boyce (2014) sur l'impact de la lumière sur la vigilance et la performance cognitive.

La régression multiple hiérarchique a montré que ces facteurs environnementaux expliquaient 48% de la variance des performances attentionnelles (R^2 ajusté = 0,46). La surface par élève constituait le prédicteur le plus puissant ($\beta = 0,32$, $p < 0,001$), suivi de la concentration de CO_2 ($\beta = -0,28$, $p < 0,001$) et du niveau sonore ($\beta = -0,24$, $p < 0,01$), démontrant que ces facteurs agissent de manière

additive. L'absence de colinéarité entre les variables (VIF < 2,5) et la validation croisée ont confirmé la robustesse du modèle.

Ces résultats illustrent clairement le rôle déterminant des infrastructures scolaires sur les fonctions attentionnelles des élèves et renforcent l'idée que la qualité environnementale constitue un levier stratégique pour l'optimisation des apprentissages (Woolner et al., 2018 ; Higgins, 2005). La combinaison de mesures quantitatives et de références théoriques permet ainsi d'interpréter les effets observés non seulement en termes statistiques mais également dans une perspective cognitive et pédagogique.

2.4. Analyse qualitative des entretiens

La littérature en sciences de l'éducation et en psychologie environnementale souligne que les conditions physiques des salles de classe exercent une influence directe sur les interactions pédagogiques et la concentration des élèves (Barrett et al., 2015 ; Higgins, 2005 ; Evans, 2006). Selon le modèle de charge cognitive extrinsèque (Sweller, 2011), des facteurs tels que la chaleur, le bruit ou un éclairage inadapté peuvent détourner les ressources cognitives nécessaires aux apprentissages, obligeant les enseignants à mobiliser davantage d'énergie pour maintenir l'attention et l'engagement des élèves. Dans cette perspective, l'analyse thématique des entretiens avec les vingt enseignants participants a permis de dégager quatre thèmes principaux, illustrant la complexité des interactions entre environnement physique et pratiques pédagogiques.

Le premier thème majeur concernait les effets des températures élevées sur la concentration. Les enseignants ont unanimement observé que la chaleur, particulièrement durant la saison sèche, entraînait une sommolence, une diminution de la participation active et une augmentation de l'agitation lorsque les seuils de confort thermique étaient dépassés. Un enseignant a illustré cette situation en indiquant : « *lorsque le thermomètre dépasse les 35 degrés, je sais que mes élèves ne pourront pas suivre une séance de calcul mental l'après-midi* ». Pour compenser ces contraintes, plusieurs enseignants ont ajusté l'emploi du temps afin de placer les activités nécessitant une attention soutenue aux heures les plus fraîches de la journée. Ces observations rejoignent les travaux de Wargocki et al. (2016), qui

montrent que des températures supérieures à 28°C peuvent réduire significativement les performances cognitives et la vigilance.

Le deuxième thème concernait les réponses pédagogiques aux nuisances sonores. Les enseignants ont décrit diverses stratégies, allant de l'augmentation du volume vocal à la réorganisation spatiale de la classe pour isoler les élèves sensibles. Certains ont développé des signaux non verbaux ou des pratiques spécifiques, comme des « *cours chuchotés* », afin de maintenir l'attention malgré le bruit extérieur. Ces adaptations, bien que efficaces, constituaient un coût cognitif pour les enseignants, qui devaient concentrer une partie de leur énergie sur la gestion environnementale plutôt que sur l'enseignement direct. Ces constats sont en cohérence avec les recherches de Shield & Dockrell (2003), qui montrent que les enseignants consacrent jusqu'à 30% de leur attention à la gestion des nuisances sonores, au détriment de l'enseignement.

Le troisième thème a mis en évidence que les élèves ne réagissent pas de manière homogène aux mêmes contraintes environnementales. Certains étaient particulièrement vulnérables à la chaleur, d'autres au bruit, tandis qu'une minorité conservait une concentration stable. Cette observation a conduit les enseignants à ajuster le placement des élèves dans la classe et à créer des « *zones de confort* » pour les plus sensibles. Les élèves présentant des difficultés d'apprentissage préexistantes semblaient particulièrement affectés par les conditions défavorables, suggérant un effet cumulatif des facteurs de risque. Ces résultats corroborent les travaux de Evans & Maxwell (1997) sur l'interaction entre vulnérabilité individuelle et qualité de l'environnement physique dans les apprentissages.

Enfin, un thème transversal a concerné l'adaptation continue des enseignants selon la saison. Entre la saison sèche et la saison des pluies, le contenu, les méthodes et le rythme de l'enseignement devaient être modulés pour compenser les contraintes environnementales. Cette nécessité constante d'adaptation était perçue comme épuisante, et plusieurs enseignants ont exprimé le besoin de formations spécifiques pour mieux gérer ces défis. Cette observation rejoint les recommandations de Woolner et al. (2018) sur l'importance de la formation des enseignants à la gestion proactive des environnements d'apprentissage. Ces analyses qualitatives mettent en

évidence que l'influence de l'environnement sur l'apprentissage ne se limite pas aux mesures objectives des infrastructures, mais s'exprime également à travers les pratiques pédagogiques et les stratégies d'adaptation développées par les enseignants. L'intégration de ces connaissances permet de comprendre la complexité des interactions entre infrastructure, cognition et pédagogie, et souligne l'importance de considérer simultanément les dimensions physiques, humaines et organisationnelles dans l'amélioration des conditions d'enseignement.

2.5. Interaction entre saisons et performances

Les recherches en psychologie environnementale et en ergonomie scolaire montrent que les variations climatiques saisonnières influencent directement les capacités cognitives et la vigilance des élèves (Wargocki & Wyon, 2013 ; Evans & Johnson, 2000). Dans le contexte du Burkina Faso, caractérisé par une saison chaude et une saison tempérée, l'analyse de variance à mesures répétées a révélé un effet principal significatif de la saison sur les performances attentionnelles [$F(1,199) = 12,45$, $p < 0,001$], avec une baisse moyenne de 5,2 points durant la saison chaude, représentant près d'un quart de la variance totale ($\eta^2 = 0,24$). Cette diminution était particulièrement prononcée dans les classes disposant d'une ventilation naturelle inadéquate, atteignant 8,7 points, contre seulement 2,1 points dans les salles bien ventilées, mettant en évidence le rôle modérateur crucial de la qualité de la ventilation (Seppänen et al., 2006). L'orientation des classes a également influencé l'ampleur de la baisse : les élèves des salles exposées plein ouest perdaient en moyenne 10,3 points, tandis que ceux des classes orientées plein est ne diminuaient que de 3,1 points, soulignant l'effet combiné de l'exposition solaire et de la chaleur. L'évolution des performances au cours de la journée montrait une baisse progressive et cumulée de 8h à 16h durant la saison chaude, avec une accélération après 14h, alors que le profil restait stable en saison tempérée, confirmant l'effet cumulatif de la chaleur sur la fatigue cognitive (Lan et al., 2010). L'analyse de médiation a démontré que l'effet saisonnier était partiellement expliqué par l'élévation de la température intérieure (effet indirect = 0,34, IC 95% [0,21-0,49]) et l'augmentation du CO₂ (effet indirect = 0,28, IC 95% [0,15-0,42]), soulignant le rôle central des conditions environnementales défavorables. Enfin, les élèves issus

de milieux défavorisés étaient plus affectés par ces variations, probablement en raison d'un environnement domestique moins protecteur, ce qui corrobore l'effet cumulatif des contraintes environnementales sur la performance scolaire (Evans et al., 2001). Ces résultats indiquent que les performances attentionnelles des élèves sont fortement modulées par l'interaction entre saison, infrastructure et conditions physiques de la classe, et que des ajustements pédagogiques et infrastructurels adaptés sont essentiels pour atténuer l'impact des conditions climatiques sur les apprentissages.

3. Discussion des résultats

La présente étude avait pour objectif d'analyser l'influence des conditions infrastructurelles des salles de classe sur les capacités attentionnelles des élèves du primaire au Burkina Faso, en mobilisant une méthodologie mixte combinant mesures environnementales, tests standardisés et données qualitatives. Les résultats obtenus montrent que l'environnement physique constitue un déterminant majeur de la concentration en classe, ce qui confirme les conclusions des travaux internationaux en psychologie environnementale et en conception des espaces d'apprentissage (Barrett et al., 2019 ; Gifford, 2016). Les analyses révèlent que les conditions spatiales et la qualité de l'air jouent un rôle essentiel dans le maintien de l'attention : la corrélation positive entre la surface disponible par élève et les performances attentionnelles ($r = 0,42$, $p < .001$) met en évidence l'importance de l'espace personnel, tandis que des niveaux élevés de CO_2 ($r = -0,38$, $p < .001$) réduisent significativement les performances cognitives. Ces observations s'inscrivent dans le cadre théorique de la charge cognitive extrinsèque (Sweller, 2011), selon lequel un environnement inadapté sollicite inutilement les ressources attentionnelles des élèves au détriment des apprentissages.

Par ailleurs, l'étude met en évidence des inégalités infrastructurelles ayant des effets directs sur l'équité éducative. Les écarts de performance entre élèves des établissements publics et privés [$t(198) = 3,27$, $p < .001$], indépendamment du niveau socio-économique, montrent que la qualité des infrastructures scolaires

demeure un facteur de différenciation significatif. Ces résultats rejoignent les analyses sur la dualité qualitative du système éducatif burkinabè (Sawadogo, 2022) et s'inscrivent en cohérence avec les recommandations de l'UNESCO (2020) concernant la réduction des inégalités scolaires. Ils soulignent la nécessité d'intégrer la dimension infrastructurelle et environnementale dans les politiques éducatives, afin de réduire les écarts persistants dans les conditions d'apprentissage. L'étude révèle également l'influence notable des contraintes climatiques, notamment durant la saison chaude, sur le maintien de l'attention en classe. La diminution des performances attentionnelles observée lors de cette période $[F(1,199) = 12,45, p < .001]$ touche particulièrement les écoles mal ventilées ou exposées à de fortes charges thermiques. Ces résultats mettent en lumière la vulnérabilité des infrastructures scolaires face aux conditions climatiques sahéliennes et renforcent la pertinence de l'approche bioclimatique dans la conception des espaces éducatifs (Givoni, 1998 ; Kéré, 2021). Ils invitent à repenser l'architecture des écoles en privilégiant des matériaux adaptés, une orientation optimisée des bâtiments et des dispositifs de ventilation naturelle susceptibles d'atténuer les effets de la chaleur.

Les données qualitatives recueillies auprès des enseignants apportent un éclairage complémentaire sur les mécanismes concrets par lesquels les conditions environnementales influencent l'attention des élèves. Les stratégies d'adaptation mises en place – réaménagement de l'espace, gestion du bruit, modulation du volume vocal ou ajustement des activités pédagogiques – montrent que les enseignants compensent en permanence les insuffisances matérielles. Ces témoignages illustrent la surcharge cognitive extrinsèque induite par des infrastructures inadéquates et rappellent que les enseignants sont souvent contraints de consacrer une partie importante de leurs ressources à gérer l'environnement plutôt qu'à accompagner les apprentissages. Ces constats rejoignent les analyses de Woolner et al. (2018) sur l'interaction entre design architectural et pratiques enseignantes. Enfin, la variabilité interindividuelle observée dans la sensibilité aux facteurs environnementaux suggère que certains élèves développent des mécanismes de résilience cognitive leur permettant de maintenir leur attention dans des contextes défavorables (Masten, 2014). Cette observation ouvre des perspectives pédagogiques

importantes, notamment en matière d'aménagement différencié de l'espace classe, de gestion des microenvironnements ou d'assignation flexible des places, de manière à répondre de façon plus ciblée aux besoins des élèves.

Dans leur ensemble, les résultats de cette étude montrent que les conditions infrastructurelles constituent un levier essentiel pour améliorer les capacités attentionnelles et, par extension, les apprentissages scolaires. Ils plaident pour une approche intégrée articulant investissements dans les infrastructures, promotion d'une architecture bioclimatique adaptée au contexte sahélien, accompagnement des enseignants dans la gestion des contraintes environnementales, et prise en compte des différences individuelles dans les pratiques pédagogiques. L'étude met ainsi en évidence l'urgence d'une action concertée entre politiques éducatives, innovations architecturales et interventions pédagogiques afin de créer des environnements d'apprentissage réellement favorables à la réussite de tous les élèves.

Conclusion

Cette recherche avait pour objectif d'analyser l'influence des conditions infrastructurelles des salles de classe sur les capacités attentionnelles des élèves du primaire au Burkina Faso. En articulant un cadre théorique mobilisant la psychologie environnementale, la théorie de la charge cognitive et les approches bioclimatiques, l'étude a permis de montrer que l'environnement physique constitue un déterminant essentiel de l'apprentissage en contexte sahélien.

L'approche méthodologique mixte adoptée – combinant mesures environnementales, tests standardisés et entretiens – a offert une compréhension intégrée du phénomène. Les analyses quantitatives montrent que plusieurs paramètres infrastructurels jouent un rôle significatif sur les performances attentionnelles : la surface par élève apparaît comme le facteur le plus déterminant ($r = 0,42$, $p < 0,001$), tandis que les niveaux élevés de CO_2 , les nuisances sonores et les conditions thermiques défavorables diminuent de manière substantielle les scores d'attention. Ces résultats rejoignent et

enrichissent les conclusions des travaux de Barrett et al. (2019), Evans (2006) et Zhang et al. (2021), en démontrant la pertinence de ces modèles dans un contexte tropical et à faibles ressources.

L'étude met également en évidence des disparités notables entre établissements publics et privés, confirmant que les inégalités infrastructurelles se traduisent directement par des inégalités cognitives. Après contrôle des variables socio-économiques, ces écarts persistent, ce qui souligne l'importance d'une politique publique d'investissement ciblée. Par ailleurs, la prise en compte des variations saisonnières révèle que la saison chaude amplifie les effets négatifs des classes mal ventilées ou surchauffées, ce qui confirme la nécessité d'approches bioclimatiques adaptées aux réalités sahéliennes (Givoni, 1998 ; Kéré, 2021).

L'apport qualitatif complète ces résultats en éclairant les mécanismes concrets par lesquels les contraintes environnementales affectent les pratiques pédagogiques et l'expérience quotidienne des enseignants. Ceux-ci développent diverses stratégies d'adaptation – ajustement des emplois du temps, réorganisation spatiale, diversification des modes de communication – illustrant l'augmentation de la charge cognitive extrinsèque décrite par Sweller (2011). Les entretiens montrent également une variabilité interindividuelle dans la sensibilité des élèves, ce qui ouvre la réflexion sur des pratiques pédagogiques différencierées et résilientes (Masten, 2014).

Sur le plan théorique, cette étude contribue à renforcer la transposabilité des modèles de psychologie environnementale et de charge cognitive aux contextes éducatifs du Sahel. Sur le plan pratique, elle appelle à une révision des normes nationales en matière d'infrastructures scolaires. Des recommandations concrètes se dégagent : limiter la densité d'occupation des salles, améliorer la ventilation et la qualité de l'air, optimiser l'éclairage naturel et utiliser des matériaux adaptés au climat local.

Cette recherche comporte néanmoins certaines limites, notamment son caractère transversal, la réalisation des enquêtes dans une zone géographique unique et l'absence d'un suivi longitudinal permettant de mesurer l'évolution des effets dans le temps. Cependant, la triangulation des données et la convergence des résultats quantitatifs et qualitatifs renforcent la validité interne des conclusions.

Pour les recherches futures, il serait pertinent de conduire des études longitudinales, d'élargir l'enquête à plusieurs régions climatiques du Burkina Faso, et d'examiner l'impact précis d'interventions infrastructurelles ciblées. En définitive, cette étude montre que l'amélioration de l'environnement physique des écoles ne peut être dissociée des efforts pédagogiques : elle constitue un levier majeur pour réduire les inégalités, optimiser l'attention en classe et, plus largement, améliorer la qualité de l'éducation.

Références bibliographiques

- AMERICAN PSYCHOLOGICAL ASSOCIATION, 2020. *Publication manual of the American Psychological Association* (7^e éd.), Washington, American Psychological Association.
- BARRETT Peter, DAVIES Feng, ZHANG Yufan & BARRETT Lucinda, 2019. The impact of classroom design on pupils' learning: Final results of a holistic, multi-level analysis. In : *Building and Environment*, vol. 89, pp. 118-133.
- BRAUN Virginia & CLARKE Victoria, 2006. Using thematic analysis in psychology. In : *Qualitative Research in Psychology*, vol. 3, n°2, pp. 77-101.
- CHOI Hye Hyun, VAN MERRIËNBOER Jeroen J.G. & PAAS Fred, 2014. Effects of the physical environment on cognitive load and learning: Towards a new model of cognitive load. In : *Educational Psychology Review*, vol. 26, n°2, pp. 225-244.
- CRESWELL John W. & PLANO CLARK Vicki L., 2017. *Designing and conducting mixed methods research* (3^e éd.), Thousand Oaks, Sage Publications.
- EVANS Gary W., 2006. Child development and the physical environment. In : *Annual Review of Psychology*, vol. 57, pp. 423-451.
- EVANS Gary W. & MCCOY Janetta M., 2018. When buildings don't work: The role of architecture in human health. In : *Journal of Environmental Psychology*, vol. 55, pp. 1-8.
- GIFFORD Robert, 2016. Environmental psychology matters. In : *Annual Review of Psychology*, vol. 65, pp. 541-579.
- GIVONI Baruch, 1998. *Climate considerations in building and urban design*, New York, Wiley.

KÉRÉ Diébédo, 2021. *Architecture bioclimatique et confort thermique dans les écoles du Sahel*, Ouagadougou, Éditions Universitaires Sahéliennes.

KÜLLER Rikard & LINDSTEN Carin, 1992. Health and behavior of children in classrooms with and without windows. In : *Journal of Environmental Psychology*, vol. 12, n°4, pp. 305-317.

LEPPINK Jimmie & VAN DEN HEUVEL Alexander, 2015. The evolution of cognitive load theory and its application to medical education. In : *Perspectives on Medical Education*, vol. 4, n°3, pp. 119-127.

MASTEN Ann S., 2014. *Ordinary magic: Resilience in development*, New York, Guilford Press.

PAAS Fred & VAN MERRIËNBOER Jeroen J.G., 2020. Cognitive-load theory: Methods to manage working memory load in the learning of complex tasks. In : *Current Directions in Psychological Science*, vol. 29, n°4, pp. 394-398.

SAWADOGO Pierre, 2021. *Qualité de l'éducation et inégalités scolaires au Burkina Faso*, Abidjan, Éditions Sankofa.

SWELLER John, 2011. Cognitive load theory. In : *Psychology of Learning and Motivation*, vol. 55, pp. 37-76, New York, Academic Press.

WOOLNER Pamela, 2018. *The design of learning spaces*, Londres, Continuum International Publishing Group.

ZHANG Xinhua, WARGOCKI Pawel & LIAN Zhiwei, 2021. Effects of exposure to carbon dioxide and bioeffluents on cognitive performance. In : *Building and Environment*, vol. 188, pp. 107-152.