



EFFET DES MICROPLASTIQUES SUR LA FERTILITE DES SOLS AGRICOLE : CAS DE LA CROISSANCE DU MAÏS (ZEA MAYS)

KEWE Duchelle Maeva¹, ATANGANA NGALARA Marie Louise Fleur², ONANA MANGA²,
EMBOLO ENYEGUE Elisée Libert³,

1. ISAPES, Yaoundé, Cameroun.
2. Ministère de la Santé Publique, Yaoundé, Cameroun.
3. Ministère de la Recherche Scientifique et de l’Innovation

ARTICLE INFO

Mots clés

Effets,

Microplastiques,

Fertilité,

Croissance,

Sol agricole,

Zea mays

Abstract

Context: Microplastics, detected in an estimated 76% of agricultural soils, are emerging as a global food security threat. While plastic pollution is often associated with aquatic environments, cultivable soils particularly in poorly managed urban and peri-urban areas are increasingly affected. This study was designed to assess the impact of plastic pollution, specifically low-density polyethylene (LDPE) and polyethylene terephthalate (PET) microplastics, on soil fertility and the development of maize (*Zea mays*). **Method:** Field investigations were conducted in Yaoundé to identify local sources of agricultural soil contamination by microplastics.

* Corresponding author.

- **Email address:** Email : baillydk@gmail.com
- Téléphone : +237 692 036 188

DOI : 10.5281/zenodo.17237316

Reçu le 09 Juin 25; révisé le 13 Juillet, Accepté 17 Aout 25; publié le 30 septembre 25.

© 2023 The Authors. Published by EcoClean Environment Company. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/>).



A controlled 24-day experiment was then carried out using seven pots divided into three groups: a control group without plastic, an LDPE group, and a PET group, each with increasing concentrations of 250 g, 500 g, and 750 g of microplastics. Key parameters measured included germination rate, plant height, leaf coloration, and soil texture. **Results.** The findings revealed that microplastics significantly hinder maize growth, reduce germination rates, alter leaf pigmentation, and induce progressive soil compaction, thereby limiting water and nutrient availability. Field observations further confirmed the widespread presence of plastic waste in agricultural areas, primarily originating from food packaging, bottles, plastic bags, and irrigation with contaminated wastewater. **Conclusion.** This study highlights the clear link between human practices, inadequate waste management, and soil contamination. It contributes to the growing body of evidence on terrestrial plastic pollution and provides a scientific warning about the threats posed by microplastics to food security and the sustainability of local agriculture.

RESUME :

Les microplastiques, présents dans 76% des sols agricoles selon les estimations deviennent une menace alimentaire à l'échelle planétaire. Ce présent travail de recherche s'est inscrit dans une démarche expérimentale visant à évaluer l'impact de la pollution plastique, et plus particulièrement des microplastiques de type PEBD (polyéthylène basse densité) et PET (polyéthylène téréphtalate), sur la fertilité des sols agricoles et le développement du maïs (*Zea mays*). La pollution plastique, bien que souvent observée dans les milieux aquatiques, touche également de manière croissante les sols cultivables, particulièrement dans les zones urbaines et périurbaines mal gérées. Le travail a consisté à identifier les sources locales de microplastiques dans les sols agricoles de Yaoundé, à caractériser leur nature, et à observer leurs effets à travers une expérimentation contrôlée. L'étude a été menée sur une période de 24 jours, à l'aide de 7 pots répartis en trois groupes : un groupe témoin sans plastique, un groupe PEBD, et un groupe PET, avec des concentrations progressives de 250g, 500g et 750g de microplastiques. Les paramètres évalués incluaient le taux de germination, la hauteur des plants, la couleur des feuilles et la texture du sol. Les résultats ont montré que la présence de microplastiques réduit significativement la croissance du maïs, diminue le taux de germination, altère la coloration foliaire et provoque une compaction progressive du sol, entravant la disponibilité en eau et en nutriments. En parallèle, les observations de terrain ont permis de confirmer la présence massive de déchets plastiques dans les zones agricoles, majoritairement issus d'emballages alimentaires, de bouteilles, de sachets et d'irrigation avec des eaux usées contaminées. Le lien entre pratiques humaines, mauvaise gestion des déchets et contamination des sols apparaît clairement. Ce travail vient ainsi enrichir les données existantes sur la pollution terrestre et constitue une alerte scientifique sur les menaces que font peser les microplastiques sur la sécurité alimentaire et la durabilité de l'agriculture locale.

Introduction

En milieu agricole, les microplastiques proviennent principalement de l'usage intensif de plastiques dans les pratiques culturales modernes. Parmi les plastiques les plus fréquents, on retrouve le polyéthylène (PE), utilisé dans les films de paillage et les sacs d'engrais ; le polypropylène (PP), présent dans les ficelles agricoles, les filets ou les contenants ; et le polychlorure de vinyle (PVC), utilisé dans les systèmes d'irrigation et les bâches. Ces matériaux, en se dégradant, libèrent dans les sols des microplastiques qui interagissent avec les composants physiques, chimiques et biologiques du sol. Dans le contexte des pays en développement comme le Cameroun, la problématique des microplastiques en milieu agricole reste encore peu explorée, alors même que l'utilisation de produits plastiques à usage unique et de techniques culturales non durables y est en augmentation. En milieu rural et périurbain, l'agriculture intensive, l'usage non contrôlé de composts contenant des résidus plastiques, ainsi que la mauvaise gestion des déchets plastiques contribuent fortement à la contamination progressive des sols. Cette étude se propose donc d'analyser l'effet des types de microplastiques les plus récurrents, notamment le polyéthylène basse-densité (PEBD) et polyéthylène téréphtalate (PET) introduits à des concentrations variables. Les résultats attendus permettront non seulement de quantifier l'effet de ces polluants sur la fertilité apparente du sol, mais également de sensibiliser sur l'usage et la gestion des plastiques dans les zones de culture.

1. CONTEXTE

La production mondiale de plastiques était de 367 millions de tonnes métriques (Mt) en 2020, contre 1,5 Mt en 1950. La production et l'utilisation de plastiques présentent plusieurs inconvénients notamment : leur contribution aux émissions de gaz à effet de serre et la pollution terrestre et marins. La plupart des plastiques sont enfouis ou incinérés, une grande quantité finissant dans la nature, et seulement 9% sont recyclés (Alitshag et al., 2023).

La pollution plastique est devenue omniprésente dans les sols agricoles, menaçant la sécurité alimentaire, la santé des populations et l'environnement, selon un nouveau rapport publié par la FAO, l'organisation des Nations Unis pour l'alimentation agricole. Le rapport de la FAO intitulé : *un appel à l'action suggère que les terres que nous utilisons pour cultiver nos aliments sont contaminées par des quantités encore plus importantes de polluants plastiques.*

La pollution plastique constitue aujourd'hui une menace environnementale majeure à l'échelle planétaire. Initialement observée dans les milieux marins, cette forme de pollution s'étend désormais aux écosystèmes terrestres, notamment aux sols agricoles, qui reçoivent chaque année plusieurs millions de tonnes de résidus plastiques issus d'activités humaines diverses. En milieu agricole, les microplastiques proviennent principalement de l'usage intensif de plastiques dans les pratiques

culturales modernes. (Singh et al., 2023). Ces matériaux, en se dégradant, libèrent dans les sols des microplastiques qui interagissent avec les composants physiques, chimiques et biologiques du sol.

De nombreuses recherches ont montré que l'introduction de microplastiques dans les sols pouvait modifier les propriétés physiques, chimiques et biologiques de ces derniers. Les travaux de Hasan et al., 2024 ont notamment mis en évidence une altération de la porosité du sol, une modification de la rétention en eau et une perturbation de la respiration microbienne. D'autres études (Souza En-Nejmy et al., 2024 indiquent que certains polymères comme le polyéthylène (PE) et le polyéthylène téréphtalate (PET), en se fragmentant, peuvent libérer des substances toxiques telles que des métaux lourds, affectant ainsi la germination, la croissance et la biomasse des plantes cultivées.

Concernant l'agriculture, les recherches soulignent que les microplastiques peuvent non seulement agir comme des vecteurs de polluants organiques persistants, mais également perturber les symbioses racinaires (mycorhizes), affecter la structure des agrégats du sol et limiter l'absorption des nutriments par les racines. Une étude de (Iqbal et al., 2024 a montré que la présence de PEBD réduisait significativement la croissance de plantes modèles, notamment

En Afrique, peu d'études ont été menées sur les effets des microplastiques sur les sols, bien que l'usage intensif de sachets plastiques, bouteilles et autres objets en plastique à usage unique laisse présager une contamination diffuse des terres cultivées. Au Cameroun, l'absence de cadre réglementaire strict sur la gestion des déchets plastiques et le recyclage accentue cette problématique, rendant nécessaire des recherches locales pour mieux cerner l'impact de ces polluants.

Dans le contexte des pays en développement comme le Cameroun, la problématique des microplastiques en milieu agricole reste encore peu explorée, alors même que l'utilisation de produits plastiques à usage unique et de techniques culturales non durables y est en augmentation. En milieu rural et périurbain, l'agriculture intensive, l'usage non contrôlé de composts contenant des résidus plastiques, ainsi que la mauvaise gestion des déchets plastiques contribuent fortement à la contamination progressive des sols. (Zhang et al., 2023)

Les tonnes d'ordures produits quotidiennement, une part importante, n'est ni triée, ni valorisée, entraînant une pollution diffuse, y compris des sols périurbains (mauvais gestion, 2020). Les plastiques jetés dans l'environnement se fragmentent avec le temps sous l'effet du soleil et des intempéries, libérant des microplastiques qui peuvent être intégrées dans les sols lors des crues, de l'épandage de déchets ou de la fabrication de composte (Ndoumbe Esongami Eric, 2023)

Une étude à Musaka à Buea révèle une concentration moyenne de 3,58 particules de microplastiques par gramme de sol, avec une accumulation plus importante à une profondeur de 20cm. Les microplastiques identifiés étaient principalement des fragments irréguliers et dégradés, suggérant une dégradation avancée des plastiques. Bien que l'étude ne se concentre pas directement sur la

fertilité des sols, la présence significative de microplastiques indique une pollution potentielle qui pourrait affecter la santé et la production des sols

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Type d'étude :

Il s'agit d'une étude expérimentale en conditions contrôlées, visant à évaluer l'effet de différentes concentrations de microplastiques sur la fertilité du sol et la croissance du maïs (*Zea mays*)

2.2. Lieu d'étude de justification :

L'étude a été réalisée dans un environnement contrôlé dans la ville de Yaoundé, quartier Titi garage sur une période d'expérimentation de 24 jour

2.3. Description du lieu d'étude

Le site choisi est situé à Titi garage, un quartier de la ville de Yaoundé IV, et se caractérise par une forte densité urbaine et une activité économique informelle soutenu. La zone est également marquée par des déchets visiblement mal gérés et se retrouvant souvent dans les quelques champs agricoles présent. La zone bénéficie d'un ensoleillement et d'un accès à l'eau, ce qui a permis de mener une expérimentation contrôlée.

2.4. Population d'étude :

La population d'étude est constituée de plants de maïs (*Zea mays*) cultivés dans des pots contenant du sol agricole mélangé à différentes concentrations de microplastiques.

2.5. Echantillonnage

a) Équipements :

- Blouse et gants : pour garantir une manipulation hygiénique et sécurisée des échantillons et substances plastiques
- Ciseaux : pour le découpage manuel des plastiques d'emballage (plastiques « nylon » et bouteilles)
- Règle graduée (30 cm) : pour mesurer précisément la hauteur des contenants et la profondeur des semis
- Mesurette de pesée : pour quantifier les microplastiques introduits dans chaque pot
- Feutres marqueurs : pour l'identification claire de chaque pot expérimental
- Bidons d'eau recyclés (10L) : utilisés comme pots expérimentaux

b) Intrants et matières premières :

- Graines de maïs de même variété jaune, couramment cultivée dans les régions au Cameroun. Les graines ont été achetées dans un commerce spécialiste dans la vente de produits agricoles situé au marché Mokolo de Yaoundé, garantissant ainsi leur qualité.

- Eau propre (sans chlore)
- Plastiques nylon noir et blanc (PEBD) issus d'emballages alimentaires, bouteilles plastiques d'eau de marque Supermont et jus de marque Top (polyéthylène téréphtalate (PET))

c) Documents :

- Fiche d'observation d'identification des facteurs anthropiques
- Fiche de suivi de croissance des plants
- Carnet de notes
- Appareil photo

2.6. Collecte des données

a. Validation des instruments de collecte

Nous avons mené une étude expérimentale et observationnel à l'aide d'une grille d'observation identifier les types de plastique les plus présent dans les milieux agricoles ainsi que les activités humaines qui favorise cette présence. Et pour finir par analyser les impacts de ceux si sur la fertilité du sol et la croissance du maïs.

b. Procédure de collecte

1. Fiche d'observation structurée

Pour identifier les types de plastiques les plus fréquents dans les milieux agricoles et les pratiques humaines associées à leur présence

2. Préparation des pots

- Sept pots expérimentaux ont été préparés à partir de bidons d'eau de 10L préalablement récupérer dans le quartier et coupés à 17 cm de hauteur

- Ils sont nommés Pot A, B et C pour le groupe PEBD
- Ils sont nommés pot X, Y et Z pour le groupe PET
- Et CT pour le groupe cas témoins (pot non contaminés)

3. Préparation du sol

Le sol utilisé est un sol rouge limono-sableux prélevé dans un champ agricole exploité du quartier titi garage de Yaoundé. Ce type de sol es typique des régions tropicales humides et est typique des reconnu pour sa richesse en fer et en aluminium. Ce sol a été choisi en raison de sa représentativité locale et sa capacité à, refléter les conditions réelles de culture du maïs dans la région. Récupérer, puis divisé et chaque pot reçoit une même quantité de terre (2kg).

4. Préparations des échantillons de microplastiques

Les plastiques ont été découpés à la main jusqu'à obtenir des fragments de tailles variantes entre 5- 20 mm

5. Echantillonnage (préparations des pots expérimentaux)

Les microplastiques sont incorporés dans les pots selon 3 concentrations différentes respectivement 250g, 500g, et 750g pour chacun des groupes PEBD & PET et un cas témoin (neutre).

6. Homogénéisation et semis

Après l'introduction des microplastiques, chaque pot a été homogénéisé manuellement à l'aide de gants avec 300ml d'eau pour simuler une humidification uniforme du sol. Ensuite, 4 graines de maïs ont été semées dans chaque pot, à 2cm de profondeur. Les pots ont été exposés en plein, en conditions naturelles.

7. Suivi expérimentale et méthode de randomisation

- Mise en place d'un système d'arrosage quotidien à raison de 100 ml d'eau par pot, afin de maintenir des conditions favorables à la germination et la croissance
- L'ordre de disposition des pots en plein air a été aléatoirement modifié tous les deux jours afin de minimiser l'effet de l'ensoleillement ou du vent sur certains pots
- L'expérience a été réalisée en plein air, à Yaoundé, sous climat équatorial de type guinéen.

Les températures journalières moyennes oscillaient entre 22°C et 30°C durant la période expérimentale, avec une humidité relative estimée à 70-80%

Paramètres de croissance du maïs et fertilité du sol

- Taux de germination (nombre de graines germées / nombre total semées)
- Hauteur du maïs
- Couleurs des feuilles
- Observation de la structure du sol (compaction, rétention d'eau visuelle)

Traitement des données

Les logiciels Microsoft Word et Microsoft Excel et test statistique ANOVA ont été utilisés pour la saisie, la mise en forme, le traitement et l'analyse des données collectées. Présentées sous forme de texte, tableau et graphiques.

3. RESULTATS

Typologie des plastiques présents dans l'environnement agricole

Afin d'atteindre les premiers objectifs spécifiques de l'étude, des observations ont été menées dans plusieurs zones agricoles de la ville de Yaoundé. Ces observations ont permis d'identifier les types de plastiques les plus courants ainsi que les activités humaines qui favorisent leur présence.

Les résultats de la première phase d'observation sont présentés sous la figure 1 ci-dessous. Ceux-ci révèlent une présence significative de plastiques et microplastiques dans les champs agricoles, avec des variations notables selon les types de polymères identifiés. Le PEBD est de loin le plus représenté avec une fréquence d'occurrence atteignant 100% des champs échantillonnés. En comparaison, le PET est retrouvé dans 90% des champs traduisant une contamination importante, issue de bouteilles jetées et textiles en décomposition. Le PEHD est présent dans 50% des cas, un chiffre également préoccupant car ce type de plastiques est souvent issu de contenants rigides pesticides et de détergents. Le polypropylène (PP) n'apparaît que dans 40% des champs, tandis que le polychlorure de vinyle (PVC) et le polystyrène (PS) n'ont été détectés que dans 20% des cas.

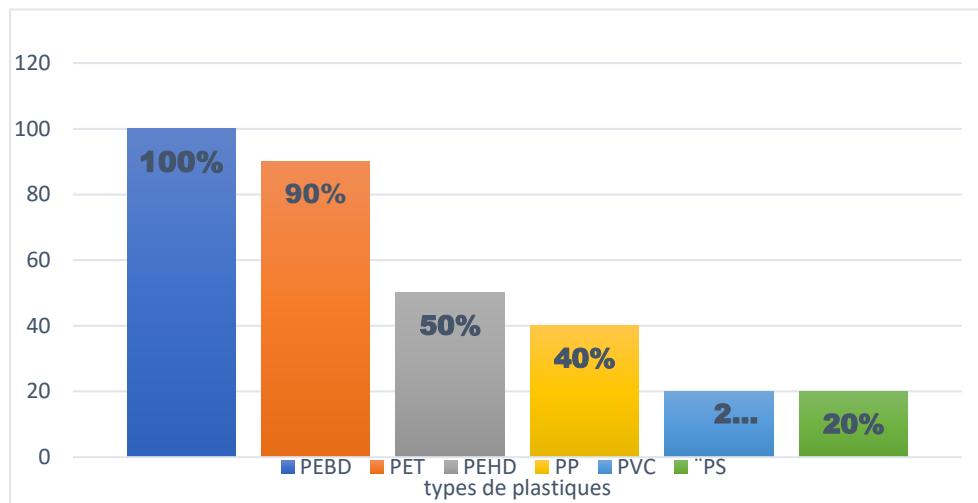


Figure 1 : Répartition des fréquences d'apparition des plastiques dans les champs agricoles échantillonnées

Activités humaines identifiées comme sources de pollution plastiques dans les champs agricoles

La figure 2 ci-dessous, constituent les principales causes de la présence de plastiques dans les milieux agricoles : l'abandon et le dépôt sauvage de plastiques par les passants constituent la cause dominante (100% des cas). En particulier les sachets plastiques en PEBD et bouteilles plastiques PET sont les plus fréquemment retrouvés. Le recyclage informel des sachets plastiques noirs, utilisés

comme contenants de jeunes plants sont observés à 30%. Enfin à 60% dans champs observés, les cultures sont irriguées à l'aide d'eaux usées contenant des paillettes et fragment plastiques. Cette méthode d'irrigation alternative est très courante, en raison des contraintes liées à la disponibilité en eau potable. Elle favorise les contaminations des sols agricole, altère leur composition, et peut entraîner leur infertilité.

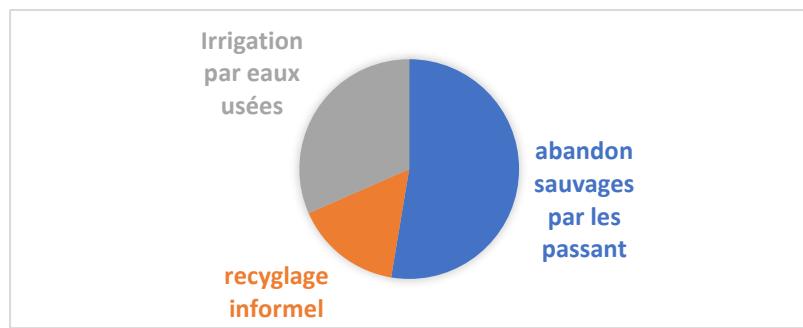


Figure 2 : Pratiques humaines favorisant la présence de microplastiques dans les champs agricoles observés

Présentation des groupes expérimentaux (culture du Zea plants)

Dans le cadre de cette étude visant à évaluer l'impact des microplastiques sur la fertilité du sol, 7 pots ont été préparés et répartis en trois groupes :

- ❖ Groupe neutre (CT) ne contenant aucun microplastiques,
- ❖ Groupe PEBD mélangé au polyéthylène basse densité
- ❖ Groupe PET mélangé au polyéthylène téréphthalate.



Figure 3 : Présentation de l'expérimentation

A : Pailleté de PET B : Plastique souples PEBD C : Pot expérimentaux

Analyse de la taille des plants

A la fin de l'expérimentation, les observations indiquent que la présence de microplastiques quel soit de type PEBD ou PET, inhibe fortement la croissance végétative du maïs. Probablement en

modifiant les propriétés physico-chimiques du sol, en altérant la disponibilité en nutriments, ou en influençant la structure racinaire



Figure 4 : Hauteur des plants de maïs à la fin de l'expérimentation

1 : Pots du groupe PEBD ; 2 : pots du groupe PET ; 3 : pot du groupe CT

La figure 5 ci-dessous représente les tailles des plantes de maïs des différents groupes exposés aux différentes concentrations. En effet, dès le début de l'expérimentation, certaines plantes issues des pots contaminés présentaient une croissance initiale plus faible par rapport aux plantes du pot témoin. Ces jeunes pousses approchaient une hauteur inférieure, suggérant un retard de développement dès les phases précoce de germination. Ces résultats mettent en évidence une relation inverse claire entre les concentrations de microplastiques dans le sol et la croissance des plantes de maïs. La réduction de la taille est Dose-dépendante : plus la concentration augmente, plus la croissance ne diminue.

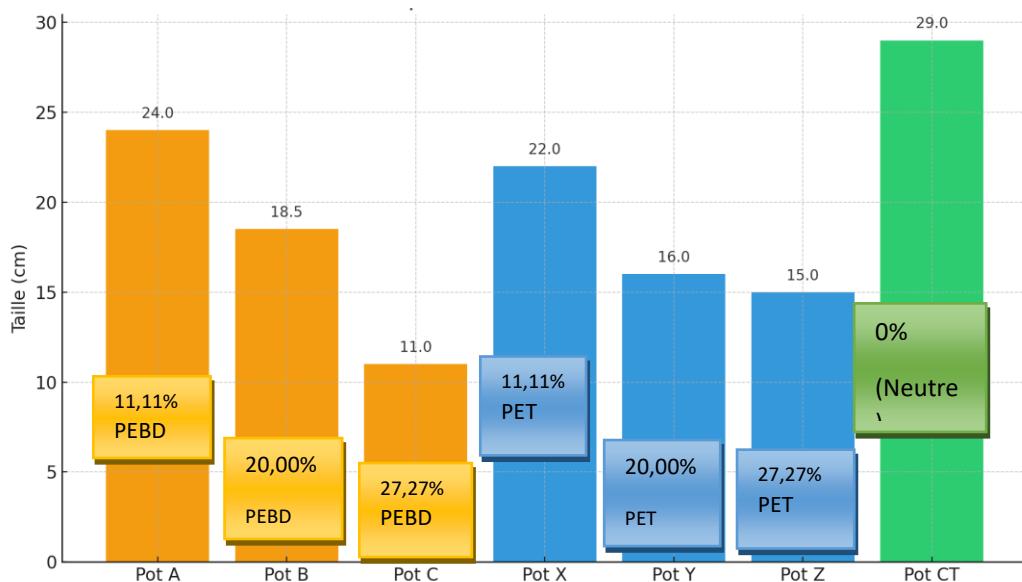


Figure 5 : Hauteur des plants de maïs selon les différentes concentrations microplastique

A l'issue de l'expérimentation, les hauteurs moyennes des plants de maïs les plus développés ont été calculé pour chaque groupe expérimental.

Groupe	Taille moyenne (cm)
➤ Groupe (CT)	/ / / = 29,0 cm
➤ Groupe (PEBD)	$(24 + 18,5 + 11) / 3 = 17,83 \text{ cm}$
➤ Groupe (PET)	$(22 + 16 + 15) / 3 = 17,67 \text{ cm}$

L'analyse comparative montre une réduction significative de la taille des plants dans les groupes contaminés par les microplastiques (PEBD, PET), par rapport au groupe témoin. On observe une baisse moyenne d'environ 11,17cm pour le groupe PEBD et 11,33cm pour le groupe PET, ce qui représente une diminution de la croissance de plus de 38%. Plus marquée pour le PEBD avec une hauteur moyenne légèrement supérieure (17,83cm). Cela suggère que dans les conditions de l'expérimentation, le PEBD a été marginalement plus nuisible que le PET sur la croissance moyenne des plants, bien que la différence soit faible.

Analyse de la germination des plants

Alors que les premières levées étaient visibles dès les premiers jours dans le groupe CT, les semences des pots contaminés n'ont commencé à germer qu'à partir du 8e et 9e jour. Ceci montrant un décalage dans le processus de germination avec un taux moyen de seulement 2 plantes germées sur 4, pour les groupes PEBD et PET. Le groupe témoin CT lui de son côté présente une germination complète de 4 graines sur 4. Une baisse de 50% qui pourrait résulter d'une altération physique du sol et de l'interférence mécanique avec la croissance embryonnaire. Cela démontre clairement un effet inhibiteur des microplastiques sur le processus de germination des semences de maïs. La figure 6 ci-dessous représente la germination finale des plants de maïs dans les différents pots expérimentaux.



Figure 6 : présentation du taux de germination du maïs dans les différents groupes (PEBD, PET, CT) selon les concentrations microplastiques.

Analyse de la couleur des feuilles

Au cours de l'expérimentation, des différences notables de coloration foliaire ont été observées entre les plants issus des pots contaminés et ceux du groupe témoins. Le pot témoins présentait des feuillages d'une teinte vert foncé, caractéristique d'une croissance vigoureuse et d'un bon état physiologique. En revanche, dans les pots contaminés, la couleur des feuilles était visiblement plus pale, avec nuances variant du vert clair au verdâtre, voire légèrement jaunâtre selon la concentration.

La figure 8 ci-dessous permet de visualiser la dégradation progressive de la couleur foliaire en fonction de l'augmentation des concentrations de microplastiques. Une couleur vert foncé pour le témoin CT, qui correspond à une bonne santé des plants et des teintes moins claires ou jaunâtres dans les groupes contaminés (PEBD ou PET). Cette illustration démontre parfaitement l'impact négatif potentiel des microplastiques sur la vigueur foliaire, ce qui renforce l'hypothèse d'un stress physiologique induit.

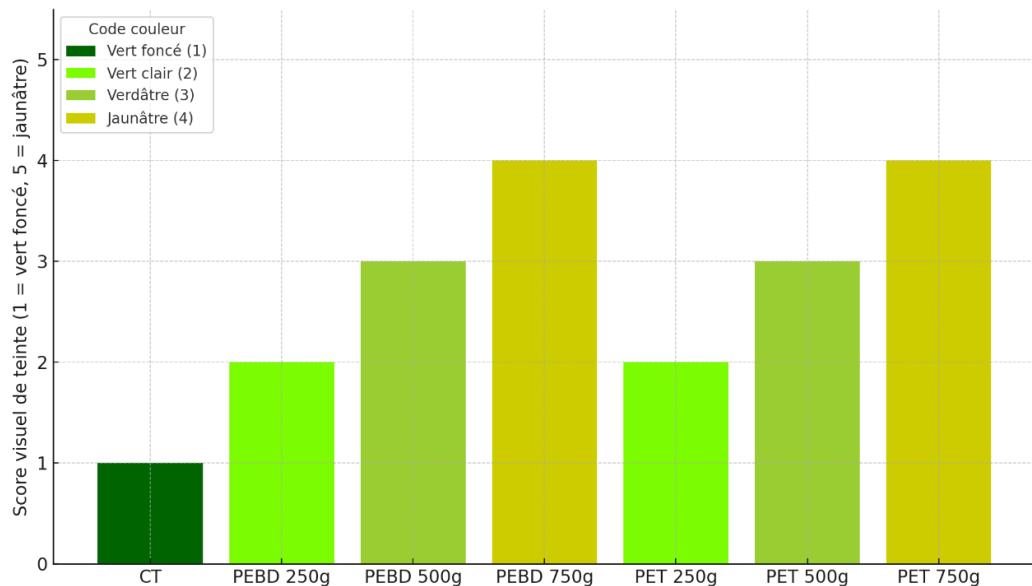


Figure 7 : variation des couleurs des feuilles selon les groupes expérimentaux

Au-delà des différences des globales de la teinte observée entre les groupes expérimentaux, une hétérogénéité intra-individuelle a également été relevée dans certains pots contaminés notamment le pot X. En effet, certaines feuilles étaient verdâtres tandis que d'autre sur la même tige, affichaient une coloration jaunâtre plus prononcée. Ceci traduisant un stress probable lié à une perturbation de la disponibilité des éléments nutritifs.



Figure 5 : feuilles des plants de maïs du pot X présentant des feuillages variables verdâtre et jaunâtre

Analyse de la texture du sol

L'évaluation tactile et visuelle de la texture du sol au cours de l'expérimentation a permis de relever des différences notables entre les différents groupes. Pour le groupe PEBD, une variation progressive de la compaction du sol en fonction de la concentration : la texture du sol est meuble pour le pot A traduisant une structure aérée avec bonnes friabilité. Ceci est probablement dû à un taux de microplastiques encore faible en comparaison avec le Pot C qui présente une compaction marquée. Pour le groupe PET, les tendances à la compaction sont également plus prononcées avec hausse des concentrations. En effet, le Pot Z montre une très forte compaction, ce qui pourrait limiter le développement racinaire et la rétention d'eau.

La figure 9 ci-dessous permet de visualiser le degré de compaction du sol en fonction de l'augmentation des concentrations de microplastiques. Ces variations de texture traduisent un effet différentiel des microplastiques selon, leur nature (PEBD et PET). Ainsi, on observe une tendance à la compaction des PET qui sont de nature plus rigide.

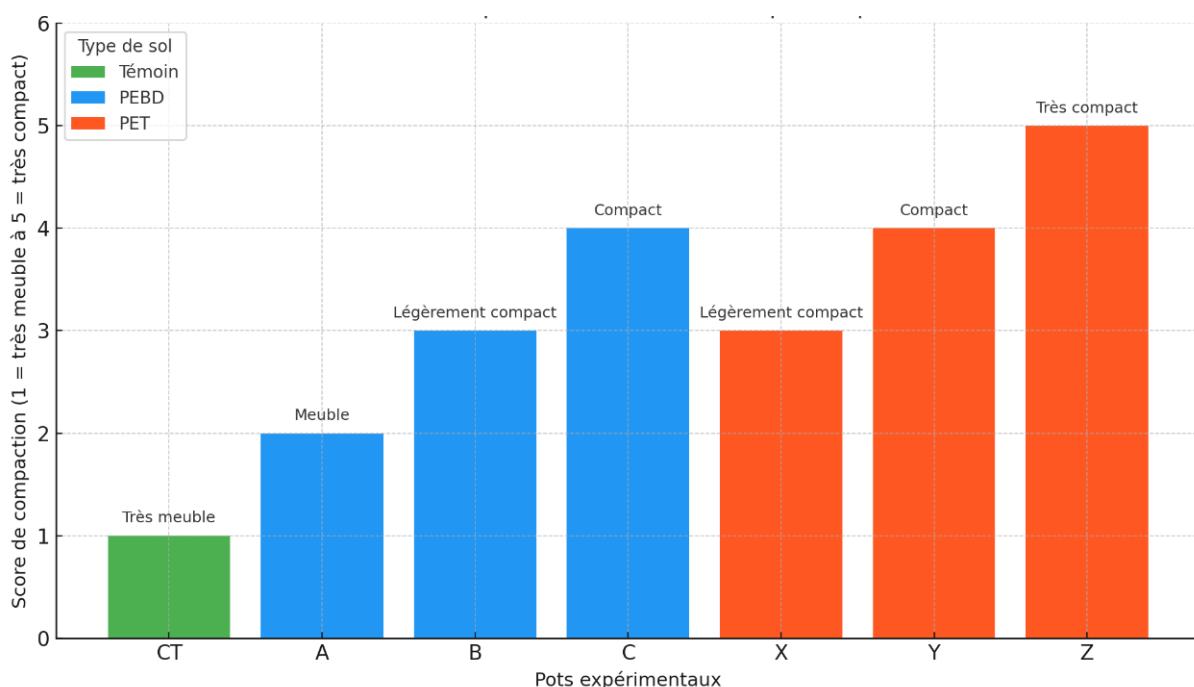


Figure 9 : représentation de la texture du sol selon, les différents pots expérimentaux codée par score de compaction

4. DISCUSSION

Interprétation des résultats

• Hauteurs de feuillages

Les résultats expérimentaux montrent que les plantes de maïs cultivés dans un sol non contaminé (Pot CT) atteignent une hauteur moyenne de 29 cm. En revanche, les plantes ayant poussé dans les sols contenant des microplastiques (PEBD ou PET) présentent une croissance nettement inférieure, avec des tailles moyennes allant de 17,82cm à 17,67cm respectivement. Cette réduction des hauteurs des feuillages est statistiquement significative, ce qui confirme que la présence de microplastiques peut perturber la composition et l'activité des micro-organismes du sol, essentiels pour le cycle des nutriments. Les microplastiques affectent directement la photosynthèse des plantes avec un effet direct sur leurs croissances. En effet, les microplastiques peuvent diminuer les niveaux de chlorophylle réduisant ainsi leur capacité à effectuer la photosynthèse efficacement.

• Taux de germinations des grains

L'analyse des paramètres de fertilité met également en évidence que les sols contenant du PEBD et PET, ralentissent le taux de germination embryonnaire. Les moyennes sont de 50% soit 2 graines germés sur 4 pour les groupes contaminés comparés au groupe témoin qui montre une germination complète de 4 graines. Cette baisse de germination peut s'expliquer par une réduction de la disponibilité en eau et oxygène au niveau des semences, inhibant l'activation enzymatique nécessaire à la germination. La présence de microplastiques peut altérer la morphologie des racines, réduisant leur capacité à absorber l'eau et les nutriments. Ce phénomène s'explique bien par les textures plus compactes des sols contaminés, qui montrent une structure plus rigide. Cette rigidité cause une baisse de la capacité de rétention en eau et une porosité qui limitent le développement racinaire. Le pot Z, comprenant les paillettes plastiques PET qui se caractérise par leur rigidité, est celui où la germination est la plus faible (une seule graine germée sur 4).

• Couleurs des feuilles

Les résultats de l'expérimentation mettent clairement en évidence des feuilles verdâtres et jaunâtres, observable particulièrement dans les pots contenant les microplastiques à plus forte concentration. Soit le pot C contenant du PEBD, et le pot Z contenant du PET comparativement au pot témoins présentant des feuillages de couleurs bien vertes.

Cette décoloration traduit souvent un stress physiologique et carence en nutriments, notamment en azote, fer ou magnésium, de à la réduction de l'absorption racinaire provoquée par la compaction du sol. Le jaunissement peut aussi signaler une perturbation de la photosynthèse

• Texture du sol

L'analyse visuelle et tactile du sol a mis en évidence une compaction progressive dans les pots contenant des microplastiques, en particulier à mesure que leur concentration augmentait. Dans le pot témoin CT, le sol restait bien meuble, permettant une bonne circulation de l'air et de l'eau, favorable à l'enracinement et à la croissance du maïs. En revanche, les pots A, B, C (PEBD) ainsi que, X Y, C (PET) montraient un durcissement graduel : le sol devenait d'abord légèrement compact (pot A et X à 11,11%), puis compact (pot B et Y à 20,00%) et enfin très compact (pot Z à 27,27%). Cette compaction est due à l'encombrement physique des pores du sol par les fragments plastiques, qui réduisent la porosité et limitent l'infiltration de l'eau. Le PET, plus rigide que le PEBD, semble induire une compaction plus sévère, rendant le sol difficilement pénétrable par les racines. Cette mauvaise structure du sol compromet la rétention hydrique, la respiration des racines et la distribution des nutriments. Par conséquent, les plantes cultivées dans les pots les plus compactés ont montré une croissance plus lente et des signes de stress foliaire. Ces résultats confirment que les microplastiques altèrent profondément la structure physique du sol, au détriment de sa fertilité et de la productivité agricoles.

Comparaison avec la littérature

Ces résultats corroborent les travaux, qui ont démontré que les microplastiques affectent la structure du sol, réduisent la rétention d'eau, perturbent la distribution de l'oxygène et freinent l'absorption des nutriments (Perturbation de la photosynthèse). Les microplastiques peuvent bloquer la lumière et les nutriments essentiels à la photosynthèse, réduisant ainsi la capacité de la plante à produire de l'énergie. Ralentissement de la croissance en diminuant la photosynthèse. Les microplastiques peuvent ralentir la croissance du maïs, affectant la taille des plantes et le développement des épis (Zhang et al., 2023).

Cela suggère que les microplastiques créent une barrière physique qui gêne le contact des graines avec l'humidité et l'oxygène. D'après (Lozano et al., 2024). Les particules plastiques modifient la porosité du sol, limitant la diffusion de l'eau et de l'air, éléments cruciaux pour l'imbibition et l'activation enzymatique initiale des graines. En outre, certains microplastiques, en particulier le PET, peuvent libérer des additifs toxiques comme les phtalates et les bisphénols (Zhou et al., 2024), qui sont des perturbateurs endocriniens. Ces substances peuvent interférer avec les processus biochimiques fondamentaux de la germination.

Leur présence influence sur la dynamique racinaire, la disponibilité des ions nutritifs, et la diversité microbienne. En milieu agricole, les microplastiques proviennent principalement de l'usage intensif de plastiques dans les pratiques culturales modernes. Parmi les plastiques les plus fréquents, on retrouve le polyéthylène (PE), utilisé dans les films de paillage et les sacs d'engrais ; le polypropylène (PP), présent dans les ficelles agricoles, les filets ou les contenants ; et le polychlorure de vinyle (PVC),

utilisé dans les systèmes d'irrigation et les bâches (Singh et al., 2023). Ces matériaux, en se dégradant, libèrent dans les sols des microplastiques qui interagissent avec les composants physiques, chimiques et biologiques du sol.

Dans le contexte des pays en développement comme le Cameroun, la problématique des microplastiques en milieu agricole reste encore peu explorée, alors même que l'utilisation de produits plastiques à usage unique et de techniques culturales non durables y est en augmentation. En milieu rural et périurbain, l'agriculture intensive, l'usage non contrôlé de composts contenant des résidus plastiques, ainsi que la mauvaise gestion des déchets plastiques contribuent fortement à la contamination progressive des sols. L'étude se propose donc d'analyser l'effet de différents types de microplastiques, notamment le polyéthylène basse densité (PEBD) et polyéthylène téréphthalate (PET) introduits à des concentrations variables, sur deux indicateurs de fertilité : le taux de germination des semences et la croissance en hauteur des plants. Les résultats attendus permettront non seulement de quantifier l'effet de ces polluants sur la fertilité apparente du sol, mais également de sensibiliser sur l'usage et la gestion des plastiques.

Implications

- **Sur le plan économique**

Une croissance ralentie et une photosynthèse diminuée peuvent entraîner une baisse significative des rendements agricoles. La pollution plastique des sols agricoles engendre une baisse directe de la productivité. Moins de germination, des plantes de moindre taille, et une dégradation des sols diminuent les rendements agricoles. Pour les producteurs, cela se traduit par des pertes financières importantes : réduction des volumes vendus, baisse de qualité des récoltes, augmentation des coûts liés à la restauration des sols, voire abandon de parcelles contaminées. À long terme, cela peut compromettre l'investissement dans l'agriculture locale et aggraver la dépendance alimentaire dans certaines régions. Les zones rurales, déjà fragiles économiquement, deviennent ainsi encore plus vulnérables aux chocs de productivité liés à la pollution. Ceci pourrait avoir des conséquences graves sur la sécurité alimentaire, en particulier dans les régions dépendantes du maïs comme aliment de base

- **Sur le plan sanitaire**

Les résultats de cette étude mettent en évidence une menace sérieuse pour la fertilité des sols agricoles. Un sol appauvri en nutriments entraîne une baisse significative de la qualité des aliments produits. Pour le maïs dans notre cas riche qui est glucides, vitamines B1 & 2 et en magnésium, la baisse de rendement de production cause une menace alimentaire. Cette carence nutritionnelle peut conduire à des troubles de croissance chez les enfants, à une anémie chronique, ainsi qu'à une baisse générale de l'immunité. De plus, dans un contexte de sols dégradés, les agriculteurs ont souvent recours à des engrangements chimiques et pesticides en quantités accrues, exposant les consommateurs à des résidus toxiques.

pouvant favoriser des maladies chroniques/ cancers, troubles hormonaux, pathologies rénales ou digestives.

Par ailleurs, l'insécurité alimentaire résultent de la baisse des rendements oblige certaines populations à modifier leur régime alimentaire vers des produits industriels moins sains, augmentant ainsi les risque d'obésité, de diabète et de maladies cardiovasculaires. Enfin, les zones rurales, la raréfaction des ressources agricoles peut générer des tensions sanitaires liées à la malnutrition et la surmortalité infantile qui en découlent pourrait causer la fragilité des systèmes immunitaires chez les individus

- **Sur le plan social**

L'infertilité des sols agricoles surtout pour les communautés rurales qui dépendent majoritairement de l'agriculture pour leur subsistance voient leurs moyens de vie se réduire. Ce qui engendre pauvreté, insécurité alimentaire et malnutrition. Provoque aussi un déséquilibre au sein des ménages, avec des tensions croissantes liées à la gestion des ressources. Les jeunes, face à l'absence d'opportunités agricoles viables, sont poussés à migrer vers les villes, favorisant l'exode rural et la désintégration traditionnelles. De plus, la perte de la fertilité aggrave la dépendance à l'aide alimentaire ou à l'achat de denrées importées, ce qui renforce les inégalités sociales. Dans certains cas, des conflits peuvent émerger autour de l'accès aux terres encore fertiles. L'augmentation de la précarité par conséquent peut aussi favoriser la délinquance et la déscolarisation. Enfin, cette crise agricole impacte la transmission des savoir traditionnels liés à la terre, mettant en péril les identités culturelles rurales. En somme la dégradation des sols agricole fragilise le tissu social dans son ensemble et menace la stabilité des communautés.

Ces informations ont non seulement mis en évidence l'ampleur de la pollution plastique dans nos sols, mais aussi les lourdes conséquences économiques et socio-sanitaire qui en découlent, affectant la stabilité et le développement du secteur agro-alimentaire. Il devient donc crucial de repenser les stratégies de gestion éco-responsable des déchets pour les rendre véritablement efficaces. Ce constat souligne la nécessité d'une sensibilisation accrue des populations locales, afin de favoriser les comportements préservateurs de notre environnement. Cela permettrait de prévenir, ce qui pourrait limiter la présence de microplastiques dans les sols agricole.

CONCLUSION

L'analyse menée dans le cadre de ce mémoire met en évidence une réalité préoccupante : la pollution des sols agricoles par les microplastiques est une menace réelle, tangible et croissante pour la fertilité des sols, la productivité agricole, et la santé humaine. L'étude expérimentale a permis de démontrer, de manière visible et reproductible, que la présence de plastiques dans le sol compromet la germination, ralentit la croissance du maïs, induit une décoloration foliaire révélatrice de carences nutritionnelles, et entraîne une compaction du sol défavorable à son fonctionnement biologique. Ces résultats, bien qu'obtenus dans un cadre expérimental limité, peuvent être généralisés aux sols agricoles urbains, semi-urbains et périurbains des grandes villes camerounaises et africaines, où la gestion des déchets plastiques demeure insuffisante. Au-delà des chiffres et des observations, cette recherche soulève la nécessité d'agir rapidement, à travers des politiques de réduction à la source, d'éducation environnementale, de gestion décentralisée des déchets et de renforcement de la recherche scientifique locale. En somme, préserver la fertilité de nos sols revient à protéger la sécurité alimentaire, la santé des populations et le développement rural. Ce mémoire, en posant des jalons concrets sur les effets environnementaux des plastiques, appelle à une mobilisation multisectorielle pour bâtir une agriculture résiliente, propre et durable. Il s'agit d'un enjeu écologique, sanitaire et social majeur pour le Cameroun et pour l'Afrique.

Ce qui est déjà connu sur le sujet

- La pollution plastiques est un fléau planétaire qui est en augmentation croissante et affecte tout secteur d'activités à travers le monde
- La présence de microplastiques dans les sols agricole est liée à plusieurs facteurs notamment l'utilisation accrue de plastiques à usages unique, mauvaise gestion des déchets et irrigation des cultures par eaux usées
- Les zones les plus vulnérables sont des espaces agricoles ne possédant aucun périmètre de protection autour d'eux et facilement accessible à tous

Ce que cette étude apporte

- Cette étude fournit des données spécifiques sur la typologie des plastiques principalement retrouvé en milieu agricoles, à savoir les type PEBD et PET.
- L'étude démontrent clairement que la pollution plastiques est due aux comportements alcaïques des populations en matière de gestion et usages de plastiques : utilisation abusif et recyclage informel de sac plastiques comme conteneur de jeunes plants.
- Les résultats montrent que les microplastique polyéthylène basse densité et polyéthylène téréphthalate affecte considérablement les propriétés du sol, à savoir la capacité de rétention

d'eau et la disponibilité des nutriments. Également, ceux-ci obstruent les voies empêchant la germination complète des grains et l'absorption du chlorophylle. Ces phénomènes perturbant le processus de photosynthèse, causant un jaunissement des feuillages et un stress oxydatif visible empêchant une croissance propice et diminuant le rendement des semis.

Remerciements

Nous tenons à remercier les personnes et organisations suivantes pour leur contribution essentielle à cette étude :

- L'institut des sciences appliqués aux professionnels de l'environnement et la santé pour son engagement et son soutien dans la réalisation de ce travail.
- Les chercheurs et les consultants pour leurs précieuse expertise ainsi que la révision critique du travail

Limites et difficultés de l'étude

Malgré la rigueur méthodologique adoptée au cours de cette étude, certaines limites et difficultés ont été rencontrées et méritent d'être soulignées, car elles ont pu influencer partiellement les résultats obtenus.

a) Limites liées au sol

- Nature du sol rouge : Le sol rouge utilisé présente une acidité naturelle et une forte teneur en fer, qui peuvent interagir avec les microplastiques et fausser l'interprétation des effets stricts de ces derniers. De plus, l'absence d'analyse physico-chimique approfondie (pH, CEC, teneur en matières organiques, etc.) a limité la compréhension fine des dynamiques du sol.

b) Limites liées aux microplastiques utilisés

- Taille irrégulière des fragments de plastique : Bien que les microplastiques aient été découpés manuellement à partir de PEBD (sachets plastiques) et de PET (bouteilles), leur taille et forme restaient variables, rendant difficile l'uniformité des conditions entre les différents pots.
- Absence de caractérisation chimique : Les plastiques utilisés n'ont pas été analysés en laboratoire pour identifier les additifs ou contaminants potentiels (phtalates, colorants, métaux lourds), ce qui pourrait introduire des biais non maîtrisés dans les effets observés sur les plants.

c) Contraints logistiques et techniques

- Conditions de culture non contrôlées : Les pots ont été placés en extérieur, exposés aux aléas climatiques (pluies, variations de température, vent), ce qui a pu affecter la croissance des plants de manière non homogène.
- Absence d'arrosage automatisé : L'irrigation a été réalisée manuellement, ce qui ne garantit pas une parfaite équité d'apport en eau entre tous les pots.

- Durée limitée de l'expérimentation : L'étude s'est étalée sur environ 4 semaines, ce qui est insuffisant pour observer des effets à long terme des microplastiques sur l'ensemble du cycle du maïs, en particulier la phase de floraison ou de fructification.

Bibliographie

1. En-Nejmy, K., El Hayany, B., Al-Alawi, M., Jemo, M., Hafidi, M., & El Fels, L. (2024). Microplastics in soil: A comprehensive review of occurrence, sources, fate, analytical techniques and potential impacts. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 288, 117332. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2024.117332>
2. Zhang, J., Zhang, L., Zhou, H., Xu, C., Zhang, K., Zhou, C., Chen, J., Huang, Y., & Zou, H. (2024). Sampling, extraction and identification of microplastics in soils: A review and recommendations for reporting habits. *Environmental Pollution*, 350, 124363. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2024.124363>
3. Hasan, M. M., Hossain, M. Z., Jang, J., & Kim, H. (2024). Differential impacts of microplastics on soil physicochemical properties and carbon dynamics in agroecosystems: A review. *Hazards Advances*, 2, 100528. <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2024.100528>
4. Nath, S., Mahato, S., Banerjee, A., & Mukhopadhyay, S. K. (2024). Microplastics and nanoplastics in soil: Sources, impacts, and sustainable management strategies. *Journal of Environmental Quality*, 53(3), e20625. <https://doi.org/10.1002/jeq2.20625>
5. Iqbal, S., Su, H., Zhang, H., Zhang, W., & Wu, D. (2024). Could soil microplastic pollution exacerbate climate change? A meta-analysis of greenhouse gas emissions and global warming potential. *Environmental Research*, 252, 118945. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.118945>
6. Liu, Y., Chen, H., Li, C., Zhou, Y., Wang, S., & Wang, X. (2024). Differential impacts of microplastics on carbon and nitrogen cycles: A meta-analysis of greenhouse gas emissions and global warming potential. *Science of the Total Environment*, 937, 173592. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.173592>
7. Chen, Z., Carter, L. J., Banwart, S. A., Pramanik, D. D., & Kay, P. (2024). Multifaceted effects of microplastics on soil-plant systems: Exploring the role of particle type and plant species. *Science of the Total Environment*, 954, 176641. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.176641>
8. Cheng, Y., Li, J., Sun, X., & Zhao, X. (2024). Response of soil biochemical properties and ecosystem multifunctionality to microplastic exposure: A global meta-analysis. *Scientific Reports*, 14, 80124. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-80124-8>
9. Luo, B., Xu, L., Liu, Q., Li, J., Liu, W., & Gao, B. (2024). The relationship between climate change and environmental microplastics. *One Health Advances*, 2, 49. <https://doi.org/10.1186/s44280-024-00049-9>
10. Roy, R., Islam, M. M., Hoque, S., & Saha, S. K. (2024). Microplastics increase cadmium absorption and impair chloroplast ultrastructure in wheat seedlings. *BMC Plant Biology*, 24, 312. <https://doi.org/10.1186/s12870-024-05312-0>
11. Famakinwa, K. (2024). Evaluating the impacts of microplastics on the soil microenvironment and tomato (*Solanum lycopersicum*). *Environmental Systems Research*, 13, 2. <https://doi.org/10.1186/s40068-024-00367-2>
12. Cusworth, S. J., Davies, W. J., McAinsh, M. R., Gregory, A. S., Storkey, J., & Stevens, C. J. (2024). A nationwide assessment of microplastic abundance in agricultural soils: The influence of plastic crop covers within the United Kingdom. *Plants, People, Planet*, 6(3), 304–318. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10430>
13. Zhu, L., Wang, Y., Zhang, X., & Li, Q. (2024). Impact of microplastic particle size on the physiological and biochemical responses of maize in soils. *Science of the Total Environment*, 900, 166279. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.166279>

14. Igiebor, F. A., & Uwuigaren, I. O. (2024). Microplastics in agricultural crops and their possible impact on human health: A review. *Discover Environment*, 4, 44. <https://doi.org/10.1007/s44274-024-00153-y>
15. Verma, S. K., Shaikh, Z. A., Mishra, D., Rathore, A., & Annamalai, M. (2023). Nano-microplastic and agro-ecosystems: A mini-review. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1283852. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1283852>
16. Jia, F., Song, S., Li, Y., & Feng, X. (2023). Microplastic stress in plants: Effects on plant growth and their remediations. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1225786. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10452891/>
17. Singh, N., Turner, A., Yadav, M., Wu, F., & Khan, E. (2023). Microplastics in agricultural soils: A comprehensive review on pollution, impacts, and remediation strategies. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 53(22), 4098–4138. <https://doi.org/10.1080/10643389.2022.2076984>
18. Zhang, P., Guo, J., Zhao, J., & Wang, S. (2023). Occurrence and risks of microplastics in terrestrial environments. *Environmental Research*, 228, 115832. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.115832>