

## Surfrider expérimente l'IA pour quantifier les déchets en rivière : De l'innovation technologique à l'engagement sur le terrain.

### *Assessing the Use of AI to Quantify Plastic Pollution in Rivers : From Technological Innovation to Action in the Field.*

**Allou Sabine<sup>1</sup>, Leroux Clément<sup>2</sup>, Ollion Charles<sup>2</sup>**

1. Surfrider Foundation, [sallou@surfrider.eu](mailto:sallou@surfrider.eu)
2. Naia Science, [clement.leroux@naia-science.com](mailto:clement.leroux@naia-science.com) et [charles.ollion@naia-science.com](mailto:charles.ollion@naia-science.com)

### RÉSUMÉ

L'ONG Surfrider Foundation a expérimenté l'intelligence artificielle pour cartographier et quantifier la pollution plastique dans les rivières européennes. L'objectif est de permettre citoyens de contribuer à la collecte de données en filmant les berges lors de sorties en kayak via l'application mobile Plastic Origins. L'IA développée, nommée Surfnet, analyse ces vidéos pour détecter les macrodéchets, en combinant technologies de vision par ordinateur et de tracking vidéo. L'IA permet une collecte plus standard et à grande échelle que les méthodes manuelles, souvent sujettes à des erreurs d'observation. Un jeu de données d'entraînement de 5 000 images labélisées a été constitué grâce aux contributions de bénévoles et des techniques comme l'augmentation de données ont été employées pour améliorer les performances. Le projet met également en avant une démarche frugale en utilisant des technologies TinyML, visant à minimiser les coûts monétaires et environnementaux de l'IA, et une R&D de pointe sur l'IA mobile diminuant notamment les opérations hébergées sur le cloud. Bien que le projet sensibilise efficacement le grand public et les décideurs aux enjeux de la pollution plastique en rivière, des défis persistent, tant sur le terrain que sur le plan technologique pour en faire un véritable outil de diagnostic.

### ABSTRACT

The Surfrider Foundation has explored the use of artificial intelligence to map and quantify plastic pollution in European rivers. Its aim is to empower citizens to contribute to data collection efforts by using the smartphone app Plastic Origins to film riverbanks during kayaking excursions. The AI model developed, named Surfnet, analyses these videos to detect macro-waste by combining computer vision technologies with video tracking. The use of AI enables better standardised and larger-scale data collection as compared to manual methods, which are often prone to observational errors. A training dataset of 5,000 labelled images was created with the help of volunteers, and techniques such as data augmentation were used to enhance performance. The project also highlights a frugal approach by using TinyML technologies to minimise both the financial and environmental costs of AI, particularly by reducing dependency on cloud-based operations. While the project effectively raises awareness about plastic pollution among citizens and decision-makers, challenges remain, both in the field and technologically, to make it a true diagnostic tool.

### MOTS CLÉS

Intelligence artificielle, Pollution plastique, Rivières européennes, Science participative, Vision par ordinateur  
Artificial intelligence, Citizen science, Computer vision, European rivers, Plastic pollution

---

## 1 INTRODUCTION

Chaque année, on estime que 20 millions de tonnes de déchets arrivent dans l’océan, dont 8 à 12 millions de déchets plastiques (Galvani, 2016). Tous les écosystèmes marins et côtiers sont actuellement menacés par la pollution plastique qui touche non seulement les espèces (étranglement, ingestion...), les fonds marins (détérioration du plancher océanique) mais également les êtres humains (impacts sanitaires et socio-économiques). 80% de ces déchets plastiques proviendraient des activités à terre, transportés majoritairement par les rivières (GESAMP, 1990). En traversant de nombreux terrains agricoles, industriels ou agglomérations urbaines, elles drainent de multiples éléments que l'on retrouvera ensuite en mer. Une partie de ces déchets transitera directement vers l'estuaire, alors que l'autre sera piégée dans des zones d'accumulation (Ledieu, 2022). Les déchets sont ainsi retenus temporairement, parfois pendant de longues périodes, par les berges et la végétation, avant d'être libérés lors de fortes précipitations ou d'inondations.

Dans ce contexte, l'ONG Surfrider Foundation a développé un protocole novateur pour étudier le stock de plastiques sur les berges de rivières (Lepâtre, 2023). Depuis l'application mobile Plastic Origins, les utilisateurs ont la possibilité d'enregistrer une vidéo de la berge qui sera traitée par un algorithme d'intelligence artificielle (IA). L'IA automatise la détection et facilite ainsi l'acquisition de grandes quantités de données sur de longues distances.

## 2 RESULTATS

### 2.1 Surfnet, l'IA de Surfrider

Une IA nommée Surfnet a été développée pour analyser les vidéos, détecter les macrodéchets et les classifier selon 10 catégories. Elle combine des technologies de vision par ordinateur et de tracking pour suivre les déchets entre chaque image successive des vidéos.

L'intégration de l'IA dans ce projet environnemental s'est accompagnée d'une réflexion globale sur les impacts de cette technologie. L'utilisation de technologies miniatures (TinyML), en proposant une alternative plus légère et plus économe en énergie, s'inscrit dans cette démarche.

### 2.2 Un jeu de données unique

L'entraînement de Surfnet a nécessité la constitution d'un jeu de données unique de 5 000 images labellisées. Lorsqu'on se place dans un contexte faible en ressources comme le nôtre (peu de capacités de calcul et jeu de données relativement petit), l'utilisation de modèles de vision pré-entraînés, d'augmentation des données et de modèles de fondation sont simples à mettre en place et permettent d'améliorer les performances du modèle. Cependant la génération de données synthétiques, bien que potentiellement utile, demande un investissement plus conséquent et propre à chaque objectif.

### 2.3 Les métriques et les résultats

Lors des campagnes de terrain, les comptages manuels révèlent une variabilité significative alors que de son côté, l'IA tend à sous-estimer systématiquement le nombre de déchets par rapport à la majorité des observations humaines. L'intelligence artificielle permet ainsi de supprimer le « biais observateur ». L'intérêt de faire de la détection et non de l'observation est de remplacer cette erreur variable (celle des observateurs) par une erreur constante et connue (celle de l'algorithme de détection). Elle nous permet de générer des données robustes à travers un projet de science participative.

Pour évaluer la performance de l'IA, nous avons étudié des métriques liées à la détection des objets dans les images fixes, mais aussi des métriques-métier liées au comptage dans les vidéos. Sur les images de notre jeu de données, le modèle détecte en moyenne 60% des déchets. Les plus petits objets sont souvent ratés principalement à cause de la résolution d'entrée de l'image limitée et la prise de vue lointaine par rapport à la berge. D'autre part, l'IA détecte 65% des déchets comptés par une personne qui visionne la même vidéo. Ces résultats sont encore améliorables, non seulement par l'entraînement d'un meilleur modèle, mais également par un meilleur protocole d'acquisition (pour que les bénévoles fournissent des données plus stables).

### 3 DISCUSSIONS

#### 3.1 L'IA et l'engagement citoyen

Depuis le début du projet Plastic Origins, 1100 campagnes ont été menées, permettant de signaler près de 35 000 déchets sur plus de 2 000 km de rivières dans 8 pays européens (chiffres de septembre 2024). La cartographie disponible ici : [plasticorigins.eu/data](https://plasticorigins.eu/data). Avec la mise à disposition de l'IA, nous souhaitons simplifier et standardiser la collecte de données pour les bénévoles. Néanmoins, l'adoption de ce mode automatique s'est révélée plus lente que prévu. Après 2 années de fonctionnement en routine, seulement 10% des campagnes de terrain ont été réalisées avec l'IA. Les citoyens semblent préférer le caractère ludique du comptage manuel, qui selon eux, permet une validation visuelle de chaque déchet et une certitude de contribuer activement à la protection de l'environnement. À l'inverse, l'utilisation de l'IA, souvent mal comprise, ne parvient pas à engager les bénévoles de la même manière.

#### 3.2 Les enjeux de l'IA mobile

Intégrer l'IA sur le mobile permettrait de visualiser en direct ses résultats de détection. En rendant visible le processus décisionnel de l'algorithme, les utilisateurs comprendraient mieux comment l'IA les assiste et ainsi lui feraient davantage confiance. De plus, lorsque l'IA est exécutée directement sur un téléphone mobile, cela supprime le besoin de transfert de la vidéo, son stockage et son analyse sur des serveurs puissants mais onéreux dans le Cloud. Cependant, il reste à démontrer que le système peut fonctionner de manière efficace tout en respectant les contraintes d'efficacité, d'ergonomie, d'accessibilité et d'économie d'énergie. Nos premiers prototypes nous ont appris qu'il est possible de faire tourner des modèles de détection et de suivi des déchets en temps réel, mais qu'un effort d'ingénierie considérable est nécessaire, et que les outils disponibles aujourd'hui ne sont pas encore matures.

### 4 CONCLUSION

Nous sommes confiants que notre démarche nourrira des réflexions futures, et plusieurs enseignements peuvent être tirés pour inspirer d'autres initiatives :

- Faire progresser la science participative en simplifiant les protocoles et en rendant les résultats en temps réel plus transparents, afin de favoriser une plus grande adhésion et d'améliorer la qualité des données collectées.
- Encourager les IA frugales afin de réduire l'empreinte écologique des modèles tout en optimisant leur efficacité sur des appareils mobiles accessibles.
- Enfin, tout notre projet est mis à disposition en open data, ce qui permet à chacun de le tester et de l'adapter à ses propres objectifs. Cette approche ouverte et collaborative, rare dans les projets d'IA, favorise la transparence et encourage une réappropriation des outils pour une innovation plus durable.

### BIBLIOGRAPHIE

- Galgani, F. «Les déchets marins.» 2016.
- GESAMP, Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution. «Report of the 20th Session of GESAMP.» 1990.
- Lepâtre, O. «How can tech help address the issue of plastic pollution in rivers ?» *Medium*, 2023.

### REMERCIEMENTS

Les outils informatiques (sites internet, bases de données, intelligence artificielle, etc.) utilisés dans le cadre du projet Plastic Origins ont été majoritairement développés par des bénévoles. Cela a permis de réduire drastiquement le coût du projet. Sans leur aide précieuse, ce projet n'aurait pu voir le jour. Ainsi, la diffusion de nos résultats permet non seulement de partager notre savoir-faire technologique, mais aussi de reconnaître et de valoriser le travail des bénévoles qui ont rendu cela possible.