

Design and Pilot Implementation of TRIKIDS: A Pedagogical Method for Circular Economy Education in Primary and Secondary Schools

Conception et expérimentation pilote de TRIKIDS : une méthode pédagogique pour l'éducation à l'économie circulaire dans les écoles primaires et secondaires

Adrien Jean Ngaha Ngaha

Best Globe Network Engineering (Cameroun); ngahaadrien2005@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8322-8275>

Louis Bernard Tchuikoua

Département de Géographie; Université de Yaoundé (Cameroun); tchuikoua@yahoo.fr



DOUBLE BLIND PEER REVIEW

ABSTRACT

The deficit of pedagogical tools and methods that are simultaneously effective, interactive, and adaptable to local realities and specificities, to educate primary and secondary school students on the source separation of municipal solid waste (MSW), constitutes a major challenge for cities across Africa, the West, and Asia. To address this, a pilot project was conducted in primary and secondary schools in Yaoundé, Cameroon, from January 2020 to December 2024. Based on surveys, literature reviews, interviews, and field observations, the TRIKIDS educational method was developed. This method employs four progressive learning levels that provide participants with a comprehensive introduction to the circular economy. The project also led to the creation of a physical TRIKIDS prototype, which was used to implement the method in a fun and interactive way. As a result, over 10,000 children were engaged alongside their teachers in collecting 5 m³ of plastic PET bottles and fabricating 20 eco-friendly trash cans. This initiative created 10,314 sorting ambassadors throughout the city of Yaoundé. However, the limitations of this physical model highlighted the need for a digital version. We therefore propose a TRIKIDS video game, accessible online, which would be multilingual, cover a wider range of waste types, and be customizable according to local sorting rules and colour codes. This would make education on color-coded waste sorting accessible to a much larger audience.

Le déficit d'outils et de méthodes pédagogiques à la fois efficaces, interactifs et adaptables aux réalités et spécificités locales, pour éduquer les élèves des écoles primaires et secondaires au tri sélectif des déchets solides municipaux (DSM), constitue un défi majeur pour les villes africaines, occidentales et asiatiques. Ainsi, grâce au test pilote effectué entre janvier 2020 à décembre 2024, ciblant les établissements du primaire et du secondaire de la ville de Yaoundé et sur la base des enquêtes, lectures, entretiens et observations de terrain sur les approches d'éducation, la méthode pédagogique TRIKIDS a été mise en place. Elle a abouti au développement d'une approche d'apprentissage progressif au tri sélectif et la réalisation d'un prototype physique TRIKIDS amusant et engageant, dont la mise œuvre a permis de toucher plus de 10 000 enfants, de former 10314 ambassadeurs de tri, impliqués dans la pré-collecte de 5 m³ de bouteilles plastiques PET usées dans les ménages et au sein de la communauté, pour la fabrication de 20 poubelles écologiques pour les écoles. Les limites du modèle physique TRIKIDS ont conduit à la nécessité d'envisager une version numérique de jeu vidéo TRIKIDS accessible en ligne, multilingue, couvrant un large éventail de déchets et personnalisable selon les règles de tri et de codes couleurs locaux, facilitant l'accès à l'éducation au tri sélectif à un plus grand public.

KEYWORDS

MSW, Source Separation, Children, Circular Economy, TRIKIDS Physical Prototype, TRIKIDS Video Game, Yaoundé
DSM, Tri sélectif, Enfant, Économie circulaire, TRIKIDS physique, TRIKIDS jeu vidéo, Yaoundé

Citation: Ngaha Ngaha, A.J., & Tchuikoua, L.B. (2026). Design and Pilot Implementation of TRIKIDS: A Pedagogical Method for Circular Economy Education in Primary and Secondary Schools. *Formazione & insegnamento*, 24(S1), 45-55. https://doi.org/10.7346/-feis-XXIV-01-26_07

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. Nous remercions l'équipe de recherche et les bénévoles, pour leur dévouement et leur travail acharné sur le terrain ; tous les élèves, pour leur enthousiasme, leur participation active et leur engagement en tant qu'ambassadeurs du tri ; tous les enseignants et les responsables d'école, pour leur collaboration précieuse et leur accueil chaleureux ; tous les parents, pour leur confiance et leur soutien indéfectible matériel et financier à la réalisation de cette initiative.

DOI: https://doi.org/10.7346/-feis-XXIV-01-26_07

Submitted: November 17, 2025 • Accepted: April 18, 2026 • Published on-line: April 30, 2026

Pensa MultiMedia: ISSN 2279-7505 (online)

1. Introduction

La transition vers une économie circulaire est devenue une priorité mondiale pour faire face à l'augmentation exponentielle des déchets et à l'épuisement des ressources naturelles (Ellen MacArthur Foundation, 2013). Pour que cette transformation soit efficace, l'éducation environnementale joue un rôle pivot, notamment en inculquant de nouveaux comportements comme le tri sélectif des déchets (Ngambi, 2015). Cependant, de nombreuses études ont montré qu'il existe un déficit criant en outils et méthodes pédagogiques efficaces pour cette éducation (Kapp, 2012). Ce manque est particulièrement prononcé en ce qui concerne l'adaptabilité aux réalités locales (règles de tri, codes couleur) et l'applicabilité à un large public. Ce constat est pertinent pour les villes africaines, mais aussi pour les villes occidentales et asiatiques, et il est crucial de cibler les élèves du primaire et du secondaire, futurs acteurs de cette transition.

L'objectif de cette étude est de développer et de tester, en contexte réel, une méthodologie pédagogique progressive et localement adaptable pour l'apprentissage du tri sélectif, dénommée TRIKIDS. L'hypothèse est qu'une séquence d'apprentissage ludique, interactive et compétitive, appuyée sur un prototype physique, permet d'accroître l'engagement des élèves ainsi que la justesse des actions de tri. L'originalité de la contribution réside dans la définition de niveaux gradués de compétence (jusqu'à la maîtrise des codes couleur) et dans la conception d'un dispositif transférable, potentiellement personnalisable selon les règles et codes locaux.

Pour vérifier cette hypothèse, le présent article est structuré comme suit : après avoir détaillé la méthodologie du projet pilote TRIKIDS et ses étapes de mise en œuvre (2. Méthodologie), nous exposerons les résultats portant sur la gestion domestique des déchets en contexte africain et l'apprentissage par l'outil mécanique (3. Résultats et analyse). Enfin, une discussion analysera la portée de la méthode et ses limites, avant de tracer les perspectives de transition vers une solution numérique scalable (4. Discussion et perspectives).

2. Méthodologie

La recherche adopte un design de type *mixed-methods* à dominante appliquée, structuré en trois phases :

1. Une phase qualitative d'exploration et de co-conception (2020–2021), fondée sur des entretiens et une analyse documentaire ;
2. Une phase d'expérimentation pilote (2022–2023), avec l'implémentation de la méthodologie TRIKIDS dans 20 établissements scolaires ;
3. Une phase d'analyse et de perspectives (2024), consacrée à la synthèse des impacts et à l'identification des limites du prototype physique.

Les données quantitatives comprennent le nombre de participants, le volume de PET pré-collecté et

les outputs matériels ; les données qualitatives incluent des observations d'engagement, des descriptions de contexte et des notes de terrain.

2.1. Contexte d'étude : la ville de Yaoundé

L'étude s'est ancrée à Yaoundé, capitale du Cameroun (Figure 1). Cette ville est un laboratoire idéal, car elle est représentative des défis urbains en Afrique : forte densité de la population, pression sur les ressources et une production de déchets en constante évolution.

2.2. Démarche de mise en œuvre de l'action pilote

L'étude s'est déroulée en trois phases principales sur une période de 4 ans.

2.2.1. Recherche et conception (2020–2021)

Cette phase qualitative menée entre 2020 à 2021, a donné lieu d'une part aux entretiens approfondis avec notamment avec les responsables d'école, pour comprendre la place de l'éducation à l'environnement dans les programmes scolaires, ensuite avec les enseignants titulaires de classe, pour recueillir leurs avis sur les approches existantes et d'identifier leurs besoins, afin d'adapter et d'améliorer la méthode TRIKIDS et enfin avec les parents d'élèves, pour recueillir les informations sur la gestion des déchets au sein des foyers et le rôle de l'enfant. Et d'autre part, la recherche documentaire a porté sur les lectures de documents, de revues scientifiques et de rapports provenant des bibliothèques, des centres de documentation et d'internet (données secondaires). Cette étape a abouti à la conception d'un prototype physique TRIKIDS basé sur les retours de terrain (Figure 2).

2.2.2. Expérimentation pilote (2022–2023)

Cette seconde phase menée entre 2022 à 2023 a été consacrée à la mise en œuvre de la méthode TRIKIDS auprès d'un échantillon de 20 établissements scolaires privés de la ville de Yaoundé. Les écoles privées ont été sélectionnées pour des raisons administratives (délais d'autorisation plus rapides) et afin de garantir la continuité du suivi du projet. L'échantillon comprend 8 écoles primaires et 12 écoles secondaires, pour un total de 198 salles de classe. Le critère de sélection des écoles repose sur la disponibilité du cursus de formation complète, permettant de garantir un suivi efficace de l'apprenant. Cette sélection a permis de couvrir géographiquement l'ensemble des sept communes de la ville. Le choix des classes s'est fait en concertation avec les responsables d'établissement, en excluant les classes préparant les examens officiels. L'intervention a été adaptée aux âges des élèves en conservant la même progression par niveaux, tout en modulant la complexité des déchets et les temps de jeu.

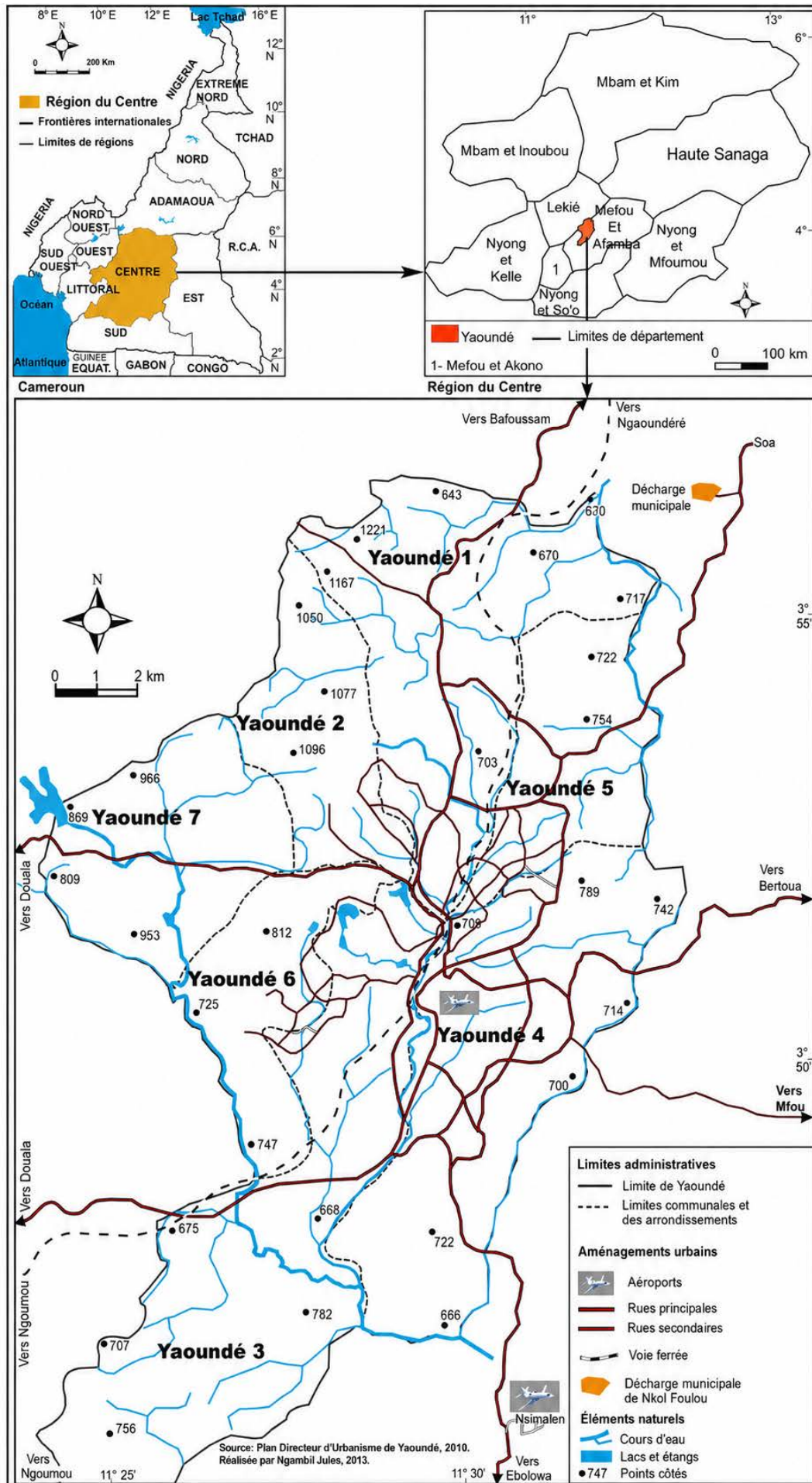


Figure 1. Localisation de la ville de Yaoundé (Ngambi, 2015, p. 21)

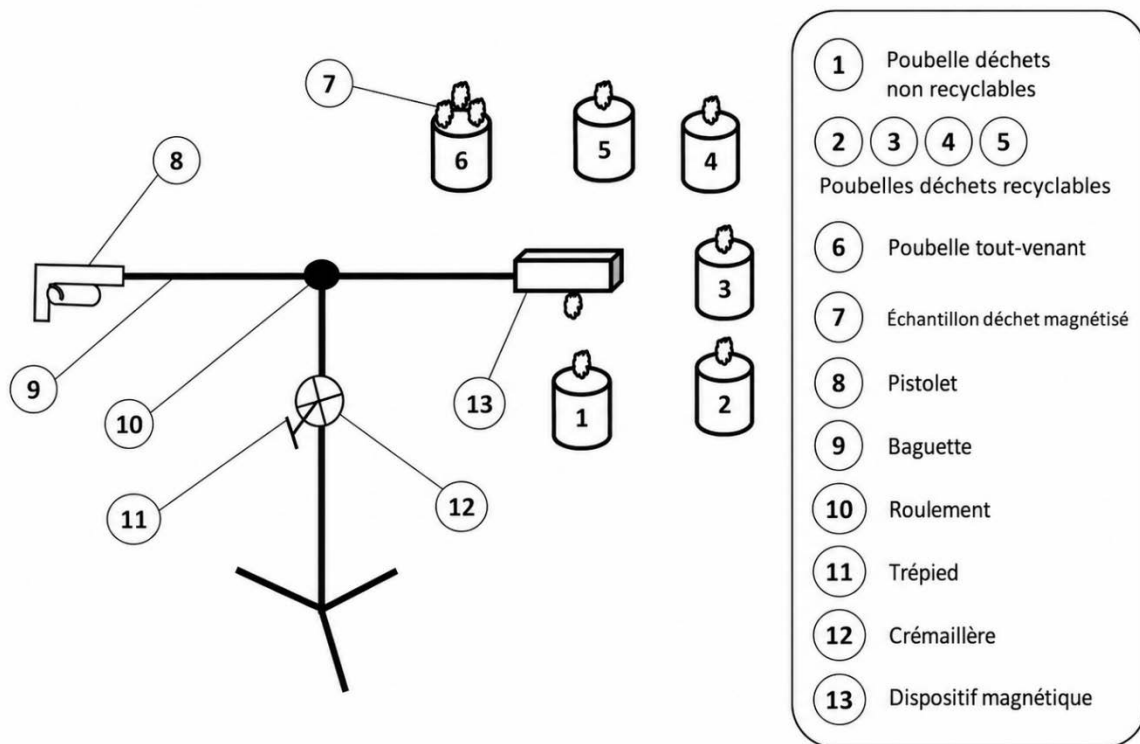


Figure 2. Conception du prototype physique. Source: travail de terrain, Ngaha Ngaha (2020–2024)

Catégorie d'école	Nombre d'écoles	Nombre de salles de classe	Effectif des élèves	Effectif des enseignants
Écoles primaires	8	75	4950	75
Écoles secondaires	12	123	5166	123
Total	20	198	10116	198

Tableau 1. Effectif des écoles et salles de classes. Source: travail de terrain, Ngaha Ngaha (2020–2024)

La collecte de données a été réalisée grâce à des observations directes de l'engagement des élèves et à des mesures d'impact quantitatives selon les procédures suivantes :

- **Chiffre des bénéficiaires et des ambassadeurs** (Tableau 1) :
 - **Élèves touchés (10 116)** : Ce chiffre représente la somme totale des élèves inscrits dans les 198 classes participant aux modules de cours théoriques et pratiques. La liste nominale a été fournie par les responsables des établissements pilotes.
 - **Ambassadeurs de tri formés (10 314)** : Ce chiffre correspond au total des 10 116 élèves touchés auquel s'ajoutent les 198 enseignants titulaires de classe ayant participé activement à la formation et à l'animation des campagnes de sensibilisation.
- **Volume de PET collecté (5 m³)** : Le volume de bouteilles plastiques PET pré-collectées par les ambassadeurs a été mesuré par cubage (inspection visuelle des big-bags de collecte dont le volume unitaire est standardisé) et par feuilles de traçabi-

lité remplies par les enseignants responsables de la réception dans chaque école.

- **Observations de terrain** : Observations directes de l'engagement des élèves et des mesures de l'impact, ceci dans le cadre de l'animation de module de cours théorique en salle, sur la notion du tri sélectif des déchets solides ménagers (4 séances par classe d'une durée de 45 minutes par séance) ; l'animation de séances pratiques sur le tri sélectif des déchets au moyen du jeu TRIKIDS physique (4 séances par classe d'une durée de 1 heure par séance) ; l'organisation de campagnes de pré-collecte de bouteilles plastiques PET impliquant les élèves (durée : Tout le long de fêtes de fin d'année durant le mois de décembre à début janvier) ; l'organisation des ateliers pour la fabrication de poubelles écologiques par les élèves (durée : 5 heures et ceci durant la semaine de la fête de la jeunesse de février).
- **Traitement des données qualitatives** : les données issues des observations de terrain et des entretiens ont été traitées par une analyse thématique transversale. Les notes prises durant les séances (engagement, types d'erreurs de tri, réactions ludiques) ont été consignées dans des grilles d'observation, puis codées pour identifier les récurrences comportementales.
- **Éthique et Consentement** : l'étude a strictement respecté les protocoles éthiques de la recherche en milieu scolaire. L'accès aux établissements a fait l'objet d'autorisations préalables auprès des inspections départementales de l'éducation de base et de l'enseignement secondaire ainsi que des chefs d'établissements. Le consentement éclairé des parents a été obtenu via les canaux de communication officiels des écoles (livrets de correspondance), garantissant l'anonymat des élèves et

le droit de retrait des données photographiques à tout moment.

2.2.3. Analyse et perspectives (2024)

Cette troisième phase menée en 2024, a été consacré à l'évaluation des résultats, à l'identification des limites et à l'élaboration d'un modèle plus scalable (le jeu vidéo éducatif TRIKIDS).

3. Resultats et analyse

3.1. Situation de la gestion domestique de déchets solides dans la ville de Yaoundé

Les enquêtes menées auprès des parents d'élèves, appartenant pour la plupart aux classes moyenne et pauvre, ont révélé une méconnaissance du tri sélectif. Une grande majorité admet pratiquer le tri par la simple séparation des déchets, consistant à extraire les objets réutilisables ou commercialisables. Les observations de terrain ont mis en évidence un modèle de gestion "tout-venant", dans lequel les déchets sont stockés en vrac dans la poubelle. Leur gestion au niveau du foyer implique, pour une grande majorité, les parents (notamment la femme) et les enfants. Dans cette phase, le parent est en charge de l'organisation. Il assure notamment l'achat des récipients pour les ménages de classe moyenne ; ceux de classe inférieure transforment plutôt de vieux seaux et sacs en poubelle. Le parent assure également le choix du lieu de disposition des poubelles dans la concession et veille à leur vidange régulière. Les enfants, second maillon de la gestion des déchets dans le ménage, assurent la gestion de la poubelle au quotidien, contrôlent leur remplissage et assurent leur évacuation hors du domicile. Cette évacuation se fait soit lors du passage des camions de ramassage des ordures pour la collecte en porte-à-porte, soit en se dirigeant vers des points de collecte fixes les plus proches, ou alors en

les abandonnant dans l'environnement (cours d'eau, trottoirs, décharges anarchiques). Ils assurent aussi le nettoyage des poubelles et leur mise en service pour les utilisations futures par le ménage.

3.2. Développement de l'approche d'apprentissage progressif TRIKIDS

Le Figure 3 montre un modèle de classification du processus de tri sélectif des déchets par niveau de compétence à acquérir permettant de simplifier la compréhension de ce processus complexe qu'est le tri au niveau de l'apprenant. Le passage d'un niveau au suivant est déterminé par la capacité de l'apprenant à maintenir l'exactitude du tri tout en augmentant progressivement : (a) le nombre de déchets différents ; (b) la complexité de la classification ; (c) l'utilisation correcte des codes couleur locaux. La "maîtrise du code couleur" correspond à la capacité d'associer correctement chaque catégorie de déchet au contenant codifié et d'appliquer cette règle dans un temps défini, en réduisant systématiquement les erreurs.

3.3. Réalisation d'un prototype fonctionnel amusant et engageant

La Figure 4 présente la réalisation d'un équipement de jeu mécanique appelée TRIKIDS facilitant la mémorisation du processus complexe qu'est le tri sélectif chez les apprenants. Tel que l'illustre la Figure 4, l'outil mécanique TRIKIDS est constitué d'une poubelle tout venant, où sont stockés en vrac, les déchets du jeu ; de cinq poubelles de tri codés par couleur dont trois poubelles pour les déchets recyclables (jaune, bleu, rouge et vert) et une poubelle pour les non recyclables (noire); une baquette à pistolet magnétique rotative (180°), surmontée sur un support vertical ; et des échantillons de déchets magnétisés.

Étapes du processus de tri	Compétences progressives à acquérir	Objectifs pédagogiques	Conditions de tri	Point /20
Débutant	Séparation des déchets	L'apprenant est capable de séparer simplement les déchets post-consommation qu'il produit.	Déchets étiquetés + poubelles étiquetées	0 - 5
Intermédiaire 1	Typologie des déchets	L'apprenant est capable de reconnaître visuellement les différents types de déchets qu'il produit, malgré l'apparence variable.	Déchets (variétés de types) sans étiquette + poubelles étiquetées	5 - 10
Intermédiaire 2	Valorisation des déchets	L'apprenant est capable de faire la distinction entre les déchets valorisables et non valorisables et de choisir le bon circuit.	Déchets complexes (multimatériaux) sans étiquette + poubelles étiquetées (avec ajout poubelle non valorisable)	10 - 15
Expert	Code couleur	L'apprenant est capable de réaliser le tri complet en utilisant le code couleur comme repère.	Déchets complexes et poubelles sans étiquette, utilisation du code couleur uniquement sans aucune aide textuelle	15 - 20

Figure 3. Classification du processus de tri sélectif par niveau de compétences à acquérir. Source : Travail de terrain (Ngaha Ngaha, 2020-2024)



Figure 4. Prototype mécanique TRIKIDS. Source : travail de terrain (Ngaha Ngaha, 2020–2024). Image améliorée par l’éditeur, avec assistance IA, à des fins de lisibilité éditoriale. Aucun élément substantiel de la scène n’a été ajouté, supprimé ou modifié

Le Tableau 2 présente les caractéristiques de ce prototype mécanique facilitant l’apprentissage du tri sélectif.

Principe clé	Comment il s’applique dans TRIKIDS ?
Approche ludique	Le dispositif est un jeu de compétition, bien encadré pour garantir une expérience organisée et amusante.
Approche interactive	Les élèves manipulent directement les déchets à l’aide d’une baguette à pistolet magnétique, ce qui rend l’apprentissage multisensoriel.
Aspect compétitif	Les équipes se mesurent l’une à l’autre sur des critères de points, de temps et d’efficacité, ce qui stimule la motivation et l’engagement.
Mise en condition réelle	Le jeu simule la gestion des déchets domestiques avec une poubelle tout-venant et des bacs de tri colorés. Les échantillons de déchets, magnétisés et préparés, offrent une application pratique des connaissances acquises.

Tableau 2. Caractéristiques fonctionnelles du prototype physique TRIKIDS. Source : travail de terrain (Ngaha Ngaha, 2020–2024).

Il ressort de ce Tableau 2 que les caractéristiques de cet outil mécanique TRIKIDS sont marquées par son aspect ludique en tant que jeu ; ensuite son aspect interactif, permettant aux apprenants de manipuler directement les déchets ; aussi son aspect compétitif, permettant aux équipes de se mesurer l’une à l’autre sur le tri sélectif et enfin la mise en condition réelle, à travers la simulation par le jeu de la gestion des déchets domestiques, offrant une application pratique du tri sélectif.

3.4. Contraintes liées à la méthode pédagogique TRIKIDS

L’étude de déploiement de la méthode TRIKIDS révèle des contraintes opérationnelles et d’évaluation indissociables de sa standardisation et de son efficacité pédagogique. Ces exigences critiques, structurant la répliquabilité de l’intervention, sont détaillées dans le Tableau 3.

Catégorie de contrainte	Élément clé	Description / Exigence opérationnelle	Impact sur l'objectivité et l'évaluation (Justification)
Contraintes organisationnelles	Formation et logistique	Le jeu requiert la constitution d'un minimum de 5 équipes de 5 joueurs. Un comité arbitral (deux arbitres) est obligatoire pour la gestion du match et la comptabilisation des points.	Garantit l'équité, l'inclusivité et le déploiement à grande échelle. Le rôle d'arbitre par les élèves renforce l'appropriation des règles.
Contraintes d'évaluation (Règles du jeu)	Évaluation formative et sommative intégrée	Les critères de jeu de la méthode TRIKIDS (Score de points engrangés, Temps de tri, et Efficacité/Rigueur du tri) constituent une évaluation formative et sommative intégrée qui permet d'objectiver immédiatement la performance individuelle et collective des élèves sur les tâches de tri sélectif.	<i>Critères de performance</i> : Les scores et le temps assurent la mesurabilité. <i>Critère de Rigueur</i> : La sanction des erreurs de tri (-2 points) impose une mémorisation précise et rigoureuse.
Contraintes temporelles et comportementales	Chronométrage et urgence	Chaque phase de tri est soumise à un chronométrage strict (20s à 60s). Une sanction pour Faute Lourde est appliquée en cas de déchet tombé au sol (-10 points et élimination).	<i>Contrainte de performance</i> : Force l'élève à automatiser le geste de tri sous pression. <i>Contrainte comportementale</i> : Renforce la responsabilité civique et la propreté de l'environnement immédiat.

Tableau 3. Contraintes opérationnelles et d'évaluation de la méthode TRIKIDS. Source : travail de terrain (Ngaha Ngaha, 2020–2024).

Les résultats confirment que le succès de TRIKIDS repose sur un double levier d'objectivation de la performance : la rigueur organisationnelle (encadrement et règles formalisées) et la contrainte temporelle. Le chronométrage ne sert pas uniquement de contrainte

logistique, mais fonctionne comme un facteur dynamique d'évaluation formative qui force l'automatisation comportementale du tri sélectif chez l'élève, liant ainsi performance et rapidité.

3.5. Impacts de la méthode TRIKIDS

3.5.1. Impacts quantitatifs

L'implémentation de la méthode TRIKIDS en pilote à Yaoundé a permis d'obtenir comme impact : *10 116 enfants du primaire et du secondaire directement touchés par le projet*. Dans le cadre des activités pédagogiques scolaires liées au projet de classe, l'équipe de recherche a été impliquée entre autres à l'animation de séances d'apprentissage théorique en salle de classe, de séances d'apprentissage pratique au tri en salle de classe au moyen de l'outil mécanique TRIKIDS, à l'organisation de campagne de collecte de bouteilles plastique PET impliquant les élèves et des ateliers liés à la fabrication de la poubelle écologique dans les écoles pilotes.

De même, lors d'activités parascolaires ou de sorties scolaires à l'occasion d'événements festifs nationaux (tels que la Fête de la Jeunesse), l'équipe de recherche a organisé des compétitions inter-établissements. Au cours de celles-ci, les enfants mobilisés se sont constitués en équipes pour jouer à TRIKIDS jeu mécanique, tel que l'illustre la Figure 5.

Les observations effectuées sur le terrain et photographiées (Figure 5), à l'occasion des activités parascolaires, ont révélées un fort engouement des élèves au jeu mécanique TRIKIDS. Ces derniers se sont amusés et se sont challenger au tri sélectif.

- *10 314 ambassadeurs du tri formés* : le nombre d'"ambassadeurs du tri" (10 314) inclut à la fois les élèves impliqués (10 116) et les 198 enseignants titulaires des classes participantes, considérés comme co-ambassadeurs en raison de leur rôle actif dans la formation et la traçabilité de la collecte.
- *5m3 de bouteilles plastiques PET pré-collectées* : les élèves ambassadeurs avec le soutien des enseignants titulaires de classes ont été impliqués dans la collecte de bouteilles plastiques PET dans les ménages, au sein de la communauté et aux alentours d'établissement scolaire avec comme consigne de collecte de 10 bouteilles PET par élève.

La Figure 6, montre les bouteilles plastiques PET pré-collectées, conditionnées dans un big-bag et stockées dans les écoles pilotes.



Figure 5. Match de tri entre élèves du secondaire. *Source* : travail du terrain (Ngaha Ngaha, 2020–2024)



Figure 6. Regroupement des flux de PET pré-collectés dans un big-bag. *Source*: travail de terrain (Ngaha Ngaha, 2020–2024)
Image agrandie et améliorée par l'éditeur avec assistance IA à des fins de lisibilité éditoriale ; les étiquettes des bouteilles en plastique demeurent toutefois illisibles, conformément à l'image originale fournie par l'auteur

3.4.2. Impact qualitatif

Fabrication de 20 poubelles écologiques à tri par les enfants du primaire et du secondaire. Les élèves

formés ont participé activement à la fabrication de 20 poubelles de tri à partir de bouteilles plastique PET usées et de chutes de bois dans les écoles pilotes.



Figure 7. Des poubelles écologiques fabriquées par les élèves à partir de bouteilles PET et de chutes de bois, installées dans les écoles de Yaoundé. Source : travail de terrain (Ngaha Ngaha, 2020–2024)

La Figure 7, illustre une poubelle écologique à tri, produite à base de bouteilles plastique PET et de chutes de bois. Cet équipement de stockage de déchets dispose de quatre compartiments à tri, codés par couleur pour les déchets papiers, plastiques, organiques et les non valorisables particulièrement les déchets anti-Covid 19 (masque facial et gants usés), conditionnés dans les sachets plastiques. Une étiquette pour orienter l'utilisateur et un code couleur, matérialisé par les bouchons de bouteilles PET sont fixés sur le couvercle de la poubelle. La fabrication de ce dispositif a suivi un processus méthodique au cours duquel, ces élèves ont été répartis en atelier avec de tâches précises, concourant à l'aboutissement de la poubelle écologique. Huit ateliers ont été ainsi mis en place, notamment l'atelier peinture ; atelier informatique ; atelier montage du cadre poubelle ; atelier montage du code couleur ; atelier production des sacs plastiques poubelles ; atelier montage du couvercle poubelle ; atelier habillage poubelle et enfin l'atelier rédaction de la note de compte rendu.

4. Discussion et perspectives

La situation de la gestion des déchets domestiques à Yaoundé marquée par l'absence de la pratique du tri sélectif à la source, est similaire à celle d'une très grande majorité des villes africaines comme le soulignent les travaux de Onibokun et al. (2001). Cette situation est cohérente avec les conclusions de plusieurs autres auteurs. Ainsi, Ngambi en 2001, souligne que "L'absence du tri des déchets à Yaoundé fait en sorte que les ménages soient encore au stade du stockage initial banalisé" (Ngambi, 2015, p.221). Ceci confirme la nécessité d'éduquer les ménages en particulier les enfants à la circularité. En effet, le stockage des déchets en tout-venant dans les poubelles dans le foyer et de leurs évacuations par les enfants pour la plupart dans les cours d'eau, trottoirs et décharges anarchiques, révèlent leurs méconnaissances sur le processus du tri sélectif.

Le développement de l'approche d'apprentissage progressif TRIKIDS a mis en évidence un modèle de classification du tri sélectif par niveaux de compétence essentiels. Dans ce modèle, le processus d'ac-

quisition des savoir-faire progresse graduellement selon la complexité des tâches, garantissant ainsi une maîtrise complète et durable du geste de tri. Cette approche s'inscrit en droite ligne avec les théories de l'apprentissage progressif de Bruner (1960) qui préconisent une complexification graduelle des tâches. Le processus d'apprentissage selon notre modèle de classification partant du bas de la pyramide où l'apprenant est capable de séparer simplement les déchets post-consommations au sommet, à la maîtrise du code couleur est cohérent avec les stratégies d'enseignement explicites facilitant l'acquisition de concepts de base (Rosenshine, 2012). Ainsi, grâce à cette classification, l'amélioration des connaissances sur le tri sélectif est confirmée. Elle permet non seulement de simplifier la compréhension du geste technique, mais sert aussi de repère pour situer le niveau de maîtrise ou de maturité en la matière d'un citoyen ordinaire, en fonction du score réalisé au cours du jeu. Ce modèle devient alors un outil précieux pour les autorités, car il offre une base fiable pour identifier les lacunes des usagers et adapter les campagnes d'éducation et de sensibilisation communautaire.

Les caractéristiques de l'outil mécanique TRIKIDS, qui facilitent la mémorisation du processus complexe du tri sélectif chez les enfants, présentent des aspects ludiques, interactifs, compétitifs et de mise en condition réelle. Elles sont conformes aux principes de la pédagogie active, tels que les soulignent les travaux de Piaget (1969) fondés sur l'apprentissage par l'expérience et la manipulation. Ces caractéristiques sont cohérentes avec les travaux de plusieurs autres auteurs. Ainsi, Deterding et al. (2011) mentionnent "l'utilisation des mécanismes de jeu dans des contextes non ludiques pour motiver les participants et encourager des comportements souhaités" (p. 10). Cela confirme que l'outil mécanique TRIKIDS améliore l'apprentissage du tri sélectif en constituant un dispositif à la fois amusant, engageant et pratique.

L'analyse des impacts quantitatifs, révèle que l'implémentation de la méthode TRIKIDS a permis de toucher 10 116 élèves du primaire et du secondaire, de former 10314 ambassadeurs de tri et de pré-collecter 5m³ de bouteilles plastiques PET par les élèves ambassadeurs dans les ménages, au sein de la communauté et aux alentours d'établissements scolaires. Le décalage de valeurs entre le nombre d'élèves touchés par le projet et les ambassadeurs de tri formés est dû au fait que l'initiative pilote étant retenu comme projet de classe inscrit dans le programme scolaire au Cameroun, a pleinement bénéficiée de l'implication des 198 enseignants titulaires de classes, qui ont été associés aux activités du projet, créant ainsi avec les 10116 élèves un réseau pour la sensibilisation communautaire. Ceci confirme l'efficacité de la méthode TRIKIDS dans la sensibilisation à l'économie circulaire en milieu scolaire et la collecte préventive des déchets dans les ménages, au sein de la communauté et dans l'environnement en général en impliquant les élèves.

L'analyse de l'impact qualitatif révèle que l'implémentation de la méthode TRIKIDS a permis aux élèves, organisés en équipes par atelier, de fabriquer 20 poubelles écologiques à partir de bouteilles plastiques PET pré-collectées et de chutes de bois. La réalisation de cette infrastructure, transformant des matériaux usagés en équipements utiles pour les

écoles, illustre le lien direct entre la méthode et les principes de l'économie circulaire (Ellen MacArthur Foundation, 2013), notamment la valorisation des déchets et le réemploi. L'engagement des élèves dans les huit ateliers de fabrication (peinture, montage cadre, habillage, etc.) est une preuve objectivée de la transition de l'élève d'un rôle de consommateur passif à celui d'acteur de la circularité (Ajzen, 1991), assurant un ancrage territorial durable de la méthode. Cette initiative confirme l'efficacité de TRIKIDS à transformer les élèves en contributeurs actifs à la boucle de l'économie circulaire. Le suivi de cette transformation est réalisé à partir de la gestion quotidienne des poubelles écologiques par les élèves ambassadeurs, la vidange et la récupération des ressources valorisables étant assurées par l'équipe de bénévoles de l'association environnementale Best Globe Network Engineering.

La méthode TRIKIDS, et plus particulièrement son outil mécanique, rencontre des contraintes qui limitent fortement son déploiement à grande échelle. Ces limitations sont principalement dues à une faible performance, puisque le temps de préparation entre les parties de jeu réduit l'efficacité de l'apprentissage, permettant seulement le tri d'environ 20 déchets par heure. À cela s'ajoutent des contraintes physiques importantes, le prototype est encombrant et difficilement transportable, rendant son utilisation compliquée en dehors des établissements scolaires. Enfin, le manque d'adaptabilité du dispositif le rend difficile à ajuster pour prendre en compte la diversité des règles de tri et des codes couleurs spécifiques à chaque ville.

Par rapport à d'autres initiatives d'éducation au tri et de gamification, TRIKIDS se distingue par : (1) une progression structurée par niveaux de compétence ; (2) une adaptabilité potentielle aux règles et codes couleur locaux ; (3) la combinaison de l'apprentissage en classe et de l'action communautaire (pré-collecte et réemploi). La principale limite concerne en revanche la scalabilité du prototype physique, ce qui justifie la transition vers une version numérique.

La transition vers une version numérique de TRIKIDS sous la forme de jeu vidéo, permettrait entre autres d'augmenter l'accessibilité en rendant la méthode disponible en ligne à un public beaucoup plus large (enfants, adolescents, parents, étudiants, migrants, etc.), et étendre sa portée au-delà de Yaoundé ; d'accroître l'adaptabilité en personnalisant les règles de tri, les codes couleurs et les langues en fonction de la localisation de l'utilisateur, facilitant ainsi l'intégration sociale et environnementale des citoyens locaux et surtout des nouveaux arrivants, généralement confrontés à des réglementations de tri parfois très différentes de celles de leur lieu d'origine et enfin d'optimiser la performance d'apprentissage en proposant une grande variété de déchets (200 types de déchets triés par heure) et des sessions de jeu plus courtes et plus fréquentes.

L'impact pourrait être davantage maximisé en intégrant la méthode TRIKIDS de manière plus structurée. La version numérique pourrait permettre de densifier cet impact. Notamment à travers l'insertion de TRIKIDS jeu vidéo dans les tablettes numériques pour un apprentissage en famille plus confortable ; l'établissement de partenariats avec les institutions

scolaires pour son insertion dans les programmes scolaires; l'installation des points de démonstration sur tablettes numériques à l'entrée des grands centres commerciaux (Malls, Hyper Marchés, etc.), lors des journées portes ouvertes, des événements communaux, ou des foires pour attirer et éduquer un public large avec le partenariat d'ONG ou les associations environnementales; collaboration avec les municipalités pour faciliter l'accès au jeu dans les bibliothèques municipales et centre multimédia; partenariats avec des organisations d'intégration régionale majeures telles que l'Union Européenne (UE), l'ASEAN (Association des Nations de l'Asie du Sud-Est), et le Mercosur (Marché Commun du Sud), dans le but d'intégrer dans le jeu vidéo éducatif TRIKIDS les réglementations spécifiques liées au tri sélectif et les codes couleur des différentes villes de ces blocs. Enfin, création et sponsoring de pages publicitaires dédiées sur les plateformes de médias sociaux populaires et collaboration avec des influenceurs, créateurs de contenus et des personnalités publiques engagées dans l'environnement pour amplifier la visibilité du jeu.

Bien que cette étude pilote valide la capacité de mobilisation communautaire de la méthode TRIKIDS, elle repose sur des indicateurs de participation (nombre de participants, volume de PET collecté, produits réalisés) et de performance opérationnelle (temps, erreurs, score) ainsi que des observations de terrain; toutefois, aucun outil standardisé pré/post – test avec groupe témoin n'a été utilisé pour mesurer les gains cognitifs, ce qui constitue une limite et un axe d'amélioration majeur que la version numérique de TRIKIDS entend combler. Le passage au jeu vidéo n'est pas qu'une évolution ludique, mais une réponse méthodologique. L'intégration native de questionnaires d'évaluation initiaux et finaux permettra d'automatiser la mesure du gain de connaissances.

En enregistrant les scores, les temps de réaction et les types de déchets échoués, le jeu vidéo TRIKIDS se transforme en un instrument de mesure scientifique à grande échelle. Cet agenda de recherche permettra de valider statistiquement l'efficacité de la gamification sur l'automatisation du geste de tri, offrant ainsi une base de données robuste pour les politiques publiques de gestion des déchets.

5. Conclusion

Les résultats obtenus au terme de ces recherches, permettent de montrer que TRIKIDS s'avère être une méthode impactante et prometteuse. L'action pilote validant l'hypothèse a démontré que la méthode TRIKIDS, progressive, interactive, ludique et compétitive, améliore significativement l'apprentissage du tri sélectif et l'adhésion aux principes de l'économie circulaire chez les élèves.

Au-delà de l'éducation, le projet a généré des résultats concrets, comme la création de 10 314 ambassadeurs du tri et la fabrication de 20 poubelles écologiques à partir de déchets pré-collectés. Ainsi, TRIKIDS transforme les élèves en acteurs de la valorisation des déchets, créant un lien direct entre la connaissance et l'action.

La transition vers une version numérique de jeu vidéo TRIKIDS en ligne permet la densification de l'impact de la méthode TRIKIDS. La méthode TRIKIDS offre un outil précieux pour de multiples acteurs. Elle permet en l'occurrence aux ONG et aux associations d'organiser des campagnes de sensibilisation sur l'économie circulaire en milieu scolaire, ainsi que des opérations de collecte préventive impliquant les élèves auprès des ménages et des communautés. Concernant les établissements scolaires, TRIKIDS facilite l'intégration de l'éducation à la circularité dans les programmes pédagogiques. Enfin, pour les municipalités, le dispositif sert d'instrument de mesure du niveau de maturité des citoyens au tri sélectif, une donnée essentielle pour le pilotage des politiques de gestion des déchets à l'échelle locale.

Références bibliographiques

- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179–211. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)
- Bruner, J. (1960). *The process of education*. Harvard University Press.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining "gamification". <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Ellen MacArthur Foundation (2013). Towards the circular economy: Vol. 1. An economic and business rationale for an accelerated transition. Ellen MacArthur Foundation. Retrieved April 18, 2026, from <https://content.ellenmacarthurfoundation.org/m/4384c08da576329c/original/Towards-a-circular-economy-Business-rationale-for-an-accelerated-transition.pdf>
- Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education*. Pfeiffer.
- Ngambi, J. (2015). Déchets solides ménagers dans la ville de Yaoundé (Cameroun) : De la gestion linéaire vers une économie circulaire. Université du Maine. Doctoral dissertation. <https://doi.org/10.70675/88d41a89z6ffbz430ez8d-0azc063d3dfb8b6>
- Onibokun, A. G., & Kumuyi, A. J. (Eds.). (2001). *La gestion des déchets urbains : Des solutions pour l'Afrique*. CDRI/Karthala. Retrieved April 18, 2026, from <https://idrc-crdr.ca/sites/default/files/openebooks/927-5/index.html>
- Piaget, J. (1969). *Psychologie et pédagogie*. Denoël.
- Rosenshine, B. (2012). Principles of instruction: Research-based strategies that all teachers should know. *American Educator*, 36(1), 12–39. Retrieved April 18, 2026, from <https://eric.ed.gov/?id=EJ971753>