

Educating and Raising Awareness of the Circular Economy in School and University Settings: The Pilot Experience of Ecological Charcoal in Douala

Éduquer et sensibiliser à l'économie circulaire en milieu scolaire et universitaire : l'expérience pilote du charbon écologique à Douala

Etienne Salvador Merlin Mewassi Abouï

Département de Géographie; Université de Douala (Cameroun); mewassisalvador@yahoo.fr
<https://orcid.org/0000-0002-3922-6387>

Eric Voundi

Laboratoire Résilience, Département de Géographie; Université de Douala (Cameroun); eric.voundi@yahoo.fr
<https://orcid.org/0009-0008-5422-2406>

Daniel Toksia

Kemit Ecology (Douala, Cameroun); danieltoksia1@gmail.com



DOUBLE BLIND PEER REVIEW

ABSTRACT

This article analyzes a circular economy education initiative in high schools and universities in Douala, through the adoption of ecological charcoal produced from organic waste. How do the eco-charcoal sector and the educational architecture of the initiative structure a circular economy and energy transition education system in Douala? What are the effects of the system on learner participation and educational outcomes, particularly in terms of perceived knowledge, adoption intentions, and career choices in green jobs? This contribution aims to assess how the eco-charcoal initiative structures a circular economy and energy transition education system in Douala, and to measure its effects on learner participation and educational outcomes. The pilot project combines hands-on workshops and awareness sessions led by Kemit Ecology and Mboundja Green Technology. Participants develop knowledge and skills related to recycling organic waste into eco-friendly charcoal and the challenges of transitioning to cleaner, more environmentally friendly energy sources. Results show that between 2017 and 2023, 15,500 students were made aware of the socio-economic and environmental dimensions of this energy alternative. Beyond its educational impact, the initiative promotes a local solution that contributes to the fight against deforestation and highlights the central role of schools in disseminating circular economy practices in Douala.

Cet article analyse une initiative d'éducation à l'économie circulaire dans les lycées et universités de Douala, à travers l'adoption du charbon écologique produit à partir de déchets organiques. Comment la filière du charbon écologique et l'architecture formative de l'initiative structurent-elles un dispositif d'éducation à l'économie circulaire et à la transition énergétique à Douala ? Quels sont les effets du dispositif sur la participation des apprenants et sur leurs résultats éducatifs, notamment en termes de connaissances perçues, d'intentions d'adoption et d'orientation vers les métiers verts ? cette contribution vise à évaluer comment l'initiative autour du charbon écologique structure un dispositif d'éducation à l'économie circulaire et à la transition énergétique à Douala, et mesurer ses effets sur la participation et les résultats éducatifs des apprenants. Le projet pilote associe ateliers pratiques et séances de sensibilisation animée par Kemit Ecology et Mboundja Green Technology. Les apprenants y développent des savoirs et savoir-faire sur le recyclage des déchets organiques en charbon écologique et sur les enjeux liés à la transition vers des énergies moins polluantes et respectueuses de l'environnement. Les résultats montrent qu'entre 2017 et 2023, 15 500 élèves et étudiants ont été sensibilisés aux dimensions socio-économiques et écologiques de cette alternative énergétique. Au-delà de son impact éducatif, l'initiative valorise une solution locale contribuant à la lutte contre la déforestation et met en évidence le rôle central de l'école comme levier de diffusion des pratiques d'économie circulaire à Douala.

KEYWORDS

Circular economy, Recycling, Ecological charcoal, Raising awareness, School environment
Économie circulaire, Recyclage, Charbon écologique, Sensibiliser, Milieu scolaire

Citation: Merlin Mewassi Abouï, E.S., Voundi, E., & Toksia, D. (2026). Educating and Raising Awareness of the Circular Economy in School and University Settings: The Pilot Experience of Ecological Charcoal in Douala. *Formazione & insegnamento*, 24(S1), 56-67. https://doi.org/10.7346/-feis-XXIV-01-26_08

Copyright: © 2026 Author(s).

License: Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).

Conflicts of interest: The Author(s) declare(s) no conflicts of interest.

Acknowledgements: ESF-2022-SOC-INNOV Project No. 101102547

DOI: https://doi.org/10.7346/-feis-XXIV-01-26_08

Submitted: November 17, 2025 • **Accepted:** April 9, 2026 • **Published on-line:** April 30, 2026

Pensa MultiMedia: ISSN 2279-7505 (online)

1. Introduction

1.1. Repenser les déchets à Douala : du rebut à la ressource dans une logique de transition écologique

La gestion des ordures ménagères à Douala constitue un enjeu urbain majeur, au regard du volume considérable de déchets produits quotidiennement. Au début des années 2000, la production était estimée entre 1 200 et 1 800 tonnes par jour, soit près de 438 000 tonnes par an (Loe, 2002). Des données plus récentes indiquent qu'elle atteindrait désormais environ 2 700 tonnes par jour (EcoMatin, 2023), traduisant une augmentation significative sous l'effet conjugué de la croissance démographique, de l'étalement urbain et de l'évolution des modes de consommation.

Depuis les années 1970, la collecte des déchets est principalement assurée par la société HYSACAM, dans le cadre de conventions avec la Communauté urbaine de Douala. Le dispositif repose sur la collecte porte-à-porte, la précollecte à partir de bacs installés dans certaines zones et la collecte mécanique sur les marchés et les grands axes. Malgré cette organisation sectorisée, de nombreux quartiers périphériques et enclavés restent insuffisamment desservis, en raison de l'urbanisation non planifiée, de l'état dégradé des voiries et du faible taux d'équipement des ménages. Cette situation favorise les dépôts sauvages, l'incinération à ciel ouvert et le déversement des déchets dans les cours d'eau et les rigoles de drainage, aggravant les risques d'inondation et la contamination des ressources en eau. Les impacts environnementaux et sanitaires sont considérables, notamment à travers la prolifération de maladies hydriques touchant les populations les plus vulnérables (Tchuikoua & Elong, 2015).

Dans ce contexte, la valorisation des déchets apparaît non seulement comme une nécessité environnementale, mais aussi comme une opportunité stratégique de transformation urbaine. L'économie circulaire offre des perspectives prometteuses, notamment à travers la conversion des matières organiques en compost, en biogaz ou en biochar, et le recyclage des matériaux valorisables au sein de filières locales. Parmi ces alternatives, le charbon écologique, produit par pyrolyse contrôlée de déchets organiques, se présente comme une solution structurante. Il permet à la fois de réduire les volumes de déchets destinés aux décharges, de limiter la pression sur les ressources forestières et d'offrir une source d'énergie renouvelable adaptée aux usages domestiques et artisanaux. En articulant gestion des déchets et transition énergétique, il constitue un levier concret d'économie circulaire territorialisée.

C'est dans cette perspective que s'inscrit le présent article. Son objectif est d'analyser un cas d'éducation à l'économie circulaire et à la transition énergétique à Douala, fondé sur des ateliers pratiques et des séances de sensibilisation autour du charbon écologique. Plus précisément, l'étude vise à : (1) décrire la filière ainsi que l'architecture formative de l'initiative ; (2) documenter les indicateurs de participation et des résultats éducatifs, notamment en termes de connaissances perçues, d'intentions d'adoption et d'orientation vers les métiers verts.

En plaçant la formation et la sensibilisation au

cœur de l'analyse (Elamé & Nikolaou, 2025), cette recherche entend montrer que la transition vers des pratiques énergétiques et environnementales durables ne repose pas uniquement sur des innovations techniques, mais également sur des dynamiques pédagogiques, sociales et territoriales capables de transformer les représentations et les comportements.

1.2. La filière du charbon écologique à Douala : structuration productive, entrepreneuriat vert et diffusion territoriale

Le charbon écologique se définit comme un combustible solide issu de la valorisation thermique de résidus organiques (déchets agricoles, sciures, coques végétales, boues organiques, etc.) par des procédés contrôlés de pyrolyse ou de carbonisation (Bill Vaneck, 2022). Contrairement au charbon de bois traditionnel obtenu par combustion directe du bois, il s'inscrit dans une logique de transformation maîtrisée de la biomasse, visant à optimiser le rendement énergétique tout en réduisant les émissions polluantes et la pression sur les ressources forestières.

Le charbon écologique se situe à l'intersection de trois paradigmes majeurs : la transition énergétique, l'économie circulaire et le développement durable. D'une part, il contribue à la diversification du mix énergétique urbain en proposant une source d'énergie renouvelable et localement disponible, adaptée aux besoins domestiques et artisanaux. D'autre part, il participe à la valorisation des déchets organiques urbains et périurbains, réduisant ainsi les volumes destinés aux décharges et les risques environnementaux associés. Enfin, il constitue un levier socio-économique en favorisant l'émergence de filières locales de production, créatrices d'emplois et de revenus.

Dans le contexte spécifique de la ville de Douala, marquée par une forte croissance démographique, une production accrue de déchets et une pression importante sur les ressources ligneuses, le charbon écologique apparaît comme une solution intégrée. Il permet simultanément de répondre aux défis énergétiques, environnementaux et socio-économiques, tout en s'inscrivant dans les objectifs globaux de résilience urbaine et d'atténuation des changements climatiques.

Les deux principales entreprises de production de biochar à Douala bénéficient d'une implantation géographique stratégique et complémentaire (Figure 1). Mboundja Green Technology, située au nord près de Dibombari, est proche des zones périurbaines riches en déchets organiques, ce qui facilite la collecte et réduit les coûts de transport. En revanche, Kemit Ecology, implantée au sud en zone urbaine dense, bénéficie d'un accès direct aux marchés et aux axes routiers, assurant à la fois une collecte efficace des matières premières et une distribution fluide du charbon écologique produit.

Les professionnels de Kemit Ecology soulignent que, la production suit des étapes rigoureuses à partir de matières organiques variées (Tableau 1). La collecte de ces matériaux requiert une sensibilisation ciblée dans les marchés, les ménages et les entreprises de transformation du bois.

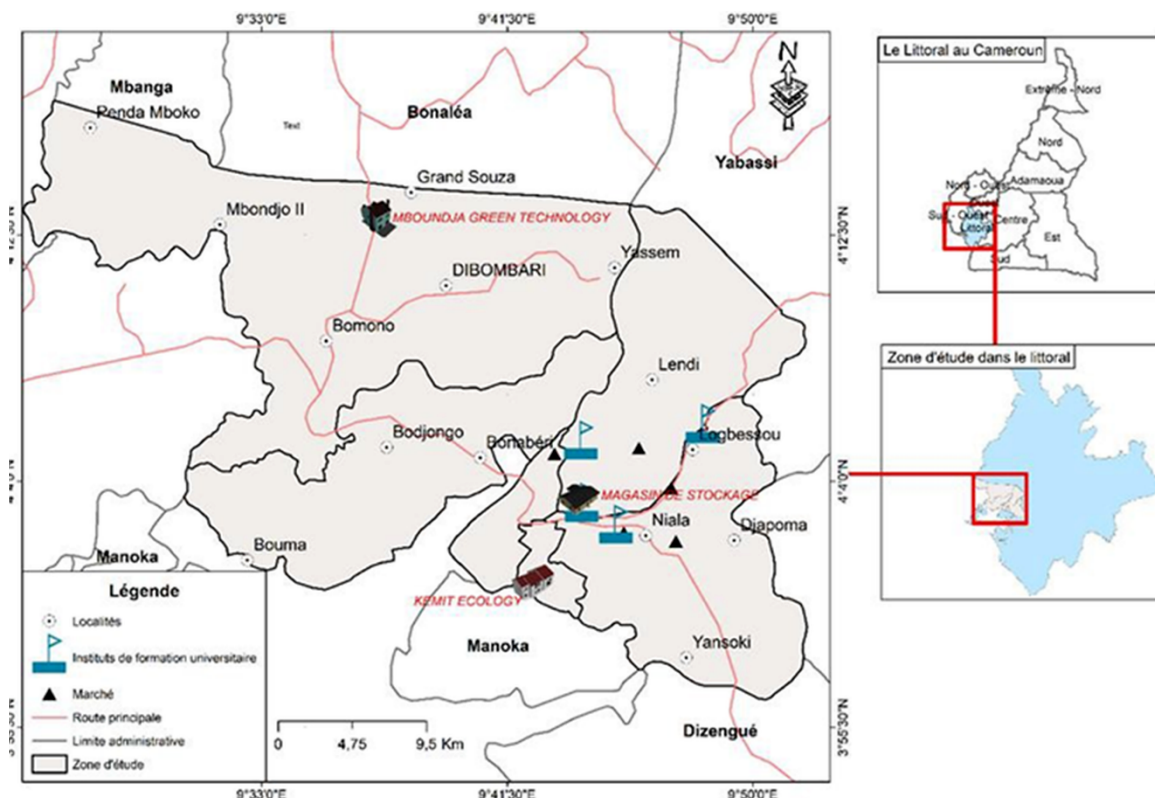


Figure 1. Cartographie des sites de production de charbon écologique à Douala

Ordre de préférence	Matières premiers
1	Poudre de charbon de bois
2	Spathe de maïs
3	Le rafle de maïs
4	Épluchures de manioc, de macabo, de plantain, de banane, de canne à sucre
5	Déchets de rotin
6	Autres déchets (coques d'arachide, de noix de coco de noix de palmiste etc.)

Tableau 1. Déchets utilisés par ordre de préférence dans la production du charbon écologique

La collecte des matières premières représente un défi pour les entreprises de production de biochar à Douala, confrontées à la méfiance des populations et à la concurrence des services municipaux. Pour y remédier, elles collaborent avec des ménagères et commerçantes de marchés à qui elles fournissent des sacs pour la pré-collecte des épluchures de banane, plantain, maïs, etc. Les déchets sont ensuite triés puis séchés, le plus souvent au soleil, afin de réduire leur teneur en eau, condition indispensable à une carbonisation efficace.

La carbonisation, ou pyrolyse, constitue l'étape clé où la matière organique est chauffée en absence ou en faible présence d'oxygène, provoquant sa décomposition chimique. Ce processus produit du charbon sous forme de poudre noire, ainsi que des sous-produits comme des huiles de pyrolyse et des gaz. La

poudre obtenue est ensuite broyée pour homogénéiser la granulométrie, facilitant ainsi le malaxage.

Le malaxage consiste à mélanger cette poudre avec un liant naturel, généralement de l'argile humidifiée, afin d'obtenir une pâte homogène prête à être moulée. Ce mélange est compacté dans des moules spécifiques, donnant naissance à des briques de charbon de formes variées (cubiques, cylindriques, etc.) selon la configuration du compacteur. Enfin, les briques subissent un dernier séchage, soit au soleil, soit dans des chambres de séchage industrielles, pour éliminer l'excès d'humidité. Ce séchage final garantit un charbon écologique sec, avec un taux d'humidité optimal, assurant une combustion satisfaisante pour les consommateurs.

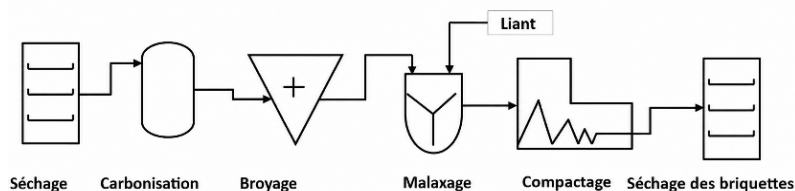


Figure 2. Étapes de production du charbon écologique. Adapté de Bot (2023)

Une fois produit, le charbon écologique est stocké puis distribué vers les principaux pôles de consommation urbains, notamment à Douala (figure 3), au moyen d'une logistique structurée et centralisée autour des points de stockage. Cette dynamique révèle la complémentarité entre territoires d'approvisionnement des déchets organiques, entreprises de production de biochar et centres de consommation de ce dernier.

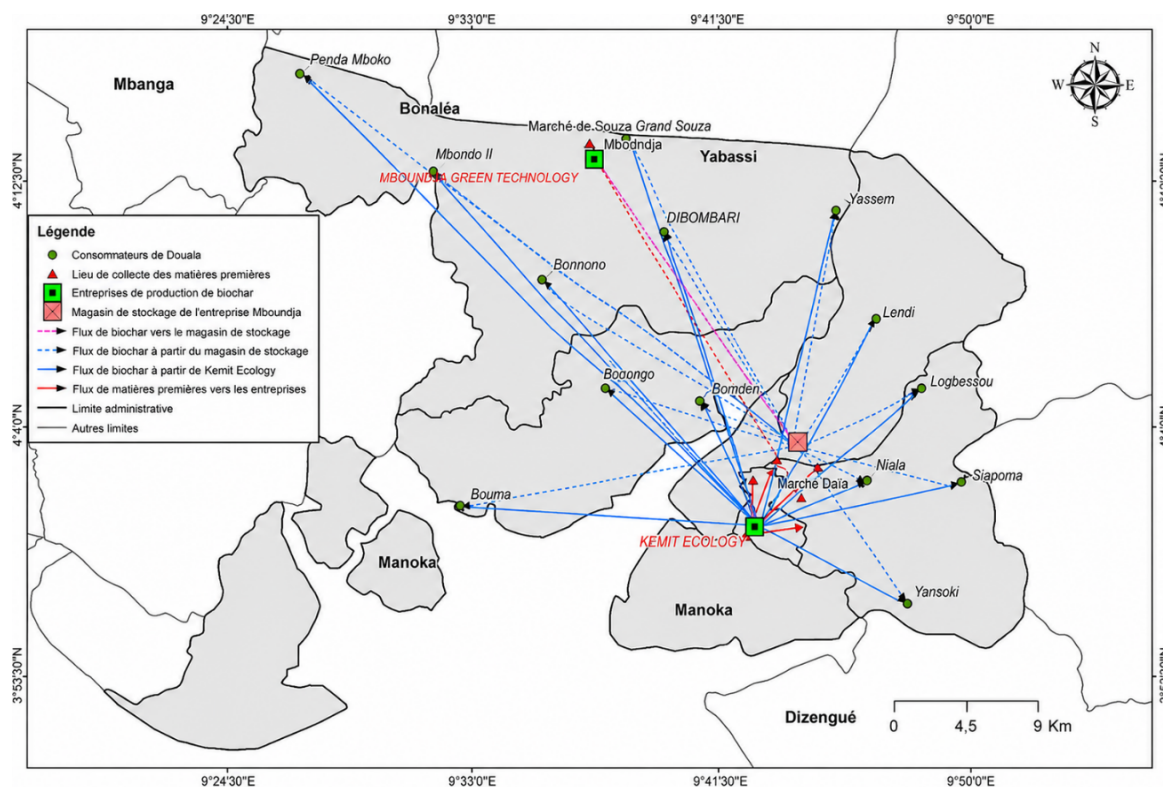


Figure 3. Flux de distribution de la matière première et de biochar à Douala

2. Outils et méthodes : Cadre méthodologique et complémentarité des dispositifs éducatifs dans les cycles secondaire et supérieur

Le design de recherche correspond à une étude de cas à visée descriptive et évaluative, articulée autour de deux sous-cas : (A) des ateliers menés dans les lycées (format de cinq jours) et (B) des ateliers et immersions dans l'enseignement supérieur (durées variables allant de trois à cinq ans selon les institutions). Les unités d'observation sont : (i) les participants (élèves/étudiants) ; (ii) les dispositifs de formation (séances, travaux pratiques) ; (iii) les productions et trajectoires (stages, mini-projets, startups).

La période globale d'implémentation considérée s'étend de 2017 à 2023. À l'intérieur de cet intervalle, les activités menées dans le secondaire sont documentées pour trois campagnes principales (2019–2021), tandis que dans l'enseignement supérieur les formations ont pris des formes plus continues et mo-

dulaires (2017–2020 ; 2017–2022 ; 2019–2023), selon les institutions partenaires.

2.1. Critères de sélection des établissements et structuration des unités d'observation

La sélection des établissements bénéficiaires (Tableau 2) a été guidée par plusieurs critères : la représentativité des cycles d'enseignement (secondaire général, technique et supérieur), l'exposition aux problématiques environnementales, la localisation dans des zones populaires fortement dépendantes du charbon de bois, ainsi que l'importance des effectifs et leur répartition équilibrée entre les arrondissements. Une attention particulière a été accordée aux établissements disposant de clubs environnementaux, ouverts à la collaboration et susceptibles de jouer un rôle relais afin de maximiser l'impact et l'effet multiplicateur du programme.

Les unités d'observation regroupent 6 500 élèves des cycles secondaires général et technique et 9 000 étudiants des universités d'État de Douala, tous en situation d'apprentissage. Ces publics sont directement formés par les professionnels de Kemmit Ecology et de Mboundja Green Technology, deux entreprises locales spécialisées dans la production et la commercialisation du charbon écologique.

Les activités d'éducation relative à l'environnement menées par ces entreprises, fondées par d'an-

ciens étudiants, reposent principalement sur l'autofinancement généré par la vente du charbon écologique. Elles bénéficient également, à l'échelle nationale, de soutiens issus de programmes de responsabilité sociétale des entreprises (RSE). L'obtention par Kemmit Ecology du Prix « Entrepreneur Vert Jeune » lors de la COP22 en 2016 a constitué un levier déterminant, renforçant la crédibilité, la visibilité et le financement de ses initiatives éducatives.

Cycle	Établissements	Durée
Supérieur	Institut des Sciences Halieutiques de Yabassi (Université de Douala)	3 ans
	Faculté des Sciences (Université de Douala)	5 ans
	École Nationale Supérieure Polytechnique de Douala	5 jours
Secondaire général	Lycée de Bépanda	5 jours
	Lycée de Logpom	3 ans
Secondaire technique	Lycée Technique de Koumassi	5 jours

Tableau 2. Établissements bénéficiaires des programmes de formation

2.2. Dispositif méthodologique et cadre d'évaluation des ateliers d'éducation environnementale au cycle secondaire

Dans les établissements du cycle secondaire, la planification des ateliers suit six étapes :

- i) demande d'autorisation auprès du chef d'établissement ;
- ii) mobilisation des formateurs ;
- iii) élaboration du calendrier ;
- iv) préparation des supports pédagogiques ;
- v) mise en œuvre des animations ;
- vi) évaluation des acquis.

Les formations, généralement d'une durée de cinq jours, sont organisées pendant l'année scolaire, de préférence durant la semaine culturelle, période favorable aux apprentissages non formels et à la forte mobilisation des élèves et enseignants.

Les deux premières journées sont consacrées à la sensibilisation (Figure 4, Figure 5). Les apprenants découvrent que les déchets constituent non seulement une contrainte environnementale, mais aussi une ressource énergétique, une opportunité économique et un levier de protection des écosystèmes.

À partir du troisième jour, les élèves sont activement impliqués par l'apport de déchets biodégradables issus de leurs foyers, ce qui favorise l'apprentissage du tri et de la pré-collecte. Les quatrième et cinquième journée sont consacrées aux ateliers pratiques de production du charbon écologique. Ceux-ci suivent un protocole structuré comprenant la préparation des déchets préalablement séchés et

broyés, la confection d'un liant à base de manioc, le mélange homogène des composants, puis le compactage manuel des briquettes. Les briquettes obtenues sont ensuite distribuées aux élèves pour séchage et expérimentation à domicile, achevant ainsi un cycle pédagogique complet allant de la collecte des déchets à l'usage final du combustible.

L'évaluation du dispositif repose sur trois dimensions principales : la participation, mesurée à travers le taux de présence, l'implication dans les activités pratiques et le dynamisme des clubs environnementaux ; l'engagement individuel et collectif ; ainsi que les retours qualitatifs et quantitatifs des apprenants. Des fiches d'évaluation administrées à cent élèves par établissement ont permis de documenter les connaissances perçues relatives au processus de production (collecte, séchage, carbonisation et compactage), les attitudes envers cette alternative énergétique, l'intention d'adoption et de diffusion au sein de la famille, ainsi que la perception d'utilité et de faisabilité. Ces dimensions ont été mesurées à l'aide d'une échelle de Likert à cinq points. Les données recueillies ont ensuite été traitées par des statistiques descriptives et des analyses de croisements, afin d'identifier les tendances et les relations entre les variables étudiées.

Ce dispositif a permis d'identifier les acquis majeurs et les évolutions de perception liées aux ateliers.

Deux limites méthodologiques doivent toutefois être soulignées : la brièveté des formations, concentrées sur cinq jours et organisées durant la semaine culturelle, limite la profondeur des apprentissages ; l'absence de suivi longitudinal empêche d'évaluer la stabilisation des acquis et la transformation durable des comportements.



Figure 4. Phase pratique (A), Lycée technique de Koumassi. Crédit photo, Toksia (2019)



Figure 5. Phase de sensibilisation (B) au Lycée de Bepanda. Crédit photo, Toksia (2020)

2.3. Méthodologie et indicateurs de suivi dans l'enseignement supérieur

Dans l'enseignement supérieur, les ateliers sont organisés à la demande des institutions universitaires et se déroulent directement au sein des unités de production de Kemmit Ecology (Figure 6) ou de Mboundja Green Technology. Cette immersion en milieu professionnel constitue une spécificité méthodologique majeure, car elle place les étudiants au cœur d'un environnement productif réel, favorisant un apprentissage contextualisé et appliqué.

La démarche pédagogique articule des apports théoriques et une pratique intensive. Elle débute par des exposés introductifs visant à situer les enjeux énergétiques et environnementaux, puis se prolonge par des travaux pratiques encadrés, des études de cas et la réalisation de mini-projets de fabrication de bio-char. Des supports variés, vidéos, fiches techniques,

modes opératoires et documents de cours, accompagnent la manipulation directe des équipements de production, notamment pour les phases de séchage, de broyage, de carbonisation et d'agglomération. Cette combinaison entre théorie et immersion technique favorise l'acquisition de compétences spécialisées, stimule l'innovation et renforce l'engagement professionnel des étudiants.

Le suivi de l'impact repose principalement sur deux dimensions complémentaires : d'une part, le taux de demandes de stages ou d'emplois formulées à l'issue des ateliers, et d'autre part, le suivi post-formation des étudiants ayant intégré ou créé des unités de production de charbon écologique. Ces indicateurs permettent d'apprécier non seulement l'intérêt suscité par la filière, mais aussi son potentiel réel d'insertion professionnelle et de diffusion des principes de l'économie circulaire.



Figure 6. Phase théorique d'un atelier de formation des étudiants chez Kemmit Ecology. Crédit photo Toksia (2022)

3. Résultats : portée, mobilisation et effets éducatifs du dispositif

Les résultats présentés incluent à la fois des indicateurs de portée et de mobilisation (effectifs formés, durée des activités, participation aux clubs, stages, mini-projets) et des indicateurs éducatifs (connaissances déclarées, changements de perception, intentions d'adoption). Dans cet article, l'apprentissage est principalement documenté à partir d'auto-déclarations et d'évaluations à court terme ; aucune mesure longitudinale standardisée n'est disponible.

3.1. Diplômés et transition écologique à Douala : le bio-char entre innovation entrepreneuriale et éducation environnementale

À Douala, la trajectoire de jeunes diplômés illustre le rôle structurant de l'enseignement supérieur dans l'émergence d'un entrepreneuriat vert local. Confrontés, lors de leurs travaux de recherche, à la dégradation des mangroves liée à l'usage intensif du bois-énergie, des diplômés des filières scientifiques et techniques de l'Université de Douala ont transformé ce défi environnemental en opportunité entrepreneuriale.

Ainsi sont nées des initiatives telles que Kemmit Ecology et Mboundja Green Technology, incarnant le passage du statut d'étudiant-chercheur à celui d'entrepreneur vert. Ces structures développent une chaîne de valeur intégrée : production de charbon écologique à partir de déchets biodégradables, diversification vers des produits issus de biomasses locales et diffusion de solutions durables sur le marché urbain.

Au-delà de la production, ces entreprises jouent un rôle éducatif central. Elles interviennent dans les établissements secondaires et universitaires, contri-

buant à ancrer une conscience écologique durable. Cette articulation entre université, entreprise et école positionne les entrepreneurs verts comme acteurs-pivots de la transition écologique locale, combinant création d'emplois, lutte contre la déforestation et éducation non formelle à l'environnement.

Mais au-delà de la production, ces entreprises assument également un rôle sociétal en menant des actions de sensibilisation et d'éducation environnementale auprès des communautés urbaines et scolaires. Leur implication active dans les établissements secondaires et universitaires de Douala traduit une volonté d'ancrer une conscience écologique durable dès le plus jeune âge, tout en inspirant les futurs professionnels. Ce double rôle, productif et éducatif, fait des entrepreneurs verts de véritables acteurs-pivots de la transition écologique, capables non seulement de créer des emplois verts et de lutter contre la déforestation, mais aussi de renforcer l'éducation non formelle à l'environnement. Ainsi, la dynamique impulsée par ces diplômés contribue à rapprocher l'université, l'entreprise et l'école autour d'un objectif commun : bâtir un avenir énergétique durable pour Douala et au-delà.

3.2. Éducation non formelle et économie circulaire : effets des ateliers de charbon écologique sur les élèves des lycées de Douala

Les données du Tableau 3 présentent les résultats des ateliers de sensibilisation et de formation pratique menés dans trois lycées de Douala entre 2019 et 2021. Au total, 6 500 élèves du cycle secondaire ont participé à ces activités, soit 2 500 au Lycée de Bépanda (2019), 2 000 au Lycée technique de Koumassi (2020) et 2 000 au Lycée de Logpom (2021).

Année	Lieux	Durée	Effectif	Impacts observés
2019	Lycée de Bépanda	5 jours	2 500	Acquisition de compétences pratiques de base en fabrication de charbon écologique.
				Prise de conscience des effets négatifs de la déforestation.
				Adoption d'attitudes positives envers la protection des Mangroves.
				Participation à des clubs environnementaux scolaires.
2020	Lycée technique de Koumassi	5 jours	2 000	Acquisition de compétences pratiques de base en fabrication de charbon écologique.
				Réalisation de démonstrations lors des activités culturelles ; scolaires.
				Intérêt croissant pour les métiers verts et les projets technologiques ; durables.
				Réduction symbolique de l'usage de charbon de bois traditionnel dans certains foyers.
2021	Lycée de Logpom	5 jours	2 000	Acquisition de compétences pratiques de base en fabrication de charbon écologique.
				Intégration des notions d'économie circulaire dans les travaux de groupe et club scientifiques.
				Création de mini-projets scolaires autour du recyclage des ; déchets.
				Valorisation du biochar comme alternative énergétique dans les discours des élèves.
				Diffusion des connaissances acquises auprès des familles.

Tableau 3. Impacts des ateliers de sensibilisation dans les lycées de Douala

L'indice de participation révèle que le Lycée de Bépanda a accueilli la plus grande cohorte d'apprenants (38,4 % du total), confirmant son rôle pionnier dans le processus. Les deux autres établissements présentent un effectif constant (30,8 % chacun), ce qui traduit une continuité et une volonté de diffusion équilibrée de l'initiative dans les lycées secondaires.

Les indicateurs pédagogiques et pratiques relevés mettent en évidence une progression dans la dynamique éducative. Dans chaque établissement, l'acquisition de compétences pratiques de base en

fabrication de charbon écologique constitue un socle commun : il s'agit du premier niveau d'apprentissage, garantissant que chaque élève maîtrise la technique essentielle de valorisation des déchets. À partir de ce socle, les impacts se diversifient selon les contextes scolaires : sensibilisation environnementale (Bépanda), ouverture aux métiers verts (Koumassi) et intégration de l'économie circulaire (Logpom). Cela traduit un processus non formel gradué, où les élèves passent de la prise de conscience à l'innovation scolaire et communautaire.

Rang	Impacts observés	Signification pour les élèves du cycle secondaire
1	Acquisition de compétences pratiques de base en fabrication de charbon écologique	Compétence fondamentale et commune aux trois lycées, permettant de comprendre le lien entre déchets, énergie et environnement.
2	Diffusion des connaissances acquises auprès des familles	Effet multiplicateur de l'éducation non formelle : les élèves deviennent relais communautaires et transmettent leurs acquis.
3	Prise de conscience environnementale (déforestation, protection des mangroves, économie circulaire)	Développement d'une citoyenneté écologique et adoption d'attitudes responsables face aux enjeux environnementaux.
4	Participation à des clubs scientifiques et environnementaux / création de mini-projets	Appropriation collective et expérimentation de solutions locales durables dans le cadre scolaire.
5	Réalisation de démonstrations et valorisation du biochar dans les discours	Capacité de vulgarisation et renforcement de la visibilité du charbon écologique dans l'espace scolaire.
6	Intérêt croissant pour les métiers verts et projets technologiques durables	Ouverture vers l'économie verte et orientation professionnelle future.
7	Réduction symbolique de l'usage du charbon de bois traditionnel dans certains foyers	Impact concret mais limité, traduisant la mise en pratique immédiate malgré des contraintes matérielles.

Tableau 4. Hiérarchisation des impacts observés des ateliers de sensibilisation et pratiques sur le charbon écologique

Le Tableau 4 met en évidence la hiérarchisation des impacts des ateliers de sensibilisation et d'ateliers pratiques sur le charbon écologique dans les établissements secondaires de Douala, en soulignant à la fois leur récurrence et leur signification éducative.

L'acquisition de compétences pratiques de base, qui constitue l'impact majeur et transversal, révèle la capacité de l'éducation non formelle à donner aux élèves des savoir-faire concrets qui relie directement les notions environnementales aux réalités énergétiques locales. Cette dimension pratique renforce la compréhension et favorise l'appropriation de solutions alternatives par les jeunes.

La diffusion des connaissances auprès des familles illustre l'effet multiplicateur de l'éducation non formelle. Les élèves deviennent de véritables agents de changement en transférant leurs acquis hors du cadre scolaire, ce qui élargit l'impact social et communautaire des ateliers.

La prise de conscience environnementale marque une étape essentielle car, elle dépasse le simple apprentissage technique pour instaurer une citoyenneté écologique dès le secondaire, ce traduit l'intériorisation des enjeux globaux (déforestation, économie circulaire, protection des mangroves) dans les comportements quotidiens des apprenants.

Les impacts liés à la participation à des clubs scientifiques et à la réalisation de démonstrations illustrent l'importance de l'appropriation collective et de la vulgarisation. Ces initiatives scolaires renforcent l'engagement, favorisent la créativité et accroissent la visibilité du biochar comme alternative énergétique.

En outre, l'intérêt croissant pour les métiers verts et la réduction symbolique de l'usage du charbon de bois soulignent les prolongements concrets de cette éducation non formelle. Le premier ouvre des pers-

pectives professionnelles vers l'économie verte, tandis que le second témoigne d'une mise en pratique immédiate, bien que limitée par des contraintes matérielles et économiques.

3.2. Enseignement supérieur : montée en compétences et insertion professionnelle

Au total, 9 000 étudiants ont participé aux ateliers de sensibilisation et pratiques dans les trois établissements concernés : 1 000 à l'Institut des Sciences Ha-lieutiques de Yabassi (11,1 %), 6 500 à la Faculté des Sciences de l'Université de Douala (72,2 %) et 1 500 à l'École Nationale Supérieure Polytechnique de Douala (16,7 %).

L'indice de participation par établissement met en évidence le rôle central de la Faculté des Sciences, qui concentre la majorité des apprenants, tandis que l'indice global de participation souligne l'ampleur et la portée significative de l'initiative dans l'enseignement supérieur. Les indicateurs pédagogiques révèlent une approche différenciée mais complémentaire : à l'ISH, l'accent est mis sur la sensibilisation et les études de cas en lien avec l'économie circulaire; à la Faculté des Sciences, la démarche est davantage expérimentale et académique, avec des conférences, des travaux pratiques et l'encadrement de mémoires; enfin, à l'ENSP, l'accent est placé sur l'immersion professionnelle et technique à travers des mini-projets d'ingénierie et la manipulation d'équipements spécialisés. Ces dispositifs traduisent une pédagogie progressive qui va de la sensibilisation générale à la spécialisation technique, favorisant ainsi une montée en compétences graduelle

Année	Lieux	Durée	Effectif	Indicateurs pédagogiques et pratiques	Impacts observés
2017–2020	Institut des Sciences Ha-lieutiques (Yabassi)	3 ans	1 000 Étudiants	<ul style="list-style-type: none"> – Sensibilisation sur la déforestation et la dégradation des mangroves; – Ateliers pratiques de fabrication de charbon écologique à partir de déchets biodégradables; – Études de cas sur l'économie circulaire appliquée aux ressources ha-lieutiques. 	<ul style="list-style-type: none"> – Adoption d'alternatives au bois de mangrove; – Développement de mini-projets étudiants en biochar; – Intégration de l'économie circulaire dans les clubs scientifiques; plus de 150 étudiants retenus en stage professionnel.
2017–2022	Université de Douala – Faculté des Sciences	5 ans	6 500 étudiants	<ul style="list-style-type: none"> – Conférences thématiques sur les déchets et l'énergie; – Travaux pratiques sur le tri, le broyage et la carbonisation; – Encadrement de mémoires et projets sur l'énergie renouvelable. 	<ul style="list-style-type: none"> – Forte implication des étudiants dans des projets de recherche appliquée; – Production de prototypes de briquettes écologiques; – Augmentation des stages en entreprises écologiques locales.
2019–2023	École Nationale Supérieure Polytechnique de Douala	3 ans	1 500 étudiants	<ul style="list-style-type: none"> – Formations intensives en milieu professionnel; – Mini-projets d'ingénierie pour améliorer les procédés de compactage et séchage; – Utilisation de fiches techniques et vidéos pédagogiques. 	<ul style="list-style-type: none"> – Développement de compétences techniques spécialisées; – Création de startups étudiantes liées au recyclage énergétique; – Renforcement des partenariats école-entreprises vertes; environ 200 étudiants retenus en stage professionnel.

Tableau 5. Indicateurs et impacts des ateliers liés au charbon écologique dans les établissements du supérieur à Douala

Les impacts observés (Tableau 5) : mini-projets, prototypes, stages, startups étudiantes, partenariats école-entreprises ; confirment que ces ateliers s'inscrivent dans un processus d'éducation environnementale non formelle, fondé sur la participation volontaire et l'apprentissage pratique. Au-delà de l'acquisition de compétences, ces initiatives contribuent à la réduction de la pression sur les mangroves et les forêts, à la valorisation des déchets biodégradables, à la diminution des émissions de CO₂ et à la promotion de l'économie circulaire.

Sur le plan pédagogique, l'intégration de la fabrication et de l'utilisation du biochar dans les ateliers pratiques et de sensibilisation permet aux apprenants de saisir concrètement le rôle des déchets comme ressource et d'expérimenter des solutions locales de transition énergétique. Ce processus favorise une appropriation citoyenne et collective, transformant les étudiants en relais communautaires et en acteurs de changement capables de diffuser les bonnes pratiques dans leurs familles et quartiers.

L'intégration des stages professionnels dans la continuité des ateliers de sensibilisation et de formation au charbon écologique constitue une étape cruciale du processus éducatif. Le fait que plus de 150 étudiants de l'Institut des Sciences Halieutiques et plus de 200 de l'École Nationale Supérieure Polytechnique aient été retenus en stage académique témoigne d'un fort intérêt pour l'application des acquis en milieu professionnel. Ces stages permettent non seulement de consolider les compétences techniques acquises en salle et en atelier, mais aussi d'exposer les étudiants aux réalités industrielles et entrepreneuriales du secteur vert.

Le suivi post-formation met en lumière un impact encore plus structurant : une dizaine d'étudiants ont créé des structures de production ou de commercialisation du charbon écologique à Douala et dans d'autres villes. Cette dynamique entrepreneuriale illustre la capacité des formations non formelles à stimuler l'innovation et à ouvrir des perspectives économiques concrètes. Elle montre également que la sensibilisation initiale, lorsqu'elle est couplée à des opportunités de stages et à un accompagnement technique, peut déboucher sur de véritables trajectoires professionnelles dans l'économie circulaire et la transition énergétique.

4. Discussion

4.1. Former des citoyens responsables : pratiques et enjeux de l'éducation relative à l'environnement autour du charbon écologique à Douala

Les principes de l'éducation relative à l'environnement (ERE), tels que définis par la littérature, reposent sur l'interdisciplinarité, la participation active, le lien avec le milieu de vie et l'apprentissage expérientiel (Sauvé, 1997 ; Orr, 1992 ; Sauvé, 2002). Ces fondements visent à former des citoyens critiques et responsables, capables de comprendre les interactions complexes entre société, économie et environnement.

Dans les établissements secondaires de Douala, l'application de ces principes apparaît globalement

cohérente. La pédagogie adoptée est participative et progressive, avec un accent particulier sur la sensibilisation, conçue comme un levier stratégique pour maximiser l'acceptabilité sociale du charbon écologique. Informer et former les apprenants sur les avantages environnementaux et socio-économiques de cette alternative énergétique contribue à transformer les représentations liées aux déchets et à l'énergie, tout en favorisant la diffusion des connaissances au sein des familles et des communautés (PNUD, 2022). Cette dynamique élargit l'impact bien au-delà du cadre scolaire.

La responsabilisation des élèves par la collecte de déchets biodégradables, suivie de leur transformation en briquettes, illustre un passage progressif de la sensibilisation à l'action concrète. Cette démarche rejoint pleinement le principe d'apprentissage expérientiel (Hungerford & Volk, 1990), selon lequel l'engagement actif constitue une condition essentielle du changement de comportement. Le choix d'implanter ces initiatives dans des zones populaires fortement dépendantes du charbon de bois renforce la contextualisation des apprentissages, conformément aux orientations de l'ERE (Sauvé, 2002).

Dans l'enseignement supérieur, l'approche met davantage l'accent sur la professionnalisation et l'innovation. L'immersion dans des unités de production comme Kemmit Ecology et Mboundja Green Technology permet aux étudiants de maîtriser les procédés techniques (broyage, carbonisation, compactage) et de développer des compétences spécialisées. Cette pédagogie par projet et cette logique de recherche-action correspondent aux méthodes recommandées en ERE et en éducation au développement durable (Tilbury, 1995). L'intérêt marqué pour les stages, la création de mini-projets et l'émergence de startups étudiantes traduisent un prolongement tangible de la formation dans l'économie circulaire.

L'ensemble de ces éléments confirme la pertinence des outils mobilisés à Douala. Les supports pédagogiques, les ateliers pratiques et les dispositifs d'engagement (clubs environnementaux au secondaire, stages et projets entrepreneuriaux au supérieur) favorisent un ancrage durable des acquis et une appropriation progressive des enjeux énergétiques locaux.

4.2. Limites méthodologiques et institutionnelles

Toutefois, plusieurs limites doivent être discutées avec rigueur.

Sur le plan méthodologique, l'évaluation repose principalement sur des mesures à court terme. Les apprentissages et changements de perception sont largement documentés à partir d'auto-déclarations des participants et d'évaluations administrées immédiatement après les ateliers. Cette approche limite la possibilité de mesurer la stabilisation des connaissances et la transformation durable des comportements. Par ailleurs, l'absence de groupe de comparaison empêche d'attribuer avec certitude les évolutions observées uniquement au dispositif étudié. Une démarche longitudinale intégrant des indicateurs objectifs (usage réel du charbon écologique, volumes de dé-

chets valorisés, réduction mesurée de consommation de charbon de bois) renforcerait la robustesse analytique.

Sur le plan des politiques éducatives, une autre limite majeure concerne l'ancrage curriculaire. Les ateliers demeurent largement extracurriculaires et fonctionnent comme des initiatives parallèles, bien qu'innovantes. Leur pérennisation nécessiterait un arrimage plus explicite aux programmes officiels, avec des objectifs pédagogiques formalisés et évaluables. L'intégration dans les curricula permettrait non seulement d'assurer la continuité des apprentissages, mais aussi de garantir une reconnaissance institutionnelle et une reproductibilité à plus grande échelle, conformément aux recommandations de l'UNESCO-PNUE (1976 ; World Commission on Environment and Development, 1987).

En outre, la mise en réseau entre établissements secondaires et supérieurs reste encore embryonnaire. Une articulation plus structurée favoriserait la capitalisation des expériences, le mentorat inter-niveaux et la consolidation d'une filière éducative cohérente autour de l'économie circulaire.

4.3. Apports à l'Éducation au Développement Durable (EDD)

Malgré ces limites, les résultats observés répondent en grande partie aux finalités de l'Éducation au Développement Durable (EDD). À l'échelle individuelle, les élèves et étudiants acquièrent des compétences techniques concrètes (fabrication de charbon écologique, tri et valorisation des déchets) et développent une conscience environnementale renforcée. L'engagement dans des clubs scientifiques et la diffusion des connaissances auprès des familles traduisent l'émergence d'une citoyenneté écologique active.

À l'échelle sociétale, l'initiative favorise la structuration de communautés éducatives engagées dans la durabilité et ouvre des perspectives économiques via la création de startups étudiantes et l'insertion dans les métiers verts. Elle illustre ainsi la capacité de l'EDD à articuler apprentissage, innovation et développement local.

Cependant, certaines dimensions centrales de l'EDD restent partiellement intégrées. La pédagogie du questionnement critique, de la controverse et de l'analyse des modèles de consommation demeure encore marginale. Les ateliers privilégient une approche technique et opérationnelle, parfois au détriment d'une réflexion systémique sur les rapports entre environnement, économie et société (Sauvé, 2006). Le renforcement de cette dimension critique permettrait de dépasser une logique techniciste pour inscrire les apprentissages dans une analyse plus large des choix collectifs.

L'intégration d'indicateurs environnementaux et socio-économiques plus objectifs (quantités de déchets valorisés, estimation des émissions évitées, taux d'adoption domestique) contribuerait également à une évaluation plus complète de l'impact réel des formations (Tilbury, 1995).

4.4. Lecture comparative : Douala et Goma (RDC)

La comparaison entre Douala et Goma est proposée à titre exploratoire selon trois dimensions : (1) le type d'actions mises en œuvre, (2) le niveau d'institutionnalisation et (3) les trajectoires post-formation. Elle ne vise pas une généralisation régionale, mais met en évidence des modèles éducatifs différenciés en ERE/EDD.

À Douala, les initiatives reposent sur des ateliers technico-productifs autour du charbon écologique, articulant sensibilisation, production et immersion professionnelle. À Goma (Dechy & Chinyhabuuma, 2021), les actions sont davantage centrées sur la gestion des déchets, les plantations d'arbres et la formation d'ambassadeurs environnementaux, dans une logique principalement scolaire et communautaire.

Le niveau d'institutionnalisation distingue également les deux contextes : à Douala, les partenariats avec des entreprises structurent une filière économique locale, tandis qu'en RDC les initiatives demeurent surtout portées par les établissements scolaires.

Enfin, les trajectoires post-formation diffèrent : à Douala, stages et startups traduisent une insertion dans l'économie verte ; à Goma, l'engagement se manifeste surtout par un rôle d'ambassadeurs et des actions locales.

Ces deux expériences respectent les principes de l'ERE (participation, contextualisation, apprentissage expérientiel), mais illustrent deux orientations : un modèle entrepreneurial et filière-énergie à Douala, et un modèle civique et communautaire à Goma.

5. Conclusion

Cet article analysait un dispositif d'éducation à l'économie circulaire et à la transition énergétique à Douala, structuré autour de la filière du charbon écologique et déployé dans les cycles secondaire et supérieur. Les résultats montrent une forte mobilisation (6 500 élèves et 9 000 étudiants) et des effets éducatifs significatifs : acquisition de compétences pratiques, diffusion des savoirs au sein des familles, émergence d'une conscience environnementale et, dans le supérieur, insertion professionnelle à travers stages et initiatives entrepreneuriales.

L'expérience illustre la pertinence d'une approche articulant formation, entrepreneuriat vert et économie circulaire territorialisée. Elle confirme que la transition écologique repose autant sur des dynamiques pédagogiques et sociales que sur des innovations techniques.

Toutefois, l'évaluation demeure principalement à court terme et fondée sur des données auto-déclarées, sans suivi longitudinal ni groupe de comparaison. Par ailleurs, le caractère largement extracurriculaire des ateliers pose la question de leur pérennisation institutionnelle.

Malgré ces limites, le cas de Douala montre qu'une articulation entre université, entreprise et école peut transformer les déchets en ressource énergétique tout en structurant des trajectoires éducatives et professionnelles durables, contribuant ainsi à une transition écologique ancrée dans le territoire.

Références bibliographiques

- Bill Vaneck, B. (2022). Étude et caractérisation du charbon écologique produit à partir des déchets agricoles et son utilisation domestique au Cameroun. Université de Douala. Doctoral dissertation. <https://hal.science/tel-04165370>
- Dechy, B., & Chinyhabuuma, M. (2021). Role of education towards environmental management: Case study Goma Junior High School DR Congo. *JIPSINDO*, 8(1), 76–89. <https://jurnal.uny.ac.id/index.php/jipsindo/article/view/39474>
- EcoMatin. (2023). Gestion des ordures : Un marché de 80 milliards FCFA ouvert aux entreprises à Douala. Retrieved June 22, 2025, from <https://www.ecomatin.net/gestion-des-ordures-un-marche-de-80-milliards-fcfa-ouvert-aux-entreprises-a-douala/>
- Education21. Principes de l'éducation en vue du développement durable (EDD). Retrieved July 3, 2025, from <https://education21.ch/fr/principes-edd>
- Elamé, E., & Nikolaou, G. (2025). Transition to a circular pedagogy [Call for papers]. *Formazione & Insegnamento*. Retrieved February 6, 2026, from <https://ojs.pensamultimedia.it/index.php/siref/article/view/8002>
- Hungerford, H. R., & Volk, T. L. (1990). Changing learner behavior through environmental education. *The Journal of Environmental Education*, 21(3), 8–21. <https://doi.org/10.1080/00958964.1990.10753743>
- Loe, M. F. (2002). Gestion durable des déchets et de l'assainissement urbain : Informations sur les enjeux, les pratiques et les difficultés de la gestion des déchets à Douala. Conference presentation; event dates July 9–11, 2002.
- Orr, D. W. (1992). *Ecological literacy: Education and the transition to a postmodern world*. SUNY Press.
- PNUD. (2022). Le charbon écologique : Une solution locale pour la transition énergétique du Cameroun. Programme des Nations Unies pour le Développement. Retrieved August 11, 2025, from <https://www.undp.org/cameroon/publications/charbon-ecologique-solution-transition-energetique>
- Sauvé, L. (2006). Éducation relative à l'environnement et développement durable : Dépassements critiques. *Éducation relative à l'environnement : Regards, recherches, réflexions*, 5, 19–38.
- Sauvé, L. (2002a). L'éducation relative à l'environnement : Possibilités et contraintes. *Éducation relative à l'environnement : Regards, recherches, réflexions*, 3, 7–34.
- Sauvé, L. (2002b). Environmental education: Possibilities and constraints. *Connect: UNESCO International Science, Technology & Environmental Education Newsletter*, 27(1), 1–4.
- Sauvé, L. (1999). L'éducation relative à l'environnement : Entre modernité et postmodernité, ruptures et continuités. *Éducation relative à l'environnement : Regards, recherches, réflexions*, 1, 9–35.
- Sauvé, L. (1997). *Pour une éducation relative à l'environnement : Éléments de design pédagogique*. Guérin.
- Tchuikoua, L. B. (2010). Gestion des déchets solides ménagers à Douala au Cameroun : Opportunité ou menace pour l'environnement et la population ?. *Carnets de géographes*, 1, 2325. Retrieved April 9, 2026, from <https://journals.openedition.org/cdg/2325>
- Tchuikoua, L. B., & Elong, J. G. (2015). La gestion des déchets solides ménagers à l'épreuve des pratiques urbaines à Douala (Cameroun). *Revue canadienne de géographie tropicale / Canadian Journal of Tropical Geography*, 2(1), 38–46. <https://doi.org/10.1234/rcgt.v2i1.2015>
- Tilbury, D. (1995). Environmental education for sustainability: Defining the new focus of environmental education in the 1990s. *Environmental Education Research*, 1(2), 195–212. <https://doi.org/10.1080/1350462950010206>
- UNESCO. (1976). L'éducation relative à l'environnement : Tendances, pratiques et besoins. UNESCO. Retrieved April 9, 2026, from https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000146295_fre
- World Commission on Environment and Development. (1987). *Our common future*. Oxford University Press.