

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

جامعة 20 أوت 1955 - سكيكدة-
UNIVERSITE 20 AOUT 1955- SKIKDA



Faculté des Sciences
Département Ecologie et Environnement
Mémoire Présenté en Vue de l'Obtention du Diplôme de Master
Filière : Ecologie et Environnement
Spécialité : Protection des Ecosystèmes
Intitulé :

**Surveillance des macro-déchets dans la partie avale du
bassin d'Oued El Saf-saf dans la région de Skikda
(Algerie)**

Présenté par :

- | | |
|------------------------------|----------------------------------|
| - Melle. Boulekma Besma | - Melle. M'hamda Bouloudani Nada |
| - Melle. Daiboun Sahel Marwa | - Melle. Rouami Assala |

Membre de Jury :

- | | |
|--|-------------------------------------|
| Président : Dr. Dziri Hamdi (MCA) | Université du 20 Aout 1955 - Skikda |
| Promotrice : Dr. Grini Halima (MAB) | Université du 20 Aout 1955 - Skikda |
| Examinatrice : Pr. Metallaoui Sophia (Pr) | Université du 20 Aout 1955 - Skikda |

Année universitaire 2024-2025

Remerciement

Avant tout, nous remercions **Allah le Tout-Puissant** pour la force, la patience et la persévérance qu'Il nous a accordées tout au long de notre parcours universitaire, et particulièrement durant la réalisation de ce mémoire.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à **Dr. Grini H.**, notre promotrice, pour son accompagnement précieux, son entière disponibilité, ses conseils pertinents et son encadrement rigoureux. Son soutien constant a été essentiel à l'aboutissement de ce travail.

Nos sincères remerciements vont également à **Dr. Dziri H.** et **Pr. Metallaoui S.**, membres du jury, pour l'honneur qu'elles nous ont fait en acceptant d'évaluer notre travail.

Nous exprimons notre profonde gratitude à **Pr. Daniel González-Fernández** pour son aide précieuse et sa générosité intellectuelle. Il ne nous a jamais ménagé ses conseils et ses connaissances tout au long de l'élaboration de notre mémoire de fin d'études.

Nous remercions également **Mr. Medjbouri Sofiane**, Inspecteur au service de la protection des écosystèmes, Direction de l'Environnement de Skikda, et **Mme. Saadia Amal**, Chef bureau service assainissements, Direction de l'hydraulique de la wilaya de Skikda, pour leur aide précieuse en nous fournissant des informations utiles dont nous avons bénéficié lors de la préparation de ce mémoire.

Nous adressons aussi nos remerciements à **Dr. Dziri H.**, chef du département d'Écologie et Environnement, pour les efforts qu'il déploie en faveur des étudiants et pour le bon fonctionnement du département.

Enfin, nos sincères remerciements s'adressent également à l'ensemble des enseignants du département des Sciences de l'Écologie et de l'Environnement.

À toutes et à tous, merci du fond du cœur.

Dédicace

Je dédie ce travail :

*A ma chère maman **Warda Tenfour** qui n'a jamais cessé de ménager ses efforts pour que j'atteigne ce niveau. Ses sacrifices et privations ne l'ont pas empêché d'accomplir son devoir de mère soucieuse de l'avenir de ses enfants.*

*A mon cher papa **Amar** qui a su se montrer patiente, compréhensif et encourageant, sa chaleur paternelle a été et sera toujours pour moi d'un grand réconfort.*

*A mes frères **Islem** et **Fares** et ma sœurs **Imen**, qui étaient toujours à mes côtés et qui n'ont jamais cessé de me soutenir et de m'encourager : jamais de simples mots ne me permettront de vous de exprimer mes remerciements*

A ma petite famille, grande et petite.

*À celui qui fut un soutien fidèle pour toute la vie,
Qui me protège du coin de l'œil, une épaule solide que rien ne fait fléchir,
La lune de mes nuits, le soleil de mes jours,
Le secret de mon sourire, la main invisible, mon ange gardien, ma légende. ♥*

A mes chères amies.

A tous mes ami(e)s de la promotion de 2025

À moi-même...

Je dédie ce travail à celle que je suis : forte face aux tempêtes, fidèle à ses rêves malgré les épreuves.

Pour ma persévérance, ma foi, et ma résilience silencieuse.

Merci à moi, pour avoir tenu bon et cru jusqu'au bout.

Avec fierté, je signe cet accomplissement comme preuve de ma force et de mon chemin parcouru.

*À mes chères collègues, **Assala**, **Nada**, et **Besma**.*

Marwa

Dédicace

Avant tout, je rends grâce à Allah Tout-Puissant pour la force, la patience et la constance qu'Il m'a accordées tout au long de ce parcours.

*Je dédie ce travail à mon cher père, **Rouami Abed Rahman**, mon premier pilier dans la vie. Par sa patience et ses sacrifices, il a tracé pour nous un chemin de droiture. Que tout mon amour et ma gratitude t'accompagnent.*

*À ma tendre mère, **Rahmouni Nassima**, source d'amour inépuisable, refuge de douceur et prière sincère. Sans ton soutien, je n'aurais pu atteindre ce niveau. Votre amour, à vous deux, est la plus précieuse bénédiction que Dieu m'ait offerte.*

*À mes frères bien-aimés, **Oussama et Nacer Allah**, et à ma chère sœur **Hala**, vous êtes la joie semée dans ma route, ma fierté et mon ancrage. Votre amour silencieux et votre présence constante ont nourri ma force. Merci d'être ma plus belle richesse familiale.*

À une personne exceptionnelle, dont la présence fut un baume, une lumière discrète mais profonde. Dans les doutes comme dans les réussites, tu as été là. Ta douceur, ton écoute, ta foi en moi ont rendu ce chemin plus tendre, plus vrai, plus fort. Ce travail porte aussi ton empreinte.

*À **mon grand-père** bien-aimé, que Dieu protège et comble de longue vie, pour ses prières sincères et son amour inconditionnel qui m'ont toujours accompagnée.*

*À mes deux amies si chères à mon cœur, **Asma** et **Lina**, plus que des amies, des âmes sœurs de toujours. Votre chaleur, votre loyauté et votre présence ont illuminé mes jours. Merci pour cette amitié rare et profonde.*

*À mes amies **Besma**, **Nada** et **Marwa**, merci pour votre soutien sincère et votre rôle essentiel dans l'achèvement de ce mémoire. Votre présence fut une grâce précieuse en cette étape cruciale.*

*Et enfin... à **moi-même**. Pour chaque pas silencieux, chaque fatigue surmontée, chaque doute affronté. Merci à cette version de moi qui a tenu bon, appris, grandi. Ce travail est le reflet de ma résilience et de ma foi intérieure.*

Assala

Dédicace

J'ai l'honneur de dédier ce modeste travail, accompli par la grâce d'Allah, le Tout-Puissant :

À moi-même,

Pour tous les efforts fournis, les moments de doutes surmontés et la persévérance dont j'ai su faire preuve. Que ce travail soit une preuve que tout est possible avec de la volonté.

*À mes chers parents : **Salah et Ghania Meksen,***

Pour votre amour inconditionnel, vos sacrifices silencieux, votre soutien constant et vos prières. Ce mémoire est le fruit de votre confiance et de vos encouragements. Je vous en serai toujours reconnaissante.

*À mon frère **Aymen,***

Ta présence et ton innocence m'ont souvent redonné le sourire dans les moments difficiles. Merci d'être une source de bonheur au quotidien.

*À mes précieux amis : **Amina Kabir, Akila Bouzered, Aya Soltan, Meriem Marouf et Wissam Ghadjeti,***

Merci pour votre amitié sincère, votre amour inconditionnel, et votre soutien indéfectible dans les instants les plus sombres comme les plus lumineux. Grâce à vous, ce parcours a été plus doux et plus facile

À sept personnes,

Qui, malgré la distance, occupent une place toute particulière dans mon cœur.

*À mes camarades de mémoire : **Assala, Besma et Marwa.***

Nada

Dédicace

Je dédie ce modeste travail en signe de respect et de considération.

*À la mémoire de mon père **Youcef**♥ bien-aimé, dont l'absence a laissé un vide immense, mais dont l'amour, les prières et les enseignements continuent de me guider chaque jour. Ce travail lui est dédié avec une profonde reconnaissance, pour tout ce qu'il m'a transmis en silence et avec tendresse. Qu'Allah lui accorde Sa miséricorde et fasse de ce modeste accomplissement une source de lumière dans sa tombe.*

*À celle qui a joué le rôle de père et de mère, à celle qui m'a soutenue matériellement et moralement du premier pas jusqu'à la fin, à la fleur de ma vie, ma chère **maman Bouchakour Dalila**♥.*

*À mon cher frère **Abdelfettah**, mon soutien et ma force.*

*À mes chères sœurs, **Sihem** et son fiancé **Laouati Noureddine**, et **Fatima** et son mari **Mohamed Taguig**. Pour votre soutien constant et votre présence précieuse à chaque étape.*

*À la mémoire de **mes grands-parents**.*

À moi-même,

Je dédie ce travail pour tous les efforts, la patience et le courage.

Merci de ne pas avoir abandonné.

À celui qui a cru en moi depuis le début, qui m'a soutenue à chaque étape avec patience et affection,

je dédie ce travail avec toute ma gratitude, mon respect et une profonde reconnaissance.

*À ma seule et unique amie, ma chère **Milad Boulahia**.*

*À mes chères collègues, **Assala, Nada, et Marwa**.*

Besma

Résumé :

Le présent travail vise à quantifier et caractériser la distribution spatio-temporelle des macro-déchets dans le bassin versant d'Oued El Saf-Saf à Skikda, en Algérie. L'étude a été menée sur 11 semaines, s'appuyant sur des observations visuelles systématiques des déchets flottants et de ceux accumulés sur les berges. La quantité de macro-déchets observée a révélé une pollution importante et une hétérogénéité spatiale marquée. Des accumulations élevées ont été notées dans les sections traversant les zones urbaines. La composition des débris est clairement dominée par le plastique, constituant 81% des macro-déchets flottants identifiés, et 75% à ceux trouvés sur les berges. Cette prédominance du plastique souligne le défi persistant posé par les articles à usage unique et la mauvaise gestion des déchets. Les textiles, les métaux et le papier/carton figuraient également parmi les catégories notamment présentes en faible proportions. L'analyse de la corrélation avec les précipitations a permis de mieux comprendre la dynamique des déchets. Une relation linéaire positive forte (coefficient $r = 0,63$) a été établie avec les déchets flottants, confirmant le rôle crucial des épisodes pluvieux dans le lessivage et le transport des débris. Plusieurs facteurs ont été identifiés comme contribuant notamment à l'accumulation et à la dynamique des macro-déchets présents sur les berges. La présence de zones urbaines denses, les rejets directs des déchets par la population, et la topographie spécifique des berges sont des éléments clés. Ces résultats soulignent l'urgence d'une approche intégrée de gestion des déchets pour préserver la santé des milieux fluviaux et limiter leur contribution à la pollution marine.

Mots clés : Macro-déchets, bassin versant d'Oued El Saf-Saf, pollution, berges, déchets flottants.

Abstract:

This study aims to quantify and characterize the spatiotemporal distribution of macro-litter in Oued El Saf-Saf watershed in Skikda, Algeria. The study was conducted over 11 weeks, based on systematic visual observations of floating debris and those accumulated on riverbanks. The observed quantity of macro-litter revealed significant pollution and marked spatial heterogeneity. High accumulations were noted in sections traversing urban areas. The composition of the debris is clearly dominated by plastic, constituting 81% of the identified floating macro-litter, and 75% of that on riverbanks. This plastic predominance highlights the persistent challenge posed by single-use items and poor waste management. Textiles, metals, and paper/cardboard were also among the significantly present categories. The correlation analysis with precipitation provided a better understanding of waste dynamics. A strong positive linear relationship (coefficient $r = 0.63$) was established with floating debris, confirming the crucial role of rainfall events in washing out and transporting debris. Several factors were identified as contributing significantly to the accumulation and dynamics of macro-litter present on riverbanks. The presence of dense urban areas, direct waste disposal by the population, and the specific topography of the riverbanks are key elements. These results underscore the urgent need for an integrated waste management approach to preserve the health of fluvial environments and limit their contribution to marine pollution.

Keywords: Macro-litter, Oued El Saf-Saf watershed, pollution, riverbanks, floating litter.

: الملخص

هذه الدراسة تهدف إلى تحديد كمية النفايات الكبيرة وتوصيف توزيعها المكاني والزمني في حوض وعلى أطراف وادي الصفصاف بولاية سكيكدة، الجزائر. أجريت الدراسة بالاعتماد على الملاحظات البصرية المنهجية للنفايات العائمة وتلك المتراكمة على ضفاف وادي الصفصاف على مدار 11 أسبوعًا. حيث كشفت النتائج عن تلوث كبير وتفاوت مكاني واضح في كميات النفايات الكبيرة المرصودة. كما لوحظت تراكمات عالية في الأقسام التي تمر عبر المناطق الحضرية. هيمن البلاستيك بوضوح على تركيبة النفايات، حيث يشكل 81% من النفايات الكبيرة العائمة، و75% من النفايات الكبيرة المتراكمة على ضفاف الوادي. تواجد هذه الكميات الكبيرة من النفايات البلاستيكية وخصوصا البلاستيك أحادي الاستخدام يسלט الضوء على سوء تسيير وإدارة النفايات. بالإضافة الى النفايات البلاستيكية تواجدت كل من المنسوجات والمعادن والورق/الكرتون أيضًا بشكل ملحوظ. قدم تحليل الارتباط كمية النفايات مع هطول الأمطار فهما أفضل لديناميكية النفايات. وقد أثبتت علاقة خطية إيجابية قوية (معامل الارتباط $r = 0.63$) مع النفايات العائمة، مما يؤكد الدور المحوري للأمطار في جرف النفايات ونقلها. من بين العوامل التي تساهم بشكل كبير في تراكم النفايات الكبيرة على ضفاف الوديان: المناطق الحضرية الكثيفة، رمي النفايات بشكل مباشر وعشوائي من طرف السكان. تؤكد هذه النتائج على الحاجة الملحة لاتباع برنامج متكامل لتسيير وإدارة النفايات من أجل الحفاظ على الصحة البيئية للوديان والحد من مساهمتها في التلوث البحري.

الكلمات المفتاحية: النفايات الكبيرة، حوض وادي الصفصاف، التلوث، ضفاف، النفايات العائمة.

LISTE DES ABREVIATIONS

AND : Agence Nationale des Déchets.

ANPE : Agence Nationale de Protection de l'Environnement.

CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique.

CP1/K : Complexe Pétrochimique 1 de Skikda

EU: European Union.

EVP: Equivalent Vingt Pieds.

FLM: Floating Litter Monitoring.

GPS: Global Positioning System

JRC: Joint Research Centre.

MSFD: Marine Strategy Framework Directive.

OSPAR : Oslo – Paris « Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-est ».

PCB: Polychlorobiphényles.

PERSEUS: Policy-oriented marine Environmental Research in the Southern European Seas.

POLYMED : Société Méditerranéenne des Polymères.

RAMOGE : Saint-Raphaël-Monaco-Genes.

RN : Route National.

SS : Station d'Oued El Saf-Saf.

SZ : Station d'Oued Zeramna.

UNEP: United Nations Environment Program

U.V : Ultra-violets.

W-NW: West-North West.

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Le transfert des déchets dans les milieux aquatiques (Source : Mettoux-Petchimoutou).	6
Figure 2 : Ingestion de plastique par les fulmars boréaux (<i>Fulmarus glacialis</i>). (1) Estomac non ouvert contenant du plastique, (2) Fulmars en mer ingérant un fragment de plastique, (3) Contenu stomacal d'un fulmar boréal présentant des fragments, de la mousse, des feuilles et du bois. (Photos : J.A. van Franeker (1, 3) and S. Kühn (2), IMARES).	7
Figure 3 : Résumé de devenir des macro-déchets (Source : Alexandra Ter Halle, CNRS).	8
Figure 4 : Localisation de la zone d'étude et de stations choisies (Source : Messaoudi, 2007 ; Google Earth, 2025)	13
Figure 5 : Station01 Oued El Saf-Saf Hammadi Krouma (M'hamda Bouloudani,2025).	14
Figure 6 : Station 02 Oued El Saf-Saf Hamrouche Hammoudi (M'hamda Bouloudani,2025).	14
Figure 7 : Station 03 Oued El Saf-Saf nouveau port Skikda (M'hamda Bouloudani,2025).	15
Figure 8 : Station 04 Oued Zeramna El Hadaiek (Boulekma, 2025)	15
Figure 9 : Station 05 Oued Zeramna cité de frères Saker /Skikda (Boulekma, 2025).	16
Figure 10 : Station 06 Oued Zeramna Bouaabbaz (Boulekma, 2025)	16
Figure 11 : Application FLM : Caractéristiques et fonctions principales : (A) menu de démarrage, (B) authentification, (C) configuration du mode de surveillance rivière, (D) session de surveillance (E) menu d'envoi de fichiers, (F) principales options de portail web.	18
Figure 12 : Mise en place d'une observation visuelle d'Oued El Saf-Saf depuis le pont de station SS2 (M'hamda Bouloudani, 2025).....	19
Figure 13 : Pourcentage % des macro-déchets observés le matin et l'après-midi dans les six stations par type de catégorie	23
Figure 14 : Répartition des macro-déchets total enregistré par catégorie dans les six Stations	24
Figure 15 : Pourcentage (%) des macro-déchets dans la station SZ1 par type de catégorie durant onze semaines	25
Figure 16 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SZ1 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets	26
Figure 17 : Pourcentage (%) des macro-déchets dans la station SZ2 par type de catégorie durant onze semaines.....	28
Figure 18 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SZ2 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets	29

Figure 19 : Pourcentage (%) des macro-déchets dans la station SZ3 par type de catégorie durant onze semaines	30
Figure 20 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SZ3 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets	31
Figure 21 : Pourcentage (%) des macro-déchets dans la station SS1 par type de catégorie durant onze semaines	33
Figure 22: Les dix premiers articles trouvés dans la station SS1 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets	34
Figure 23 : Pourcentage (%) des macro-déchets dans la station SS2 par type de catégorie durant onze semaines	35
Figure 24 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SS2 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets	37
Figure 25: Pourcentage (%) des macro-déchets dans la station SS3 par type de catégorie durant onze semaines	38
Figure 26: Les dix premiers articles enregistrés dans la station SS3 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets.....	39
Figure 27: Relation entre les quantités de macro-déchets flottants et les précipitations durant onze semaines.....	40
Figure 28: Pourcentage % des macro-déchets observés le matin et l'après-midi dans les six stations par type de catégorie	42
Figure 29 : Répartition des macro-déchets total enregistrés par catégorie dans les six Stations	43
Figure 30 : Pourcentage (%) des macro-déchets dans la station SZ1 par type de catégorie durant onze semaines	44
Figure 31 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SZ1 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets	45
Figure 32 : Pourcentage (%) des macro-déchets dans la station SZ2 par type de catégorie durant onze semaines	46
Figure 33 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SZ2 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets	47
Figure 34 : Pourcentage (%) des macro-déchets dans la station SZ3 par type de catégorie durant onze semaines	49
Figure 35 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SZ3 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets	50
Figure 36 : Pourcentage (%) des macro-déchets dans la station SS2 par type de catégorie durant onze semaines	51

Figure 37: Les dix premiers articles trouvés dans la station SS1 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets	52
Figure 38 : Pourcentage (%) des macro-déchets dans la station SS2 par type de catégorie durant onze semaines	54
Figure 39 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SS2 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets	55
Figure 40 : Pourcentage (%) des macro-déchets dans la station SS3 par type de catégorie durant onze semaines	56
Figure 41 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SS3 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets	57
Figure 42 : Relation entre les quantités de macro-déchets des berges et les précipitations durant onze semaines	59

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Temps de dégradation des macro-déchets en milieu aquatique (Chamas et al., 2020)..8	8
Tableau 2 : Précipitations moyennes mensuelles en mm en 2025 (Source : meteociel.fr).12	12
Tableau 3 : Caractéristiques des stations étudiées.13	13
Tableau 4 : Le nombre total des macro-déchets dans les six stations.....22	22
Tableau 5 : Les macro_déchets enregistrés par catégorie dans les six stations23	23
Tableau 6 : Les macro-déchets enregistrés par catégorie dans la station SZ125	25
Tableau 7 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SZ1 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets dans toutes les onze semaines.....26	26
Tableau 8 : Les macro-déchets enregistrés par catégorie dans la station SZ2.....27	27
Tableau 9 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SZ2 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets dans toutes les onze semaines.....29	29
Tableau 10 : Les macro-déchets enregistrés par catégorie dans la station SZ330	30
Tableau 11 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SZ3 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets dans toutes les onze semaines.....31	31
Tableau 12 : Les macro-déchets enregistrés par catégorie dans la station SS132	32
Tableau 13 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SS1 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets dans toutes les onze semaines.....34	34
Tableau 14 : Les macro-déchets enregistrés par catégorie dans la station SS235	35
Tableau 15 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SS2 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets dans toutes les onze semaines.....36	36
Tableau 16 : Les macro-déchets enregistrés par catégorie dans la station SS337	37
Tableau 17 :Les dix premiers articles trouvés dans la station SS3 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets dans toutes les onze semaines.....39	39
Tableau 18 : Quantités de macro-déchets flottants et relevés des précipitations durant onze semaines40	40
Tableau 19 : Le nombre total des macro-déchets dans les six stations.....41	41
Tableau 20 : Les macro-déchets enregistrés par catégorie dans les six stations.....42	42
Tableau 21 : Les macro-déchets enregistrés par catégorie dans la station SZ143	43
Tableau 22 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SZ1 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets dans toutes les onze semaines.....45	45
Tableau 23 : Les macro-déchets enregistrés par catégorie dans la station SZ2.....46	46
Tableau 24 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SZ2 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets dans toutes les onze semaines.....47	47

Tableau 25 : Les macro-déchets enregistrés par catégorie dans la station SZ3	48
Tableau 26 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SZ3 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets dans toutes les onze semaines9.....	50
Tableau 27 : Les macro-déchets enregistrés par catégorie dans la station SS1	51
Tableau 28 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SS1 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets dans toutes les onze semaines.....	52
Tableau 29 : Les macro-déchets enregistrés par catégorie dans la station SS2	53
Tableau 30 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SS2 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets dans toutes les onze semaines.....	55
Tableau 31 : Les macro-déchets enregistrés par catégorie dans la station SS3	56
Tableau 32 :Les dix premiers articles trouvés dans la station SS3 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets dans toutes les onze semaines.....	57
Tableau 33 : Quantités des macro-déchets des berges et relevés des précipitations durant onze semaines.....	58

RESUME

LISTE DES ABREVIATIONS

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

Sommaire

Introduction :..... 1

Chapitre I : Synthèses Bibliographique

I.1. Macro-déchets :.....4

I.1.1. Définition :.....4

I.1.2. Typologie des macro-déchets :..... 4

a. Macro-déchets flottants :.....4

b. Macro-déchets immergés (suspendus) :..... 4

c. Macro-déchets déposés (sédimentés) :..... 4

I.2. Description des sources des macro-déchets :..... 5

I.2.1. Source primaire des macro-déchets :..... 5

I.2.2. Sources secondaires des macro-déchets :..... 5

a. Déchets abandonnés par les usagers :..... 5

c. La pêche :..... 5

I.3. Transport des macros-déchets :..... 5

I.3.1. Facteurs de transport :.....5

-Des facteurs hydrologiques :..... 5

-Des facteurs géomorphologiques :..... 6

-Des facteurs physiques : 6

I.3.2. Mécanismes de transport des macros-déchets :.....6

I.4. Devenir des macro-déchets dans l'environnement :..... 7

I.4.1. Interaction avec la faune et la flore :..... 7

I.4.2. Formation de zones d'accumulation :.....7

I.4.3. Fragmentation (dégradation) en micro-déchets :.....8

Chapitre II : Matériel et Méthodes

II.1. Présentation de la zone d'étude :	10
II.1.1. Situation géographique :	10
II.1.1.1. Situation géographique de bassin versant d'Oued El Saf-Saf :	10
II.1.2. Caractéristiques physiques et naturels :	11
a. Activités industrielles :	11
b. Activités agricoles :	11
c. Urbanisme :	11
d. Réseau d'assainissement :	12
e. Précipitations (P) :	12
II.1.3. Choix et description de stations d'étude :	12
Station 1 (SS1) :	13
Station 2 (SS2) :	14
Station 3 (SS3) :	14
Station 4 (SZ1) :	15
Station 5 (SZ2) :	15
Station 6 (SZ3) :	16
II.2. Matériels et Méthode de surveillance :	16
II.2.1. Matériel utilisé :	16
• Description de l'application « Floating Litter Monitoring » :	17
II.2.2. Méthodes de surveillance :	18
II.2.3. Période de surveillance :	19
II.3. Etude statistique :	19
1. Calcul de la Moyenne :	19
2. Coefficient de Corrélation de Pearson :	20

Chapitre III : Résultats et Discussion

III .1 Résultats :	22
III .1.1. Macro-déchets flottants :	22
III.1.1.1. Total des macro-déchets flottants des stations étudiées :	22

III .1.1.2. Composition de total des macro-déchets flottants :.....	22
III.1.1.3. Composition des macro-déchets flottants de chaque station :.....	24
III.1.1.4. Relation entre les précipitations et la quantité de macro-déchets flottants :.....	39
III .1.2. Macro-déchets des berges :.....	41
III.1.2.1. Total des macro-déchets des berges des stations étudiées :.....	41
III .1.2.2. Composition de total des macro-déchets des berges :.....	41
III.1.2.3. Composition de total des macro-déchets des berges :.....	43
III.1.1.4. Relation entre les précipitations et la quantité de macro-déchets des berges :.....	58
III.2. Discussion :.....	60
Conclusion :.....	65

Références Bibliographiques

Introduction

Introduction :

Les écosystèmes aquatiques sont gravement menacés par la pollution des macro-déchets, des polluants visibles et souvent d'origine humaine. La production mondiale des déchets a atteint 2,126 milliards de tonnes en 2020, et ce chiffre devrait s'élever à 2,684 milliards de tonnes d'ici 2030 (**UN E P, 2024**). Environ la moitié de cette quantité est constituée de macro-déchets fabriqués à partir de matériaux non biodégradables (tels que le plastique et les métaux).

Il est un fait avéré qu'une grande partie de ces déchets échappe aux systèmes de gestion et finit par se retrouver dans l'environnement, particulièrement en milieu aquatique. Le processus de dégradation de la plupart des macro-déchets est extrêmement lent, notamment celui du plastique, qui représente constamment le déchet le plus fréquemment rejeté. Cette persistance conduit à une augmentation régulière et massive de la présence des macro-déchets dans les milieux aquatiques (**Henry, 2010**). À titre d'exemple, une bouteille en plastique peut nécessiter jusqu'à 450 ans pour se dégrader complètement (**Boumansoura et Hamam, 2018**)

Les Oueds, en tant qu'unités hydrologiques drainant de vastes territoires en Algérie, jouent un rôle crucial dans le transport et l'accumulation de ces débris, agissant comme des vecteurs privilégiés de leur dissémination vers les milieux récepteurs finaux, tels que les mers et les océans (**Lebreton et al. 2017**). Dans ce contexte global, le bassin versant d'Oued El Saf-Saf, abritant des cours d'eau d'importance écologique pour la région, n'échappe pas à cette pression environnementale. Caractérisé par une dynamique hydrologique particulière et soumis à diverses activités humaines (urbaines, agricoles, industrielles), il est susceptible de concentrer une quantité importante de macro-déchets composés de divers matériaux (emballages plastiques, textiles, bois, déchets alimentaires...etc.).

L'objectif de notre recherche est pour caractériser la distribution spatio-temporelle et la composition des macro-déchets flottants et sur les berges dans le bassin versant d'Oued El Saf-Saf (Oued El Saf-Saf et Oued Zeramna), et de déterminer les facteurs influençant leur distribution et leur transport.

Notre mémoire est structuré comme suit :

Le premier chapitre, "Synthèse Bibliographique", comprenant les principales connaissances sur les macro-déchets.

Le deuxième chapitre, "Matériel et Méthodes", détaille le protocole de surveillance des macro-déchets ainsi que les méthodes d'analyse des résultats obtenus.

Dans le troisième chapitre nous présentons les résultats et la discussion des données collectées durant la période d'étude, concernant les quantités et la composition des macro-déchets flottants et sur les berges dans le bassin d'Oued El Saf-Saf (Oued El Saf-Saf et Oued Zeramna).

Au final, une conclusion, dressant un bilan de nos résultats.

Chapitre I

Synthèse

Bibliographique

I.1. Macro-déchets :

I.1.1. Définition :

Selon l'accord **RAMOGE (1976)**, les macro-déchets sont définis comme « un déchet issu de l'activité humaine, flottant en surface ou immergé, transporté par les courants marins ou par les fleuves jusqu'au littoral et se déposant sur les plages ». Ils correspondent aux déchets dont la taille est supérieure à 5 mm.

I.1.2. Typologie des macro-déchets :

Les macro-déchets peuvent être classés selon leur comportement physique dans l'eau, indépendamment de leur nature chimique ou de leur origine :

a. Macro-déchets flottants :

- Restent en surface de l'eau, portée par les courants et le vent.
- S'accumulent dans les zones calmes, les bras morts, les embouchures ou sur les plages. (**Mettoux-Petchimoutou, 2022**).

b. Macro-déchets immergés (suspendus) :

- Restent en suspension dans la colonne d'eau, portés par le courant, mais ne flottent pas en surface.
- Peuvent être entraînés sur de longues distances avant de se déposer.

c. Macro-déchets déposés (sédimentés) :

- Tombent au fond de l'eau et s'accumulent sur les sédiments, dans les zones de faible courant.
- Peuvent rester longtemps dans l'environnement, parfois remobilisés lors de crues ou de perturbations hydrodynamiques. (**Mettoux-Petchimoutou, 2022**).

I.1.2.1. Mobilité et Classification des Macro-déchets : Un Enjeu pour la Gestion Environnementale :

- Les macro-déchets peuvent changer de compartiment selon leur dégradation, leur colonisation biologique (qui modifie leur densité), ou les conditions hydrodynamiques (crues, tempêtes).
- Les typologies officielles (comme la grille **OSPAR**) croisent souvent le type de matériau (plastique, métal, verre, etc.) avec le compartiment environnemental où ils sont retrouvés, mais la classification comportementale reste essentielle pour la gestion et la collecte (**Mettoux-Petchimoutou, 2022**).

I.2. Description des sources des macro-déchets :

I.2.1. Source primaire des macro-déchets :

I.2.1.1. Les activités anthropiques : La plupart des activités anthropiques produisent effectivement de nombreux déchets qui, faute de système de collecte adéquate, finissent souvent dans les réseaux pluvieux ou bien directement dans la nature (Ameur & Hamache, 2020). Ces activités comprennent :

- Les apports domestiques, notamment les produits de soins de santé et les plastiques à usage unique qui proviennent des activités quotidiennes des ménages (Vighi et al., 2022).
- Les apports agricoles, à savoir les enrobages de semences et les bidons de pesticides, qui sont liés aux pratiques agricoles et à l'utilisation de produits chimiques (Vighi et al., 2022).
- Les apports industriels, comprenant les peintures et les solvants chimiques, qui résultent des processus de fabrication et de production industrielle (Vighi et al., 2022).

I.2.2. Sources secondaires des macro-déchets :

a. Déchets abandonnés par les usagers : Emballages alimentaires, bouteilles en verre ou matières plastiques, canettes en métal et paquets de cigarettes, cela représente une source de macro-déchets dans divers milieux aquatiques (Henry, 2010).

b. Décharge : les décharges sauvages situés à proximité des cours d'eau particulièrement sur les berges représentent encore une importante source d'apports de déchets dans les rivières et sur les rivages (Henry, 2010).

c. La pêche : la perte ou l'élimination d'équipements de pêche et tout ce qui n'est plus utilisable par les pêcheurs tels que les cordages les casiers et les filets.

I.3. Transport des macros-déchets :

I.3.1. Facteurs de transport :

Le transport des macro-déchets dans les cours d'eau est un processus extrêmement complexe (Liro et al. 2020). Plusieurs facteurs sont pris en compte :

-Des facteurs hydrologiques : la hauteur d'eau, la vitesse du courant et le débit, les phénomènes naturels notamment les inondations, tremblements de terres et l'effet des marées (dans les zones côtières) (Brachet et al., 2024).

-Des facteurs géomorphologiques : la forme des berges ou la végétation, présence d'obstacles ou de barrières, largeur ou étroitesse des cours d'eau qui agissent comme des pièges à macro déchets (Brachet et al., 2024).

-Des facteurs physiques : le type de déchet et sa forme (flottant, plat, lourd versus, nature des matériaux constituant les déchets (plastiques, bois, métaux) état de dégradation des déchets (dégradés, intacts, fragmentés) (Brachet et al., 2024).

I.3.2. Mécanismes de transport des macros-déchets :

Les déchets atteignent les différents milieux aquatiques par des voies de transfert variées (Brachet et al., 2024). Soit de manière directe via les cours d'eau et les réseaux d'assainissement, qui représentent le principal vecteur d'évacuation et d'introduction de macro-déchets. À titre d'exemple, des déchets domestiques ont été retrouvés sur les plages du bassin versant, correspondant particulièrement à des périodes de forte pluie (Poitou, 2004 et Poitou & Kerambrun, 2011) ; soit de manière indirecte, les déchets peuvent également être transportés par le ruissellement sur le sol ou les routes, ou par l'action du vent qui disperse notamment les déchets légers issus de décharges sauvages, tels que les sacs en plastique et les papiers (Henry, 2010), qui se déposent sur les berges ou sont transportés par les courants d'eau vers d'autres points.

En plus des voies de transfert identifiées, les événements occasionnels (les tempêtes et les inondations) contribuent à la diffusion des macro-déchets, ce qui accroît le volume des flux de déchets transportés et les rend parfois ingérables ou difficilement maîtrisables (Brachet et al., 2024).



Figure 1 : Le transfert des déchets dans les milieux aquatiques (Source : Mettoux-Petchimoutou, 2022).

I.4. Devenir des macro-déchets dans l'environnement :

I.4.1. Interaction avec la faune et la flore :

Les macro-déchets constituent une menace sérieuse pour la biodiversité. Mammifères et oiseaux marins sont particulièrement vulnérables, risquant des blessures mortelles par enchevêtrement, strangulation ou ingestion (**Rognard & Flink, 2020**). Les données de la convention **OSPAR (2010-2014)** sont alarmantes : 93% des fulmars retrouvés morts contenaient du plastique dans leur estomac.



Figure 2 : Ingestion de plastique par les fulmars boréaux (*Fulmarus glacialis*). (1) Estomac non ouvert contenant du plastique, (2) Fulmars en mer ingérant un fragment de plastique, (3) Contenu stomacal d'un fulmar boréal présentant des fragments, de la mousse, des feuilles et du bois. (**Kühn et al, 2015**).

Au-delà du danger physique, les macro-déchets (surtout plastiques) agissent comme vecteurs de pollution chimique et biologique. Ils facilitent la propagation d'espèces exotiques et de pathogènes en leur offrant un moyen de transport sur de longues distances (**Barnes, 2002**). De plus, leur capacité à fixer des polluants hydrophobes (tels que les PCB et les pesticides) contribue à la contamination de la chaîne alimentaire marine via l'ingestion par les animaux (**Rognard & Flink, 2020**).

I.4.2. Formation de zones d'accumulation :

Les éléments de faible densité sont aisément déplacés par les courants d'eau et la houle, perturbant la vie aquatique.

En s'accumulant sur les fonds, en particulier dans les zones de pente ou soumises à des courants spécifiques, les macro-déchets recouvrent des surfaces qui deviennent des zones d'accumulation (**Ifremer, 2023**).

I.4.3. Fragmentation (dégradation) en micro-déchets :

Une partie des micro-déchets (principalement micro-plastiques) entre dans le milieu marin comme macro-déchets qui se dégradent lentement en petits fragments sous l'effet des courants, des UV, de la température, de la dégradation bactérienne et de l'agitation mécanique (Subhashish et al., 2023).

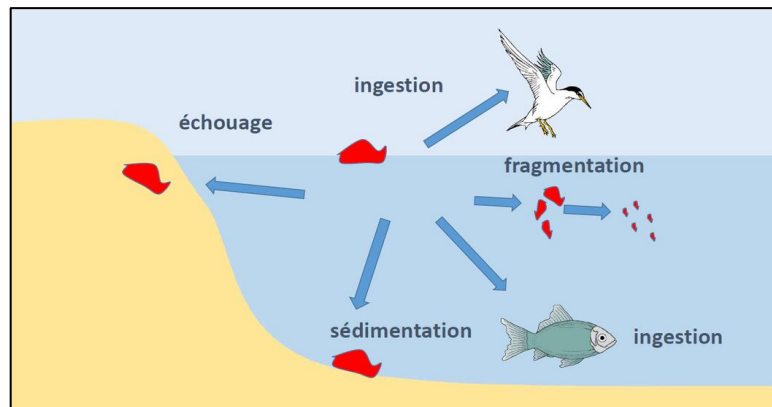


Figure 3 : Résumé de devenir des macro-déchets (Source : Alexandra Ter Halle, 2020).

La durée de dégradation des macro-déchets dans le milieu aquatique peut être particulièrement longue.

Tableau 1 : Temps de dégradation des macro-déchets en milieu aquatique (Chamas et al., 2020)

Articles	Temps de dégradation
Papier toilette	2 à 4 semaines
Journal	6 semaines
Mouchoir en papier	3 mois
Corde	3 à 14 mois
Mégot de cigarette	1 à 3 ans
Chewing-gum	5 ans
Bois peint	13 à 15 ans
Boîte de conserve	50 ans
Bouteille en plastique	100 à 1 000 ans
Cannette en aluminium	200 à 500 ans
Couche jetable	400 à 450 ans
Fil de pêche et filet (nylon)	600 ans
Verre	4 000 ans

Chapitre II

Matériel et Méthodes

II.1. Présentation de la zone d'étude :

II.1.1. Situation géographique :

La wilaya de Skikda occupe une position géographique stratégique sur le littoral de la mer Méditerranée. Cette situation lui confère un relief particulièrement accidenté, où se forment des massifs montagneux tels que les massifs de Collo, d'Azzaba et de Chetaibi.

Ces massifs sont séparés par de vastes vallées, à savoir :

- Le bassin versant du Kebir Ouest à l'est.
- Le bassin versant d'Oued El Saf-Saf au centre.
- Le bassin versant du Guebli à l'ouest (**Direction de l'environnement-Skikda, 2025**).

II.1.1.1. Situation géographique de bassin versant d'Oued El Saf-Saf :

C'est un bassin très vaste couvrant une superficie de 1190 km² limité au Sud par les monts de Constantine, à l'Est par le massif de l'Edough et Cap de fer, à l'Ouest par le massif de Collo et au Nord il s'ouvre sur la méditerranée (**Direction de l'environnement-Skikda, 2025**).

Ce bassin versant est subdivisé à son tour en trois sous bassins suivant les principaux oueds d'Oued El Saf-Saf :

Sous bassin d'Oued Zeramna :

Oued Zeramna, affluent d'Oued Saf-Saf, prend naissance dans les montagnes de Bouchtata. D'une longueur de 15,5 km, il couvre une superficie de 98 km². (**Direction de l'environnement-Skikda, 2025**).

Sous bassin d'Oued Ghbel :

D'une longueur de 17.5 kilomètres, Oued Ghbel prend naissance dans la région de Mdjez Edchiche, qui se déverse ensuite dans Oued El Saf-Saf sous le nom d'Oued Aneur. (**Direction de l'environnement-Skikda, 2025**).

Sous bassin d'Oued Haddarats :

Oued Haddarats draine un terrain relativement large de 9.7 kilomètres carré marqué par des pentes modérées il s'écoule du Sud vers le Nord en traversant des terrains quasiment Quaternaire avec les sommets des koudiats recouverts de grés numidiens. (**Direction de l'environnement-Skikda, 2025**).

Sous bassin d'Oued El Saf-Saf :

Oued El Saf-Saf est le principal oued du bassin versant de El Saf-Saf, il s'étend sur une distance de 53,19 km depuis les monts de Constantine au sud. Oued reçoit les eaux de plusieurs oueds importants, notamment Oued Zeramna et Oued Haddaratz. L'orientation d'Oued change lors de sa traversée du bassin, se dirigeant d'abord vers le Nord-Ouest puis vers le nord-est avant de se jeter dans la mer Méditerranée. La pente dans la partie amont d'Oued atteint 11,3 m/km, tandis qu'elle diminue à 2,3 m/km dans la partie aval. La contribution d'Oued en eau est estimée à environ 150 millions de m³, drainant une superficie de 1154 km² (**Direction de l'environnement-Skikda, 2025**).

II.1.2. Caractéristiques physiques et naturels :**a. Activités industrielles :**

La wilaya de Skikda compte cinq zones industrielles, dont une zone pétrochimique la petite zone industrielles et 3 zones à Hamadi Krouma. Elle abrite 17 unités de production pétrochimique et 30 sites miniers et carrières exploités par 23 intervenants. La wilaya dispose également d'un port sec de 7 hectares, mis en service en 2007, pouvant accueillir jusqu'à 3 800 conteneurs EVP. (**MICLAT, 2019**).

En plus de la valorisation des hydrocarbures, la wilaya présente une base industrielle variée comprenant plusieurs secteurs clés, notamment :

- Unités de transformation des matériaux, le complexe de Polyéthylène à Haute Densité (POLYMED) (**I.N.I.T.E.C., 1992**) et le complexe des matières plastiques CP1/K (**ANPE, 1994**).
- L'industrie agro-alimentaire.
- L'industrie du textile et la sidérurgie.

b. Activités agricoles :

La wilaya de Skikda est une région à vocation agricole avec 191119 ha affectés à l'agriculture, les forêts représentent 194362 ha. La superficie agricole utile qui est de 131879 ha se trouvant principalement dans les hauts piémonts et les montagnes qui représentent 31 % de la superficie totale de la wilaya (413768 ha) (**Direction de l'environnement-Skikda, 2025**).

c. Urbanisme :

Skikda présente une organisation multicentrique avec un centre-ville colonial traditionnel et de nouvelles centralités commerciales émergentes, comme les Allées du 20 août, qui sont devenues des

pôles d'activité importants en lien avec les transformations socio-économiques récentes (**Fenchouch, 2020**).

d. Réseau d'assainissement :

Le réseau d'assainissement de la wilaya de Skikda présente une longueur totale estimée à 2 312 200 mètres linéaires, avec un taux de raccordement avoisinant 86,44% (**MICLAT, 2019**).

Le bassin versant d'Oued El Saf-Saf seul concentre 29 points de rejet d'eaux usées, représentant ainsi 31,18 % de l'ensemble des points de rejet inventoriés à l'échelle de la wilaya (**Direction de l'hydraulique-Skikda, 2024**).

e. Précipitations (P) :

La précipitation en général à Skikda en 2025 est marquée par une saison humide notable en hiver et au printemps, avec plusieurs jours de pluie modérée à forte (**Windfinder, 2025**).

Tableau 2 : Précipitations moyennes mensuelles en mm en 2025 (**Source : meteociel.fr**).

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
Précipitation (mm)	3.49	2.75	1.11	1.77	1.18

II.1.3. Choix et description de stations d'étude :

Afin de mener à bien notre étude sur le bassin versant d'Oued El Saf-Saf, nous avons procédé à la sélection de six stations de surveillance situées sur des ponts, en aval du bassin d'Oued El Saf-Saf. Ces stations sont réparties à raison de 3 le long d'Oued El Saf-Saf (SS1, SS2, SS3) et de 3 le long d'Oued Zeramna (SZ1, SZ2, SZ3), ces deux cours d'eau constituant les principaux oueds drainant le bassin versant d'Oued El Saf-Saf et traversant la ville de Skikda.

Le fondement de notre choix réside dans la volonté de sélectionner, pour chacun des deux oueds, une station localisée avant la ville Skikda, une station positionnée au centre de la ville, et une station située après cette dernière.

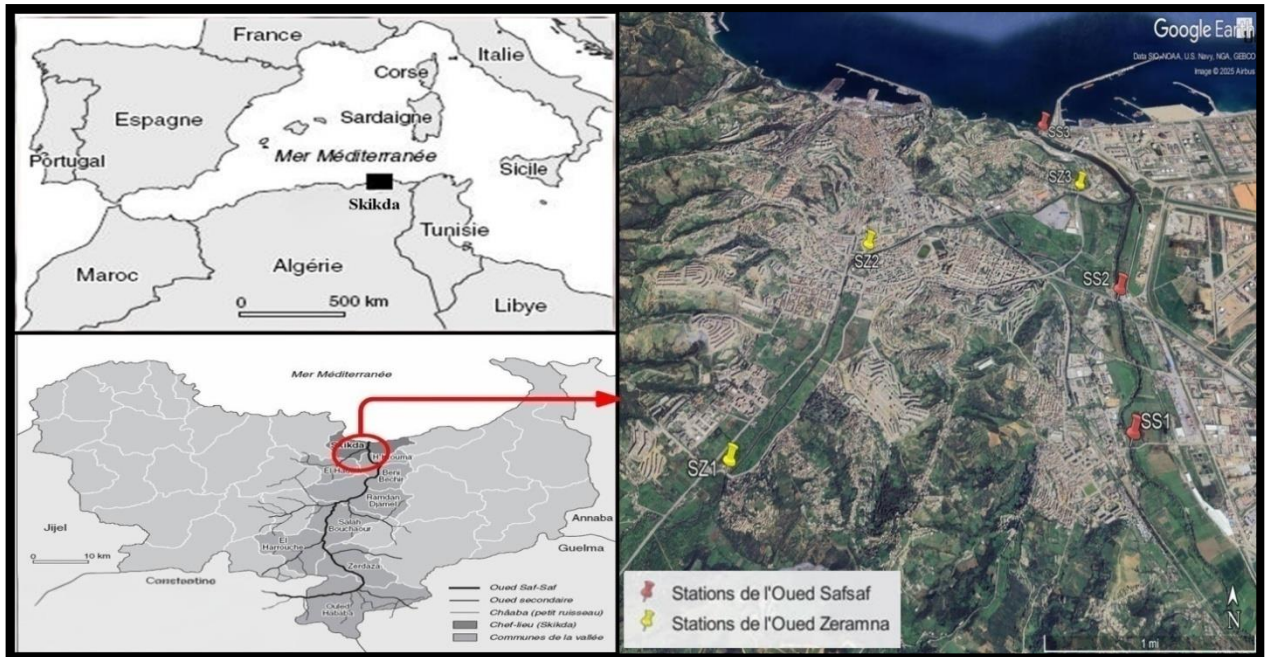


Figure 4 : Localisation de la zone d'étude et de stations choisies (Source : Messaoudi, 2007 ; Google Earth, 2025)

Tableau 3 : Caractéristiques des stations étudiées.

Stations	Localisation (avant/ au milieu/ après la ville Skikda)	Coordonnées GPS	Hauteur du pont	Berges avec végétation	Nettoyage pendant l'étude	Zone urbaine/ Industrielle
SS1	Avant	36°50'44.9"N, 6°56'09.6"E	10 m	Oui	Non	U & I
SS2	Au centre	36°51'32.5"N, 6°56'14.8"E	8.5 m	Oui	Non	I
SS3	Après	36°52'49.1"N, 6°55'51.9"E	10 m	Non	Non	U & I
SZ1	Avant	36°50'37.5"N, 6°53'45.9"E	6.93 m	Oui	Non	U
SZ2	Au centre	36°51'51.2"N, 6°54'28.6"E	6 m	Non	Oui	U
SZ3	Après	36°52'18.0"N, 6°56'05.7"E	5.73 m	Oui	Non	U & I

Station 1 (SS1) :

C'est un pont localisé à la limite territoriale entre Hammadi Krouma et Hamrouche Hammoudi-Skikda, connecté à la route nationale RN44 et franchit Oued El Saf-Saf dans une zone périurbaine plane. Son environnement immédiat est caractérisé par la présence d'une ripisylve et sa proximité avec des quartiers résidentiels, la mairie de Hamadi Krouma et la zone industrielle de Skikda.



Figure 5 : Station01 Oued El Saf-Saf Hammadi Krouma (M'hamda Bouloudani, 2025).

Station 2 (SS2) :

C'est un pont routier à double voie, équipé d'un trottoir, et connecté à la route nationale RN44. Il est situé à proximité de Poste 3 de Sonatrach. L'environnement immédiat se caractérise par des berges présentant une végétation assez dense.



Figure 6 : Station 02 Oued El Saf-Saf Hamrouche Hammoudi (M'hamda Bouloudani, 2025).

Station 3 (SS3) :

Un pont situé à l'embouchure d'Oued El Saf-Saf, à proximité de nouveau port de Skikda, de la zone industrielle et de la route nationale RN44.

Cette station a été choisie en vue de la surveillance des macro-déchets transitant du bassin versant d'Oued El Saf-Saf vers la mer Méditerranée.

Actuellement, un nouvel pont est en cours de construction adjacent au pont existant.



Figure 7 : Station 03 Oued El Saf-Saf nouveau port Skikda (M'hamda Bouloudani, 2025).

Station 4 (SZ1) :

Situé dans la zone urbaine El Hawas, relevant de la commune de El Hadaiek (wilaya de Skikda), au sud du rond-point reliant la route nationale RN03 à la route locale route Zafzaf. Est un pont routier à double voie servant de point surélevé pour l'observation d'Oued Zeramna. La station se caractérise par une forte densité de roseaux sur les berges. L'Université du 20 Août 1955 Skikda constitue un repère géographique clair pour localiser la station.



Figure 8 : Station 04 Oued Zeramna El Hadaiek (Boulekma, 2025).

Station 5 (SZ2) :

La station SZ2 est située dans la cité des frères Saker (Camus-Rossi) de la commune de Skikda, à gauche de la route nationale RN03 qui traverse le centre-ville, près de l'école primaire Taher Cheloufi. L'étude a été menée sur un pont pour piétons reliant la cité des frères Saker à la cité du 20 Août 1955, ce qui permet une surveillance efficace.



Figure 9 : Station 05 Oued Zeramna cité de frères Saker /Skikda (Boulekma, 2025).

Station 6 (SZ3) :

Le pont est situé au niveau de la route nationale RN44, près de la route reliant le port de Skikda à la petite zone industrielle, précisément sur le côté droit de la station de relèvement n°2 Bouaabbaz.

L'Oued se caractérise par une grande densité de roseaux sur ses berges.



Figure 10 : Station 06 Oued Zeramna Bouaabbaz (Boulekma, 2025).

II.2. Matériels et Méthode de surveillance :

II.2.1. Matériel utilisé :

- Mètre ruban
- Fiche de terrain standardisée (MSFD)
- Téléphone mobile intégrant les fonctionnalités suivantes :
 - Appareil photo
 - GPS
 - Chronomètre
 - Application « Floating Litter Monitoring (FLM) » (Version: 1.0.45197.21613)

- **Description de l'application « Floating Litter Monitoring » :**

L'application (FLM) constitue un outil scientifique développé par le Centre Commun de Recherche (JRC) de la Commission Européenne dans le but de faciliter l'acquisition de données relatives à la surveillance des déchets flottants en mer et en rivière. Son développement a été amorcé en 2014 dans le cadre du projet de recherche environnementale marine à visée politique dans les mers du Sud de l'Europe (PERSEUS).

Elle peut être utilisée par un observateur positionné en hauteur, soit à bord d'un navire, soit sur un pont dans le cas des rivières (**Figure 11-A**) (Vaghi et al., 2022).

L'application intègre des fonctionnalités essentielles pour l'acquisition rigoureuse de données :

- Authentification sécurisée des utilisateurs (**Figure 11-B**) : L'accès à l'application est conditionné par une inscription via un compte EU Login.

- Acquisition de métadonnées contextuelles (**Figure 11-C**) : Avant de chaque session, l'application requiert la saisie de métadonnées incluant la description de station d'étude, les coordonnées GPS, les conditions météorologiques et l'identification de l'observateur.

- Classification harmonisée des déchets (**Figure 11-D**) : L'application implémente une nomenclature exhaustive des articles de déchets, structurée par matériau et catégorie, en adéquation avec la Liste Commune de Catégories de Déchets de l'UE pour la surveillance des macro-déchets marins (Fleet et al., 2021).

- Enregistrement structuré des données : L'application procède à l'enregistrement systématique des éléments observés, corrélés à leur position GPS et à l'horodatage.

- Gestion des données par exportation et importation : L'application génère un fichier de données à la fin de chaque session (**Figure 11-E**), facilitant l'exportation, l'importation et la gestion via le portail de données dédié (<https://floating-litter-monitoring.jrc.ec.europa.eu>) (**Figure 11-F**).



Figure 11 : Application FLM : Caractéristiques et fonctions principales : (A) menu de démarrage, (B) authentification, (C) configuration du mode de surveillance rivière, (D) session de surveillance (E) menu d’envoi de fichiers, (F) principales options de portail web.

II.2.2. Méthodes de surveillance :

Notre approche générale pour la surveillance des macro-déchets s’inscrit dans le cadre de MSFD.

Notre approche se décline en deux volets :

1. La surveillance des macro-déchets flottants, initialement effectuée à l’aide d’une fiche de terrain standardisée, laquelle est conforme à la Liste Commune des Catégories de Déchets de l’UE pour la surveillance des macro-déchets marins, puis, au cours de l’étude, nous avons commencé à utiliser l’application (FLM).
2. La surveillance des macro-déchets présents sur les berges, réalisée à l’aide de la fiche de terrain standardisée.

La méthodologie adoptée prévoit des sessions de surveillance régulières de 30 minutes dans chaque station, réalisées par des observations visuelles depuis des ponts, sur une bande d'observation d'une longueur de 25 mètres. Afin d'évaluer l'influence des précipitations sur la dynamique des macro-déchets, ces sessions ont été stratégiquement planifiées et effectuées avant, pendant et après les épisodes pluvieux.

Tous les macro-déchets ayant une dimension supérieure à 2,5 cm doivent être comptés.

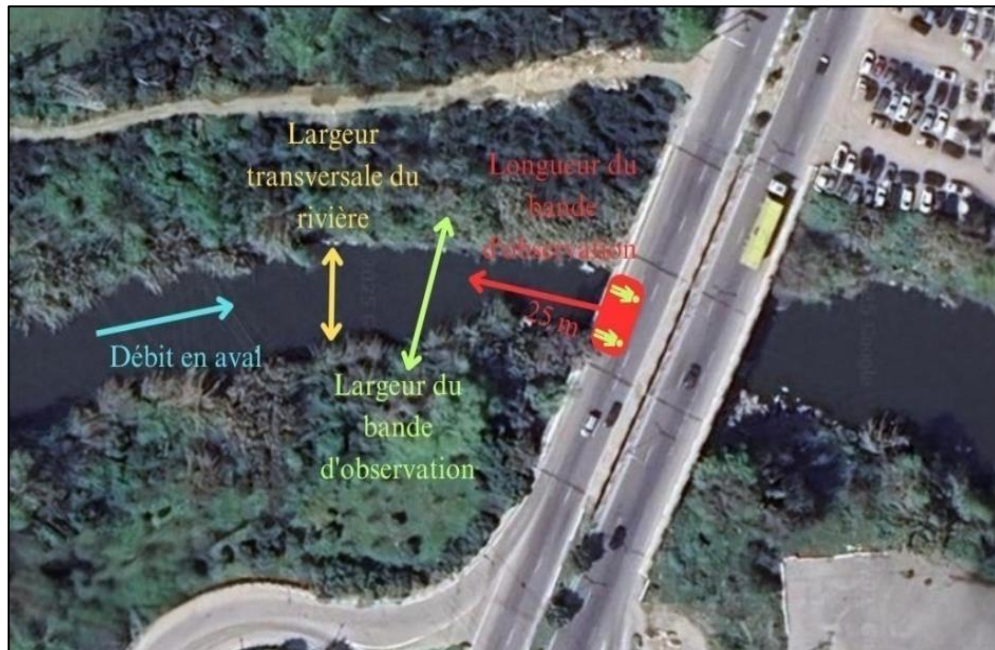


Figure 12 : Mise en place d'une observation visuelle d'Oued El Saf-Saf depuis le pont de station SS2 (M'hamda Bouloudani, 2025)

II.2.3. Période de surveillance :

Dans le cadre de notre étude, nous avons mené 11 campagnes de surveillance des macro-déchets, à raison d'une fois par semaine. Afin d'obtenir des résultats simultanés, l'observation s'est déroulée en parallèle sur les deux oueds lors de chaque campagne, et ce, deux fois par jour (matin et après-midi) pendant 11 semaines consécutives, du 4 mars 2025 au 14 mai 2025.

II.3. Etude statistique :

1. Calcul de la Moyenne :

La moyenne (m) des macro-déchets (flottants ou sur les berges) observés a été calculée selon la formule suivante :

$$m = (\sum n_i) / N$$

N : nombre des stations

n_i : la moyenne du nombre de déchets flottants ou sur les berges, observés par station.

2. Coefficient de Corrélation de Pearson :

Le coefficient de corrélation de Pearson (r) a été utilisé pour évaluer la force et la direction de la relation linéaire entre le nombre de macro-déchets (flottants ou sur les berges) et la quantité de précipitations. Ce coefficient a été calculé à l'aide de la formule suivante :

$$r = \frac{\sum [(x_i - \bar{x}) \times (y_i - \bar{y})]}{[\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2} \times \sqrt{\sum (y_i - \bar{y})^2}]}$$

x_i : les valeurs individuelles du nombre de déchets flottants ou sur les berges, observés par semaine.

y_i : les valeurs individuelles de la quantité de précipitations durant chaque sortie.

\bar{x} : la moyenne du nombre de déchets flottants ou sur les berges.

\bar{y} : la moyenne de la quantité de précipitations.

- **Interprétation du Coefficient de Corrélation de Pearson :**

Le coefficient r varie toujours entre -1 et +1 ($r \in [-1 ; 1]$), et sa valeur permet d'interpréter la nature et la force de la relation linéaire :

Si $r = +1$: une corrélation linéaire positive parfaite : lorsque l'une des variables augmente, l'autre augmente proportionnellement.

Si $r = -1$: une corrélation linéaire négative parfaite : lorsque l'une des variables augmente, l'autre diminue proportionnellement.

Si $r = 0$: l'absence de corrélation linéaire entre les deux variables.

Plus la valeur absolue de r est proche de 1, plus la corrélation linéaire est forte. Inversement, plus elle est proche de 0, plus la corrélation linéaire est faible. La direction de la corrélation est indiquée par le signe de r (positif pour une relation directe, négatif pour une relation inverse).

Chapitre III

Résultats et Discussion

III .1 Résultats :

III .1.1. Macro-déchets flottants :

III.1.1.1. Total des macro-déchets flottants des stations étudiées :

Le nombre total des déchets flottants enregistrés dans les six stations est de 1162 articles, dont 601 éléments dans les stations d'Oued Zeramna et 561 dans les stations d'Oued El Saf-Saf avec une moyenne de 194 articles par station. Les données présentées dans le **tableau 5** montrent une variation importante des quantités de déchets entre les différentes stations, avec un maximum de 286 articles enregistré à la station SZ3 et un minimum de 92 articles à la station SZ1.

Tableau 4 : Le nombre total des macro-déchets dans les six stations

Stations	SZ1	SZ2	SZ3	SS1	SS2	SS3	Moyenne	Total
Nombre total des macro-déchets flottants	92	223	286	132	179	250	194	1162
Total des macro-déchets dans chaque oued	601			561				

III .1.1.2. Composition de total des macro-déchets flottants :

Le nombre et les pourcentages des articles différaient d'une station à l'autre (**Tableau 5 et Figure 13**), une nette prédominance des matériaux en polymères artificiels (plastiques), représentant systématiquement plus de 65% de l'ensemble des déchets flottants sur toutes les stations et périodes d'observation. Le papier et carton, le verre/ céramique et le bois traité constituent les types secondaires les plus importants, bien qu'en proportions nettement moindres.

La comparaison entre les observations du matin et de l'après-midi révèle une composition des déchets relativement stable tout au long de la journée. Des variations mineures sont toutefois identifiables pour les pourcentages des articles.

Tableau 5 : Les macro-déchets enregistrés par catégorie dans les six stations

Stations	Matin						L'après-midi						Total
	SZ1	SZ2	SZ3	SS1	SS2	SS3	SZ1	SZ2	SZ3	SS1	SS2	SS3	
Matériaux en polymères artificiels	28	80	131	70	86	114	33	79	131	44	71	73	940
Caoutchouc	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2
Tissu/Textile	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	3
Papier et carton	12	7	4	5	6	14	10	7	6	2	7	8	88
Bois traité	0	1	1	3	4	11	5	1	6	3	0	14	49
Métal	2	0	2	2	2	4	2	1	3	2	2	1	23
Verre/Céramique	0	30	1	0	0	2	0	16	1	1	0	5	56
Autres articles médicaux	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Produits chimiques	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déchets alimentaires	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

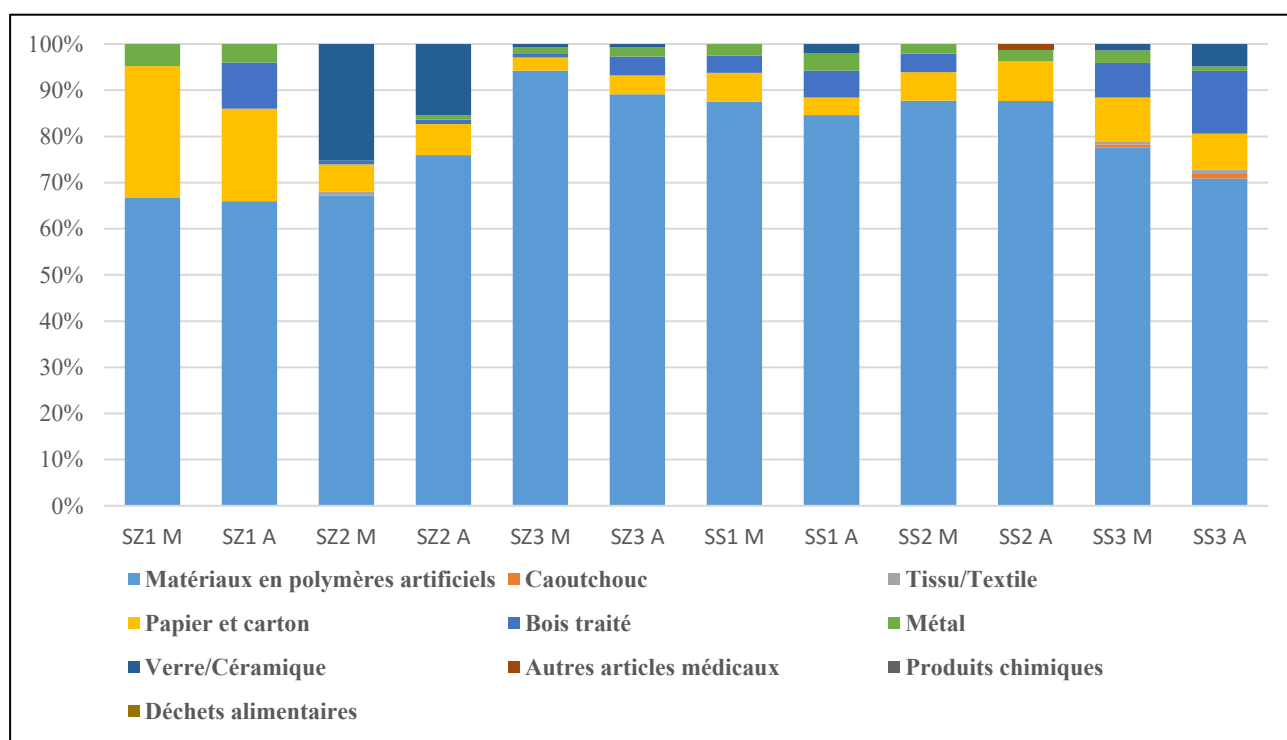


Figure 13 : Pourcentage % des macro-déchets observés le matin et l’après-midi dans les six stations par type de catégorie (M : matin, A : après-midi)

La Figure 14 représente la répartition des déchets enregistrés en fonction de leur catégorie. Les résultats mettent en évidence une dominance marquée des matériaux polymères synthétiques, lesquels constituent (81 %) de l'ensemble des déchets enregistrés. Les papiers et cartons représentent (8 %) du total, suivis par verre/ céramique (5 %), bois traité (4 %) et le métal (2%). Les catégories restantes,

incluant le caoutchouc, le tissu et textile, les matériaux médicaux, les produits chimiques et les déchets alimentaires, affichent des proportions inférieures à (1 %).

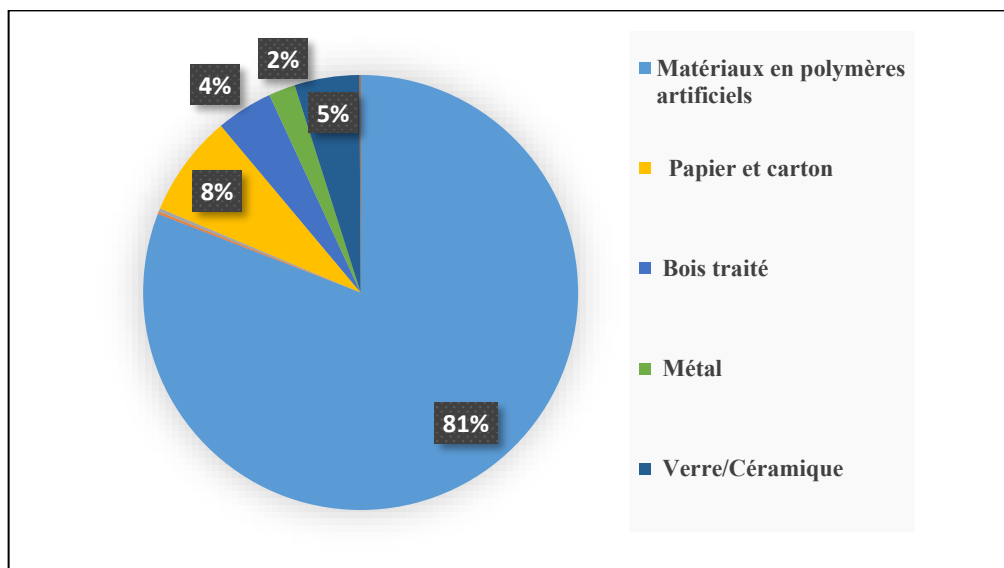


Figure 14 : Répartition des macro-déchets total enregistré par catégorie dans les six Stations

III.1.1.3. Composition des macro-déchets flottants de chaque station :

Station 1 (SZ1) :

Le Tableau 6 et la **Figure 15** illustrent la répartition hebdomadaire des macro-déchets flottants observés à la station SZ1. Les données révèlent une nette prédominance des macro-déchets composés de polymères synthétiques, lesquels représentent environ 70 % de l'ensemble. La quantité la plus élevée de ces déchets a été enregistrée au cours de la semaine S11. Aucun déchet n'a été détecté durant les semaines S2 et S4. Il est également observé qu'au cours de la semaine S9, seuls des déchets plastiques étaient présents, constituant la totalité des déchets observés (soit 100 %). Les autres types (le papier/carton, le bois traité et le métal) n'ont été relevés qu'en quantités marginales, avoisinant globalement 19 %.

Tableau 6 : Les macro-déchets enregistrés par catégorie dans la station SZ1

Semaines (S)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	Total
Matériaux en polymères artificiels	5	0	1	0	2	9	12	6	5	8	13	61
Caoutchouc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tissu/Textile	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Papier et carton	0	0	0	0	2	9	3	1	0	5	2	22
Bois traité	0	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	5
Métal	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	4
Verre/Céramique	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Autres articles médicaux	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Produits chimiques	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déchets alimentaires	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

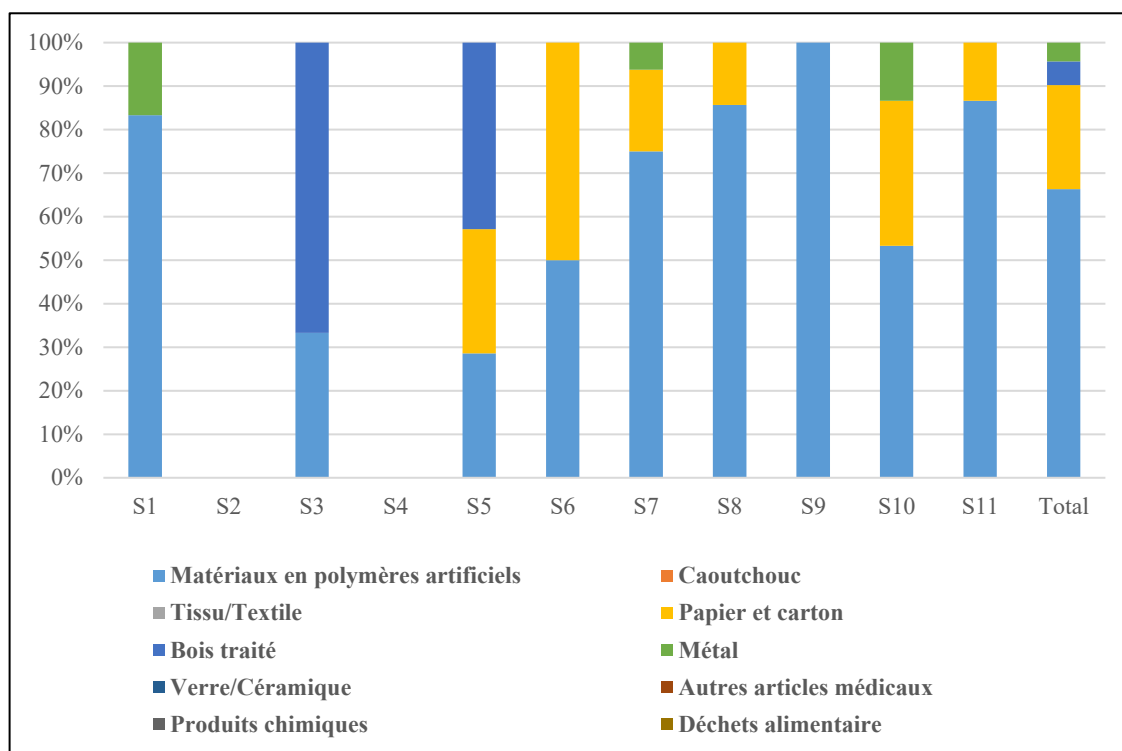


Figure 15 : Pourcentage (%) des macro-déchets dans la station SZ1 par type de catégorie durant onze semaines

Les 10 principaux éléments représentaient environ 91,27 % de tous les objets enregistrés (tableau 7). Parmi les 222 catégories de déchets, les sacs plastiques (G3) arrivent en tête avec 19,56 % (18 articles), suivis des bouteilles de boisson ≤ 0,5 L (G7) et des emballages alimentaires (G153) avec chacun 14,13 % (13 articles). Les bouteilles > 0,5 L (G8) représentent 13,04 % (12 articles), et les

paquets de chips/emballages de bonbons (G30) 9,78 % (9 articles). Le papier-carton et le bois > 50 cm (G151) sont chacun à 5,43 % (5 articles). Les canettes de boisson comptent pour 4,34 % (3 articles), les emballages tétrapack (G150) 3,26 %, et les sacs de courses réutilisables 2,17 % (2 articles). Les 10 éléments les plus importants pour chaque sortie et sont présentés aux (figures 16).

Tableau 7 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SZ1 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets dans toutes les onze semaines

Code	Nom de l'article	Nombres d'article	%
G3	Sacs à provisions, incl. Pièces	18	19,56
G7	Bouteilles de boisson <= 0.5	13	14,13
G153	Coupes, plateaux de nourriture, emballages de nourriture, récipients de boisson	13	14,13
G8	Bouteilles de boisson > 0.5l	12	13,04
G30	Paquets de chips, emballages de bonbons	9	9,78
G151	Papier et carton	5	5,43
	Autre bois > 50 cm	5	5,43
	Canettes (boisson)	4	4,34
G150	Cartons, lait tétrapack	3	3,26
	Sacs plastiques de courses / cabas / sacs d'épicerie	2	2,17

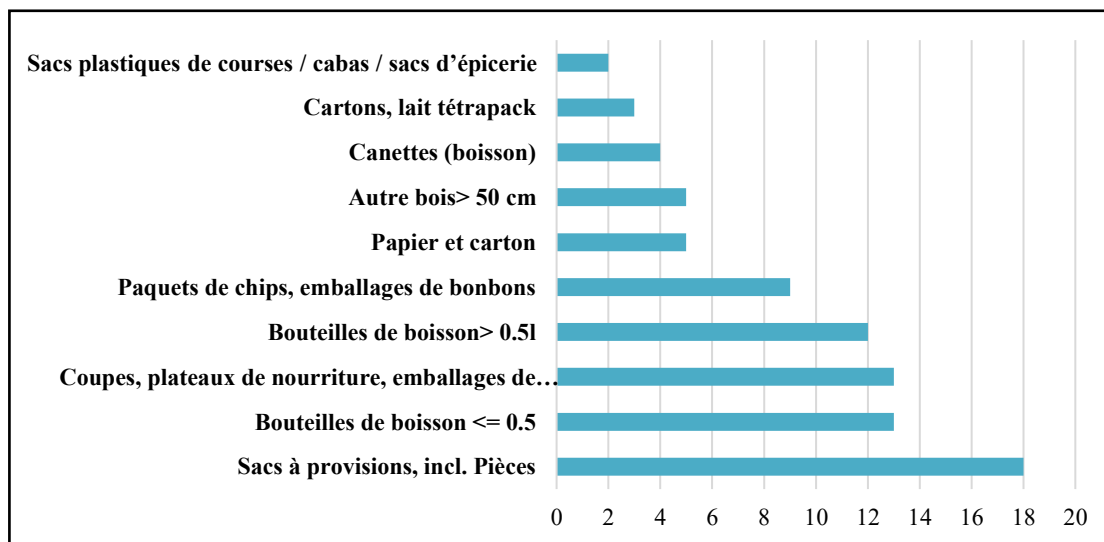


Figure 16 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SZ1 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets

Station 2 SZ2 :

Le **Tableau 8** et la **Figure 17** illustrent la répartition des macro-déchets enregistrés sur une période de 11 semaines. Les données révèlent une nette prédominance des matériaux polymères artificiels,

lesquels constituent systématiquement la majorité des déchets recensés, avec une proportion avoisinante 70 %. Ces déchets ont représenté 100 % des déchets enregistrés lors de la semaine S6. La quantité maximale de macro-déchets a été observée au cours de la semaine S3 (47 articles). À l'inverse, la quantité la plus faible a été relevée lors de la semaine S26, avec seulement 3 articles, intégralement composés de polymères. Outre les polymères, le verre/céramique ont été observés au début de la période d'étude, particulièrement entre les semaines S1 et S4.

Les autres catégories des déchets (caoutchouc, tissu, papier/carton, bois traité, métal) sont apparues de manière sporadique et en quantités très limitées.

Tableau 8 : Les macro-déchets enregistrés par catégorie dans la station SZ2

Semaines (S)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	Total
Matériaux en polymères artificiels	4	7	36	38	15	3	16	10	5	10	15	159
Caoutchouc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tissu/Textile	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Papier et carton	1	1	2	1	3	0	1	1	1	2	1	14
Bois traité	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
Métal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Verre/Céramique	16	16	8	5	1	0	0	0	0	0	0	46
Autres articles médicaux	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Produits chimiques	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déchets alimentaires	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

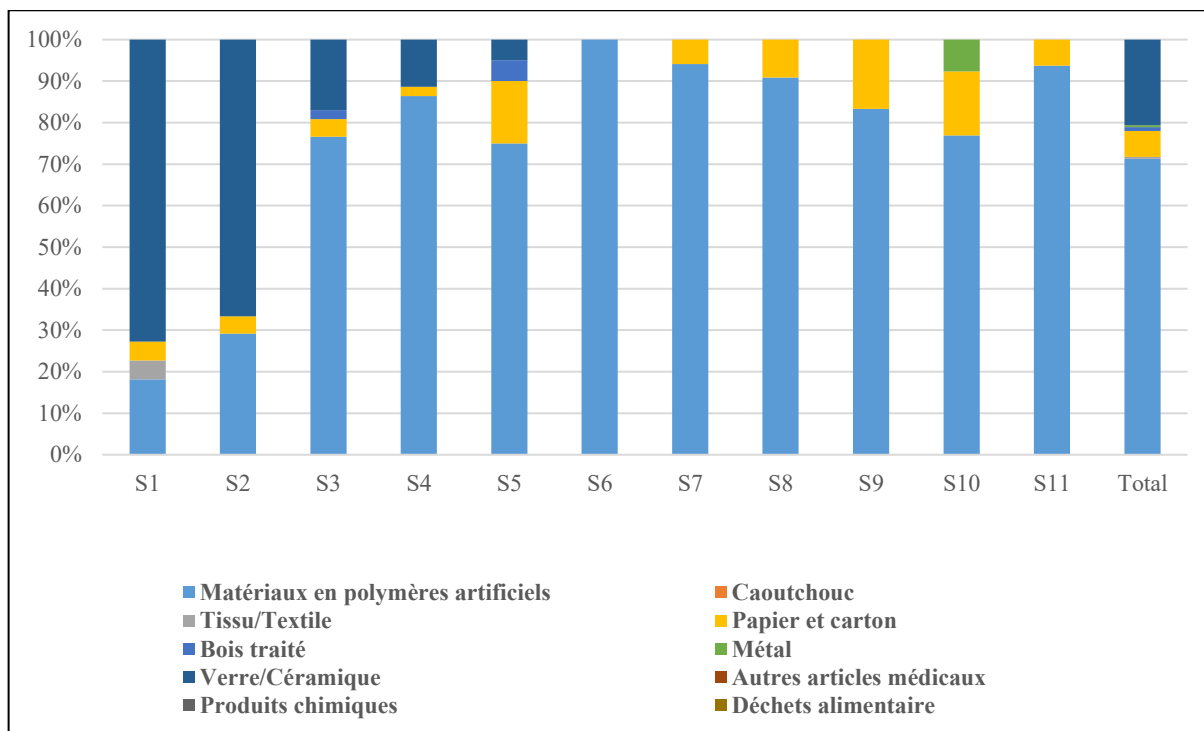


Figure 17 : Pourcentage (%) des macro-déchets dans la station SZ2 par type de catégorie durant onze semaines

Les dix principales catégories de macro-déchets identifiées à la station SZ2 représentent environ 87,44 % de l'ensemble des objets recensés au cours des 11 semaines d'observation (**tableau 9**). Les matériaux de construction (G204) dominent avec 20,53 % (46 articles), suivis des sacs à provisions en plastique (G3) à 17,85 % (40 articles) et des bouteilles de boisson ≤ 0,5 L (G7) à 16,51 % (37 articles). Les paquets de chips et emballages de bonbons (G30) constituent 10,71 % (24 articles), tandis que les bouteilles > 0,5 L (G8) représentent 7,58 % (17 articles). Les couvercles en plastique (G21) et les emballages alimentaires jetables totalisent chacun 3,57 % (8 articles). Les fragments de sacs en plastique (G5) et les contenants alimentaires à emporter (G10) comptent chacun pour 2,67 % (6 articles), et les bâtons de sucettes (G31) ferment la liste avec 1,78 % (4 articles).

Tableau 9 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SZ2 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets dans toutes les onze semaines.

Code	Nom de l'article	Nombres d'article	%
G204	Matériaux de construction (briques, ciment, tuyaux)	46	20,53
G3	Sacs à provisions, incl. Pièces	40	17,85
G7	Bouteilles de boisson <= 0.5	37	16,51
G30	Paquets de chips, emballages de bonbons	24	10,71
G8	Bouteilles de boisson > 0.5l	17	7,58
G21	Plastic caps, couvercles de boissons	8	3,57
G154	Coupes, plateaux de nourriture, emballages de nourriture, récipients de boisson	8	3,57
G5	Rouleau collectif de sac en plastique ; ce qui reste de sacs en plastique rip-off	6	2,67
G10	Contenants alimentaires incl. récipients de restauration rapide	6	2,67
G31	Lollybâtons	4	1,78

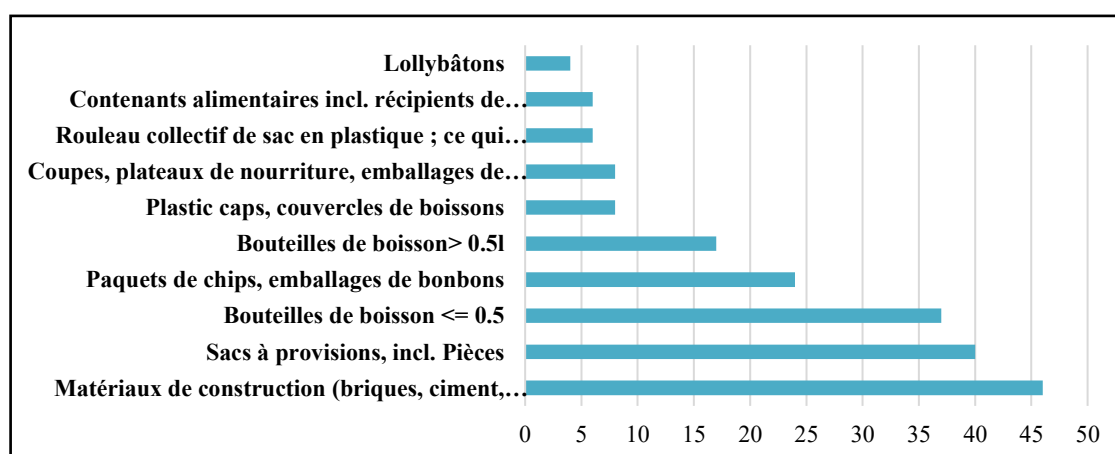


Figure 18 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SZ2 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets

Station 3 (SZ3) :

Les données présentées dans le **Tableau 10** et la **Figure 19** relatives à la station SZ3 révèlent une prédominance marquée des matériaux polymères artificiels tout au long de la période d'observation. Ces polymères ont constitué 100 % des déchets enregistrés lors des semaines S2, S3 et S11. La semaine S5 a présenté la proportion la plus faible de polymères, avoisinant 45 %.

Par ailleurs, pour les semaines S1, S7, S8 et S11, la proportion des polymères artificiels est demeurée élevée, oscillant entre 92 % et 97 %, avec une présence marginale d'autres catégories de déchets.

Tableau 10 : Les macro-déchets enregistrés par catégorie dans la station SZ3

Semaines (S)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	Total
Matériaux en polymères artificiels	12	11	8	6	6	13	32	30	19	38	87	262
Caoutchouc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tissu/Textile	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Papier et carton	1	0	0	1	2	0	1	0	0	5	0	10
Bois traité	0	0	0	0	5	2	0	0	0	0	0	7
Métal	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	0	5
Verre/Céramique	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Autres articles médicaux	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Produits chimiques	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déchets alimentaires	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

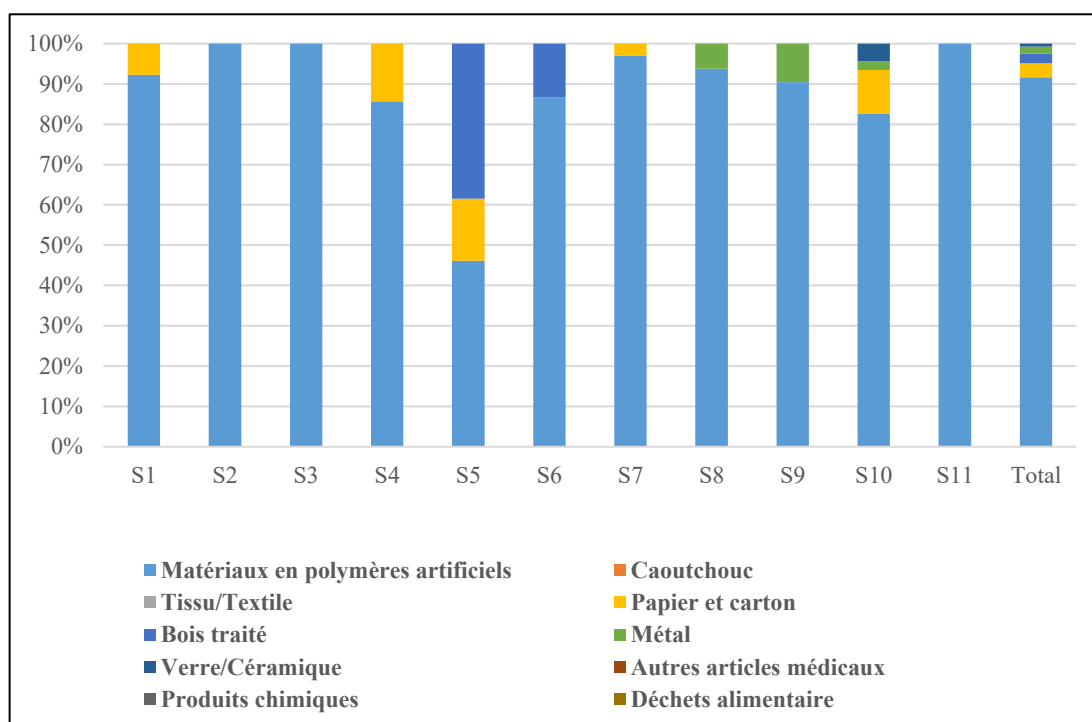


Figure 19 : Pourcentage (%) des macro-déchets dans la station SZ3 par type de catégorie durant onze semaines

Les dix principales catégories de macro-déchets relevées à la station SZ3 représentent environ 95 % du total des articles enregistrés (**tableau 11**). Les bouteilles de boisson de plus de 0,5 L (G8) constituent la catégorie majoritaire avec une proportion de 39 % (102 articles), suivies des bouteilles de 0,5 L ou moins (G7), représentant 37 % (95 articles). Les bouchons et couvercles en plastique (G21) comptent pour 8,5 % (22 articles), tandis que paquets de chips, emballages de bonbons (G30)

représentent 4,2 % (11 articles). Les sacs de provisions (G3), les contenants alimentaires (G10) ainsi que les fragments de bois < 50 cm (G171) présentent chacun une proportion de 1,9 % (5 articles). Enfin, Lollybâtons (G31), les pailles (G35) et les paquets de cigarettes (G27) ferment la liste avec une représentation équivalente de 1,5 % (4 articles) chacun.

Tableau 11 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SZ3 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets dans toutes les onze semaines

Code	Nom de l'article	Nombres d'article	%
G8	Bouteilles de boisson > 0.5l	102	35,66
G7	Bouteilles de boisson <= 0.5	95	33,21
G22	Bouchons/couvercles en plastique pour boissons	22	7,69
G30	Paquets de chips, emballages de bonbons	11	3,84
G3	Sacs à provisions, incl. Pièces	7	2,44
G10	Contenants alimentaires incl. récipients de restauration rapide	5	1,74
G171	Autre bois <50 cm	5	1,74
G31	Lollybâtons	4	1,39
G35	Pailles et mélangeurs	4	1,39
G26	Paquets de cigarettes	4	1,39

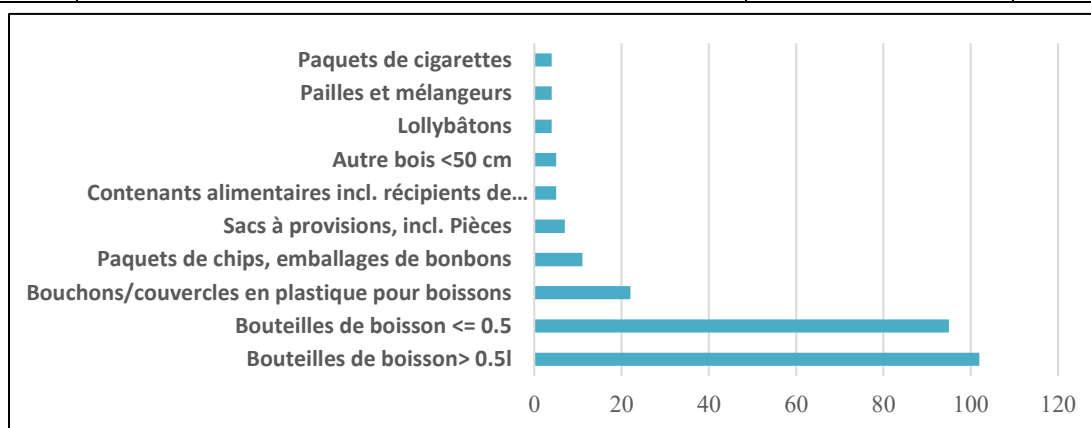


Figure 20 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SZ3 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets

Station 4 (SS1) :

Le **Tableau 12** et la **figure 21** illustrent la répartition des macro-déchets flottants observés à la station SS1 sur une période de 11 semaines. Les données révèlent une nette prédominance des macro-déchets composés de matériaux polymères artificiels, lesquels représentent environ 85 % de l'ensemble. Les quantités les plus élevées de ces déchets ont été enregistrées au cours des semaines S4 et S7. Il est à noter qu'aucun déchet autre que plastique n'a été détecté durant les semaines S6 et S10.

Les catégories secondaires (le papier/carton, le bois traité et le métal) n'apparaissent que de manière marginale, représentant globalement environ 15 % du total. Il convient également de souligner l'absence totale de détection de déchets lors de la semaine S1.

Tableau 12 : Les macro-déchets enregistrés par catégorie dans la station SS1

Semaines (S)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	Total
Matériaux en polymères artificiels	0	5	4	19	8	6	20	10	18	6	18	114
Caoutchouc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tissu/Textile	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Papier et carton	0	0	0	1	0	0	0	1	4	0	1	7
Bois traité	0	2	0	0	1	0	1	0	0	0	2	6
Métal	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	4
Verre/Céramique	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Autres articles médicaux	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Produits chimiques	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déchets alimentaires	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

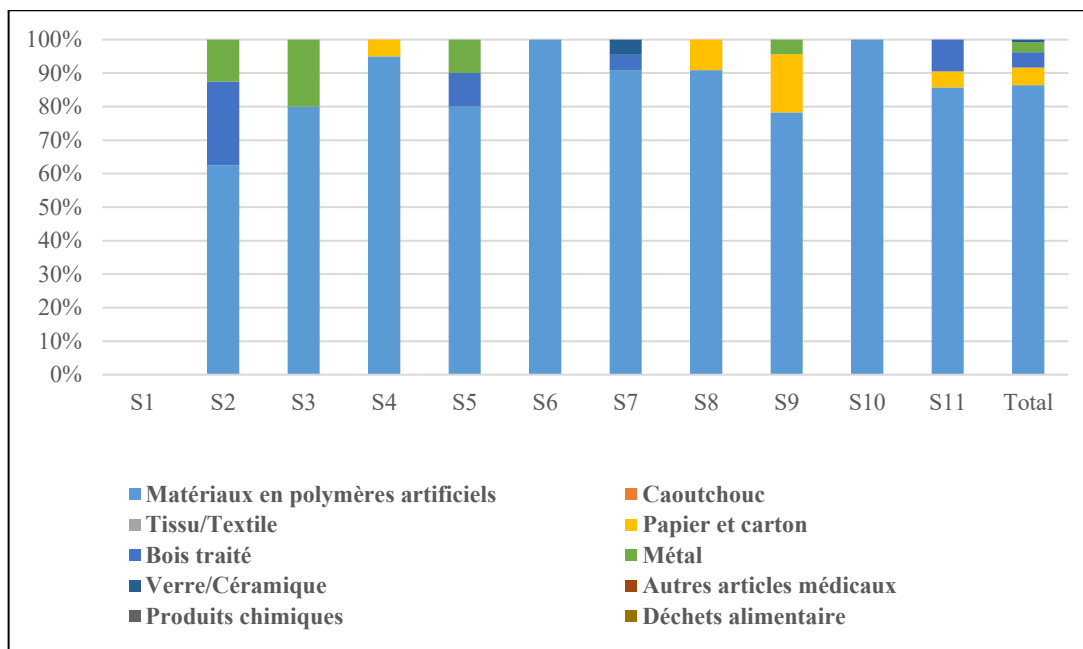


Figure 21 : Pourcentage (%) des macro-déchets dans la station SS1 par type de catégorie durant onze semaines

Les dix premières catégories de macro-déchets identifiées à la station SS1 représentent approximativement 81,78 % de l'ensemble des objets identifiés au cours des 11 semaines d'observation (**Tableau 13**). En tête de liste figurent les bouteilles de boisson de >0,5 litre (G8), représentant une proportion importante de 23,48 % (soit 31 articles). Elles sont suivies de près par les bouteilles de boisson de ≤0,5 litre (G7), qui contribuent à hauteur de 13,63 % (18 articles), et les sacs à provisions incluant les pièces (G3) avec 11,36 % (15 articles). Les petits sacs en plastique, tels que les sacs de congélation et leurs fragments (G4), représentent 10,60 % (14 articles), tandis que les emballages de chips et de bonbons (G30) en constituent 6,06 % (8 articles). Les bouchons et couvercles en plastique de boissons (G21) et les emballages ou isolants en mousse/polyuréthane (G73) affichent respectivement 5,30 % (7 articles) et 3,78 % (5 articles). Enfin, les bouteilles (G6) contribuent à 3,03 % (4 articles), et les bouchons en plastique non identifiés (G23) ainsi que les tubes pyrotechniques (G155) clôturent cette typologie, chacun comptabilisant 2,27 % (3 articles).

Tableau 13 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SS1 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets dans toutes les onze semaines

Code	Nom de l'article	Nombres d'article	%
G8	Bouteilles de boisson > 0.5l	31	23,48
G7	Bouteilles de boisson ≤ 0.5	18	13,63
G3	Sacs à provisions, incl. Pièces	15	11,36
G4	Petits sacs en plastique, p. sacs de congélation, y compris des morceaux	14	10,60
G30	Paquets de chips, emballages de bonbons	8	6,06
G21	Plastic caps, couvercles de boissons	7	5,30
G73	Emballage en mousse / isolation en mousse / polyuréthane.	5	3,78
G6	Bouteilles	4	3,03
G23	Bouchons en plastique, couvercles non identifiés	3	2,27
G155	Tubes pyrotechniques	3	2,27

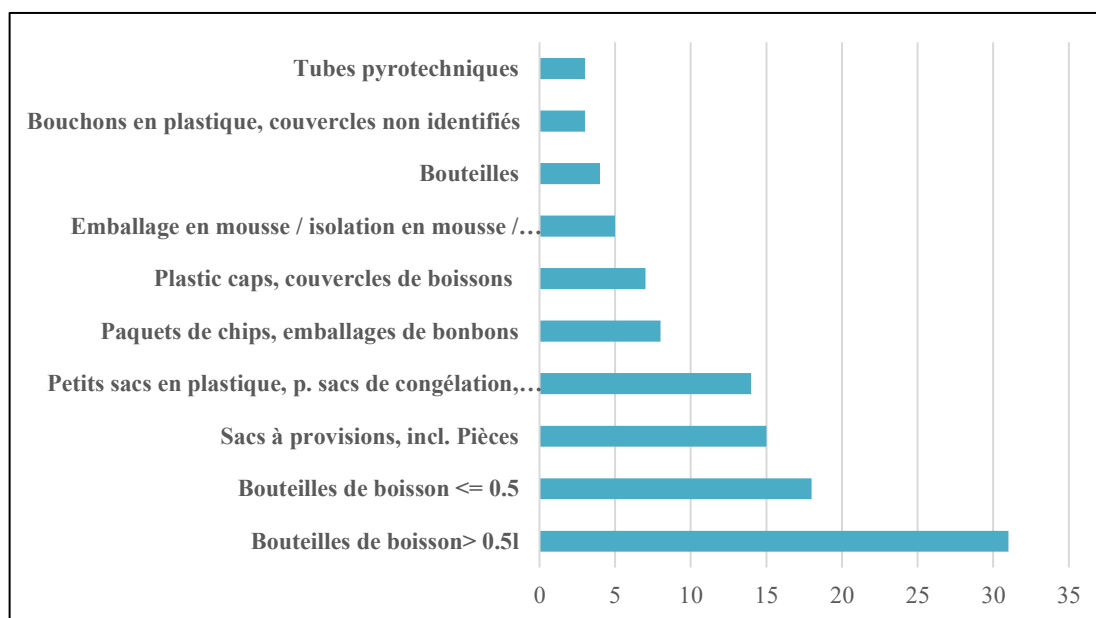


Figure 22 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SS1 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets

Station 5 (SS2) :

Le **Tableau 14** et la **Figure 23** illustrent la distribution des macro-déchets enregistrés à la station SS2 sur une période de 11 semaines. Les résultats mettent en évidence une nette prédominance des polymères synthétiques (plastiques), lesquels constituent la majorité des déchets recensés, avec une proportion avoisinante 88 %. La semaine S11 a enregistré la quantité la plus élevée de déchets plastiques, avec 55 articles recensés, représentant une proportion importante du total.

Des augmentations notables ont également été observées au cours des semaines S7 (24 articles) et S8 (34 articles). Il convient de noter que les semaines S1, S2, S4 et S10 n'ont révélé la présence que de déchets en polymères synthétiques, représentant ainsi 100 % des macro-déchets enregistrés durant ces périodes. Les autres types de déchets, à savoir le papier/carton, le bois traité, le verre/céramique, le métal et les produits chimiques, n'apparaissent que de manière marginale, leur contribution s'élevant à environ 12 % du total hebdomadaire.

Tableau 14 : Les macro-déchets enregistrés par catégorie dans la station SS2

Semaines (S)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	Total
Matériaux en polymères artificiels	1	15	5	3	3	7	24	34	7	3	55	157
Caoutchouc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tissu/Textile	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Papier et carton	0	0	2	0	1	0	2	3	1	0	4	13
Bois traité	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4
Métal	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	1	4
Verre/Céramique	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Autres articles médicaux	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Produits chimiques	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déchets alimentaires	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

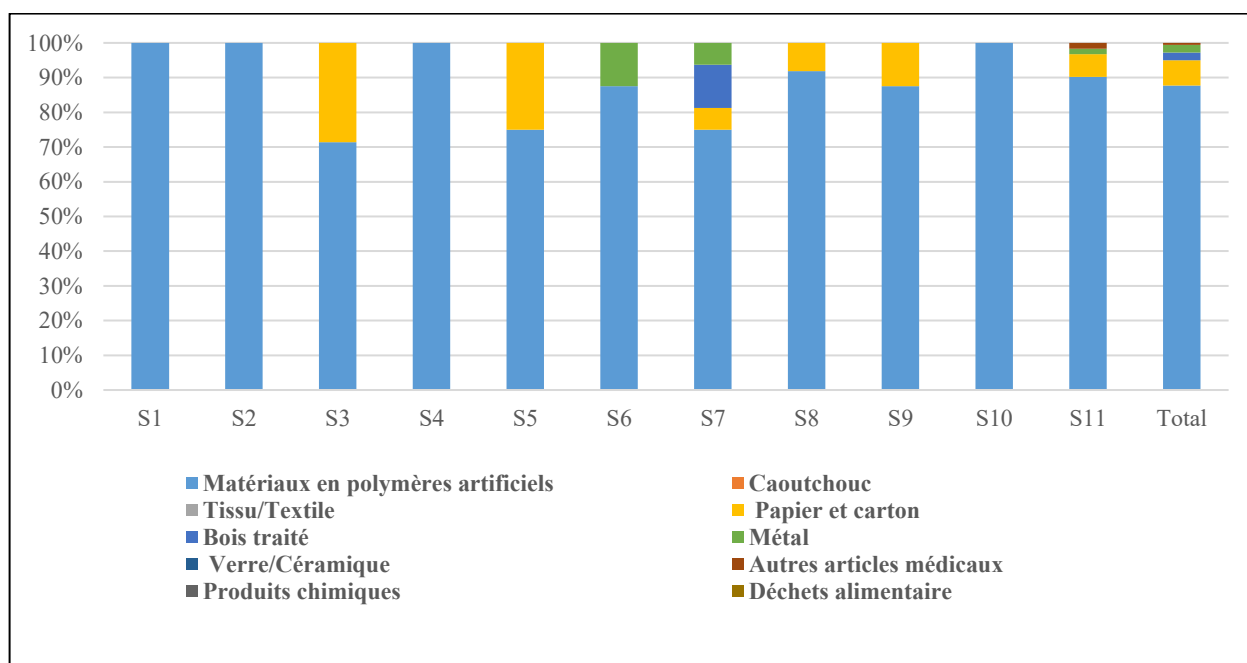


Figure 23 : Pourcentage (%) des macro-déchets dans la station SS2 par type de catégorie durant onze semaines

Les 10 principaux éléments représentent environ 82.07 % de l'ensemble des articles recensés (**voir tableau 15**). Parmi ceux-ci, les bouteilles de boisson de petite taille ($\leq 0,5$ L - G7) constituent la catégorie la plus représentée, avec 26,81 % du total (48 articles), suivies par les bouteilles de boisson de grande taille ($> 0,5$ L - G8) à 21,78 % (39 articles). Les bouchons plastiques de boisson (G21) constituent également une part importante avec 6,14 % (11 articles). Les sacs à provisions en plastique (G3) et les petits sacs plastiques, y compris les morceaux (G4) représentent respectivement 5,02 % (9 articles) et 4,46 % (8 articles). Parmi les autres articles retrouvés en quantités notables figurent les nettoyeurs et contenants de bouteille (G9) avec 2,79 %, ainsi que les fragments de papier (G156) avec le même pourcentage. Enfin, les emballages alimentaires (G135) et les paquets de chips ou bonbons (G30) représentent chacun 2,23 % du total.

Tableau 15 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SS2 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets dans toutes les onze semaines

Code	Nom de l'article	Nombres d'article	%
G7	Bouteilles de boisson ≤ 0.51	48	26,81
G8	Bouteilles de boisson > 0.51	39	21,78
G21	Plastic caps, couvercles de boissons	14	7,82
G3	Sacs à provisions, incl. Pièces	11	6,14
G4	Petits sacs en plastique, p. sacs de congélation, y compris des morceaux	9	5,02
G9	Nettoyant / nettoyant bouteilles et récipients	8	4,46
G156	Fragments de papier	5	2,79
G153	Coupes, plateaux de nourriture, emballages de nourriture, récipients de boisson	5	2,79
G4	Sacs en plastique	4	2,23
G30	Paquets de chips, emballages de bonbons	4	2,23

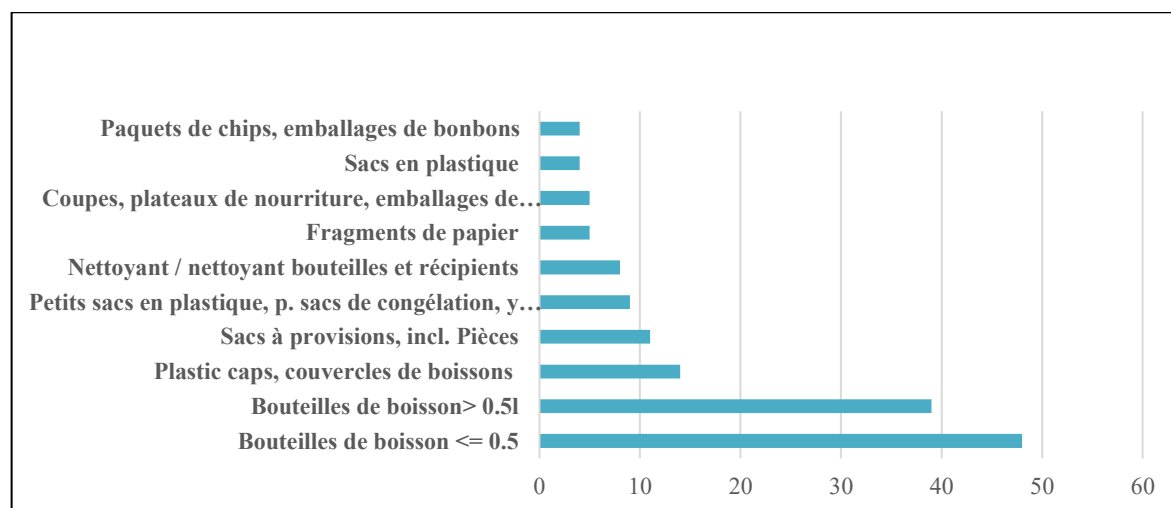


Figure 24 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SS2 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets

Station 6 (SS3) :

Le **Tableau 16** et la **Figure 25** illustrent la distribution des macro-déchets enregistrés à la station SS3. Les données révèlent que les matériaux polymères artificiels représentent la majorité des déchets enregistrés entre les semaines S1 et S11. Cette catégorie a atteint 90 % lors de la semaine S11 (soit 27 unités sur un total de 30) et 92,8 % lors de la semaine S5 (soit 26 unités). Les deux catégories secondaires, le bois traité (25 unités) et le papier/carton (22 unités), affichent un pourcentage avoisinant 10 % chacune. Les autres catégories, notamment les textiles, le caoutchouc, le verre/céramique et les métaux, sont demeurées marginales, leur proportion ne dépassant pas 5 % par semaine.

Tableau 16 : Les macro-déchets enregistrés par catégorie dans la station SS3

Semaines (S)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	Total
Matériaux en polymères artificiels	8	27	27	12	10	22	25	5	17	7	27	187
Caoutchouc	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
Tissu/Textile	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
Papier et carton	1	1	1	1	0	2	1	0	5	9	1	22
Bois traité	1	1	3	1	1	4	5	5	4	0	0	25
Métal	0	1	1	0	0	0	3	0	0	0	0	5
Verre/Céramique	0	1	0	0	0	0	2	2	2	0	0	7
Autres articles médicaux	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Produits chimiques	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déchets alimentaire	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

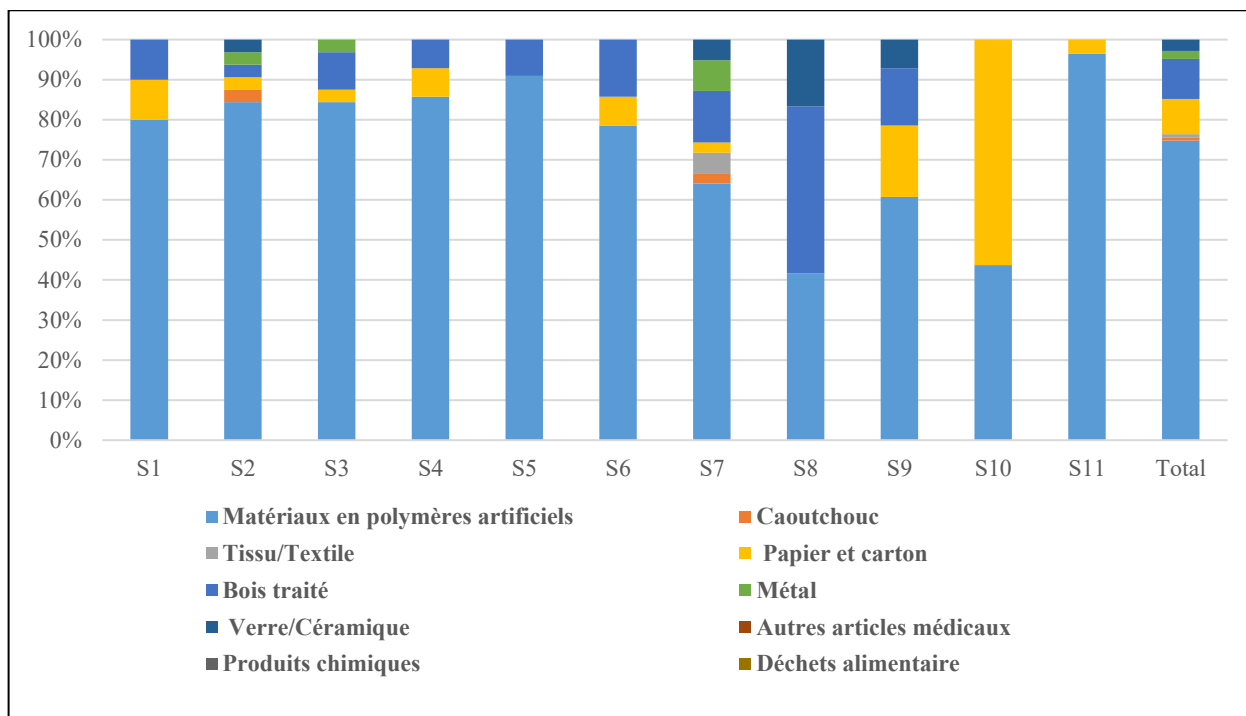


Figure 25 : Pourcentage (%) des macro-déchets dans la station SS3 par type de catégorie durant onze semaines

Le tableau 17 et le Figure 26 présentent la répartition des dix types de macro-déchets flottants les plus fréquents observés au niveau de la station SS3. Les données indiquent une prédominance nette des déchets plastiques. Les petits sacs en plastique, y compris les sacs de congélation et les fragments, arrivent en tête avec 14,4 % du total (36 articles), suivis des sacs à provisions et pièces similaires à 13,2 % (33 articles). Les bouteilles de boisson de 0,5 L représentent 10 % (31 articles), et les bouchons/couvercles en plastique 8 % (20 articles). Les bouteilles de taille inférieure ou égale à 0,5 L suivent avec 7,6 % (19 articles). Les autres catégories, telles que les morceaux de bois ≤ 50 cm (4,6 %), les emballages de chips et bonbons (3,6 %), les journaux/magazines (3,2 %), les fragments de plastique $< 2,5$ cm (3,2 %) et les planches en bois (2,8 %) sont moins représentées.

Tableau 17 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SS3 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets dans toutes les onze semaines

Code	Nom de l'article	Nombres d'article	%
G4	Petits sacs en plastique, p. sacs de congélation, y compris des morceaux	36	14,4
G21	Sacs à provisions, incl. Pièces	33	13,2
G8	Bouteilles de boisson > 0.5l	31	12,4
G21	Plastic caps, couvercles de boissons	20	8
G7	Bouteilles de boisson ≤ 0.5l	19	7,6
G171	Autre bois <50 cm	12	4,8
G30	Paquets de chips, emballages de bonbons	9	3,6
G154	Journaux et magazines	8	3,2
G79	Pièces en plastique 0- 2.5	7	2,8
	Planches en bois	7	2,8

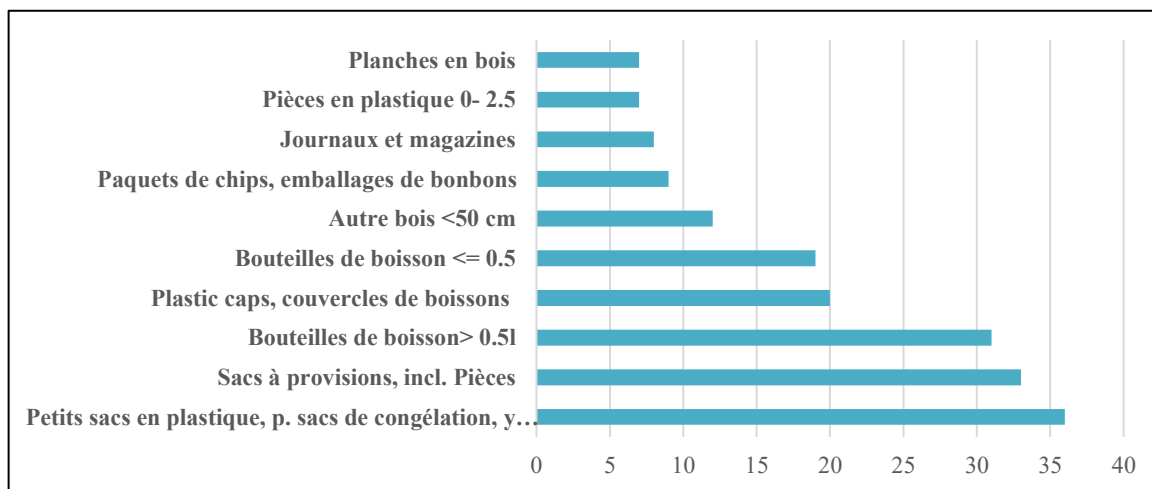


Figure 26 : Les dix premiers articles enregistrés dans la station SS3 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets

III.1.1.4. Relation entre les précipitations et la quantité de macro-déchets flottants :

L'analyse de **Tableau 18** et **Figure 27** met en évidence une relation notable entre les épisodes de précipitations et l'augmentation des quantités de macro-déchets flottants. Une augmentation substantielle des précipitations, atteignant un pic à la semaine S7 (11 mm), est concomitamment

suivie d'une hausse importante des quantités de déchets flottants. La courbe des déchets flottants atteint également son maximum à la semaine S7 (159 articles).

De même, une augmentation des précipitations est observée entre la semaine S10 et la semaine S11, passant de 0,6 mm à 4 mm. Cette reprise des précipitations coïncide avec une nette augmentation de la quantité de déchets flottants, qui passe 99 unités à la semaine S10 à plus de 200 unités à la semaine S11, atteignant le niveau le plus élevé de la période d'étude.

À l'inverse, les périodes de faibles ou nulles précipitations (notamment entre S1 et S2, et de S8 à S10) sont généralement associées à des quantités moindres ou stables de déchets flottants, ne dépassant rarement les 100 unités.

À partir des données du **tableau 18**, nous avons calculé le **coefficient de corrélation**, qui est égal à **0,63**. Cette valeur, supérieure à 0,5, ce qui indique l'existence d'une corrélation linéaire positive forte entre la quantité de déchets flottants et la précipitation.

Tableau 18 : Quantités de macro-déchets flottants et relevés des précipitations durant onze semaines

Semaines (S)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11
Total des déchets flottants	52	90	102	88	68	78	159	110	91	99	228
Précipitations (mm)	0	0	0	2	0	0	11	0	0	0.6	4

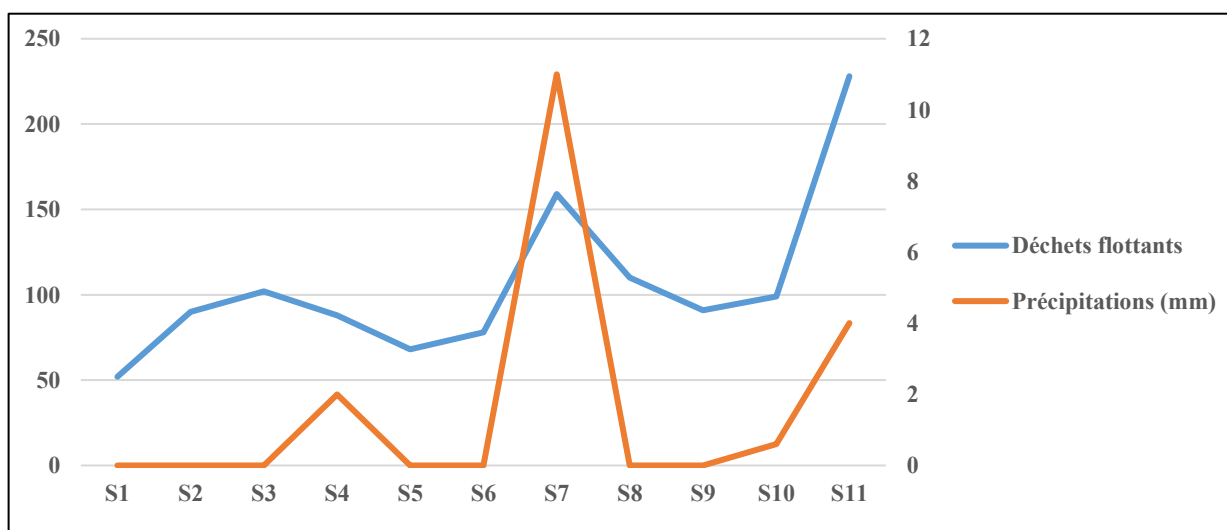


Figure 27 : Relation entre les quantités de macro-déchets flottants et les précipitations durant onze semaines

III .1.2. Macro-déchets des berges :

III.1.2.1. Total des macro-déchets des berges des stations étudiées

Le nombre total de déchets enregistrés sur les berges des six stations est de 2878 articles, avec une moyenne de 480 articles par station. Les données présentées dans le tableau indiquent une forte variation entre les stations. La quantité maximale a été observée à la station SS1 avec 1163 articles, tandis que la station SS3 a enregistré le nombre le plus faible avec seulement 64 articles. Les autres stations ont comptabilisé les valeurs suivantes : SZ2 (690 articles), SS2 (475 articles), SZ3 (294 articles) et SZ1 (192 articles).

Tableau 19 : Le nombre total des macro-déchets dans les six stations

Stations	SZ1	SZ2	SZ3	SS1	SS2	SS3	Moyenne	Total
Nombre total des déchets berges	192	690	294	1163	475	64	480	2878
Total des macro-déchets dans chaque oued	1176			1702				

III .1.2.2. Composition de total des macro-déchets des berges :

Les données issues de graphique (**Figures 28**) illustrent une prédominance marquée des polymères artificiels dans toutes les stations observées, avec des proportions dépassant systématiquement les 65 % durant les deux périodes (matinale et méridienne). Le papier-carton constitue la deuxième catégorie la plus présente, bien qu'à des niveaux beaucoup plus faibles, avec une absence notée dans la station SS3 pendant la matinée. Les métaux apparaissent faiblement et sont totalement absents dans les stations SS3, SS2 et SZ1 le matin, mais sont relevés dans SS3 durant l'après-midi. Les textiles, quant à eux, ne sont recensés que dans les stations SS1 et SS2, de manière constante dans les deux périodes. Ces résultats indiquent une composition relativement homogène entre les deux périodes de la journée, avec de légères variations dans la présence ou l'absence de certaines catégories

Tableau 20 : Les macro-déchets enregistrés par catégorie dans les six stations

	Matin						L'après-midi						Total
	Berges						Berges						
	SZ1	SZ2	SZ3	SS1	SS2	SS3	SZ1	SZ2	SZ3	SS1	SS2	SS3	
Matériaux en polymères artificiels	71	307	145	384	170	27	85	307	118	351	160	23	2148
Caoutchouc	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Tissu/Textile	0	3	0	143	31	0	0	2	0	131	33	1	344
Papier et carton	11	24	13	58	39	0	14	26	7	55	30	1	278
Bois traité	0	3	4	1	1	1	11	3	1	1	1	2	29
Métal	0	4	3	14	0	0	0	0	3	10	0	3	37
Verre/Céramique	0	5	0	7	3	3	0	5	0	8	3	3	37
Autres articles médicaux	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	4
Produits chimiques	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déchets alimentaires	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

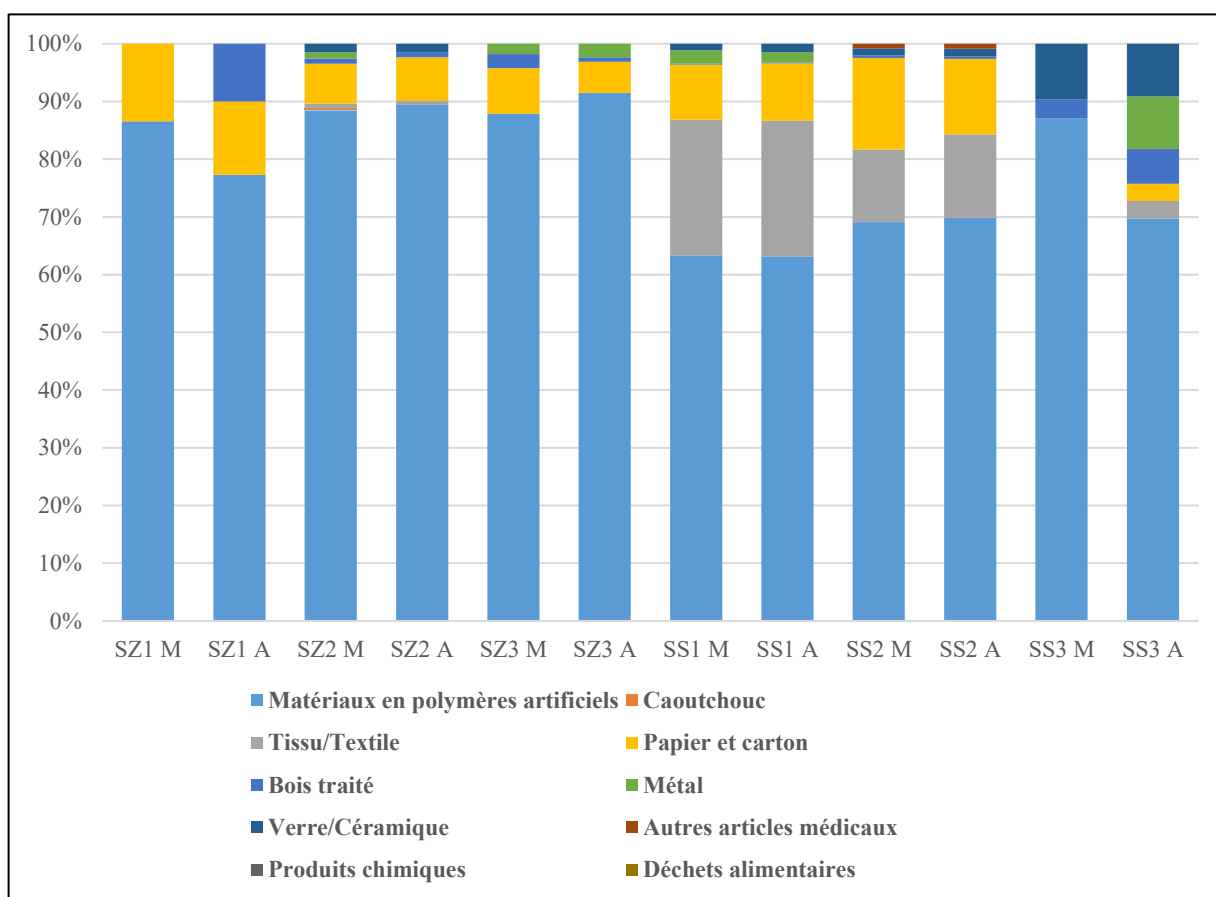


Figure 28 : Pourcentage % des macro-déchets observés le matin et l’après-midi dans les six stations par type de catégorie (M : matin, A : après-midi)

Le diagramme circulaire ci-dessous (Figure 29) illustre la répartition des macro-déchets par catégorie dans les six stations. Les données révèlent une prédominance nette des polymères synthétiques avec 75 %, suivis des textiles à 12 %, puis du papier et carton à 10 %. Les autres catégories (le caoutchouc,

le bois traité, les métaux, le verre/céramique, les autres articles médicaux, les produits chimiques et le Déchets alimentaire), présentent chacune une proportion d'environ ou inférieure à 1 %.

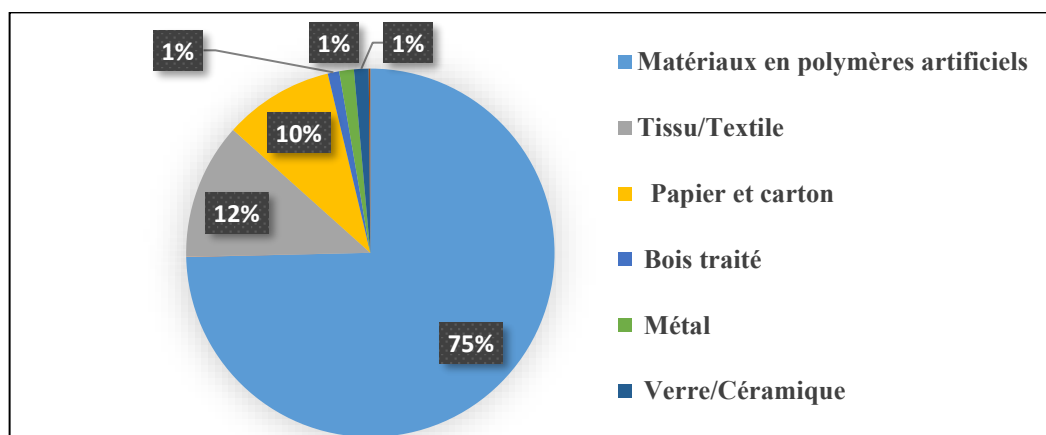


Figure 29 : Répartition des macro-déchets total enregistrés par catégorie dans les six Stations

III.1.2.3. Composition de total des macro-déchets des berges :

Station 1 (SZ1) :

Les données collectées au niveau de berges de la station SZ1 indiquent une prédominance marquée des déchets appartenant à la catégorie des polymères artificiels, avec un total de 156 articles sur 192, représentant environ 81% de l'ensemble des éléments recensés (**tableau 21 et figure 30**). Cette concentration élevée de matières plastiques souligne leur forte présence parmi les macro-déchets flottants. La catégorie papier/ carton vient en deuxième position avec 25 articles, soit environ 14%, suivie par le bois traité avec 11 articles, ce qui correspond à 5 %. Les autres catégories telles que textile, métal, produits chimiques et déchets alimentaires n'étaient pas observés.

Tableau 21 : Les macro-déchets enregistrés par catégorie dans la station SZ1

Semaines (S)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	Total
Matériaux en polymères artificiels	16	26	35	20	12	10	8	7	6	10	6	156
Caoutchouc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tissu/Textile	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Papier et carton	1	3	2	2	3	2	2	2	2	4	2	25
Bois traité	0	1	5	5	0	0	0	0	0	0	0	11
Métal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Verre/Céramique	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Autres articles médicaux	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Produits chimiques	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déchets alimentaire	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

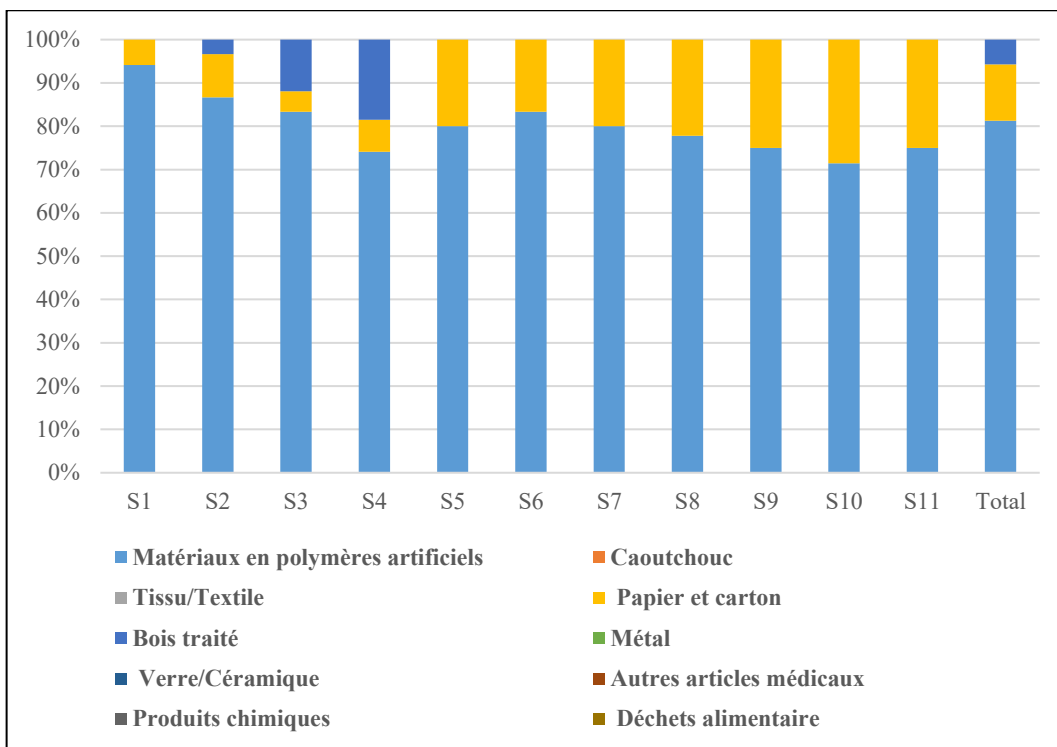


Figure 30 : Pourcentage (%) des macro-déchets dans la station SZ1 par type de catégorie durant onze semaines

Les dix principales catégories de macro-déchets enregistrées à la station SZ1 durant onze semaines représentent ensemble plus de 95 % (**tableau 22**) des objets enregistrés. La catégorie dominante est celle des sacs à provisions, incluant pièces (G3), avec 68,22 % (131 articles). Elle est suivie par le papier et carton (G146) à 10,41 % (20 articles). Les bouteilles de boisson de plus de 0,5 litre (G8) constituent 4,16 % (8 articles), tandis que celles de 0,5 litre ou moins (G7) représentent 3,64 % (7 articles). Les paquets de chips et emballages de bonbons (G30) représentent 3,12 % (6 articles). Les coupes, plateaux de nourriture, emballages de nourriture, récipients de boisson (G153) ainsi que le bois > 50 cm (G172) comptent chacun pour 1,56 % (3 articles). Les bouchons et couvercles de boissons en plastique (G21) et les feuilles, emballages industriels, bâches en plastique (G67) totalisent 1,04 % chacun (2 articles), tandis que les petits sacs en plastique, y compris sacs de congélation et morceaux (G4), représentent 0,52 % (1 article).

Tableau 22 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SZ1 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets dans toutes les onze semaines

	Nom de l'article	Nombres d'article	%
G3	Sacs à provisions, incl. Pièces	131	68,22
G146	Papier et carton	20	10,41
G8	Bouteilles de boisson > 0.5l	8	4,16
G7	Bouteilles de boisson ≤ 0.5l	7	3,64
G30	Paquets de chips, emballages de bonbons	6	3,12
G153	Coupes, plateaux de nourriture, emballages de nourriture, récipients de boisson	3	1,56
G172	Autre bois > 50 cm	3	1,56
G21	Plastic caps, couvercles de boissons	2	1,04
G67	Feuilles, emballage industriel, bâches en plastique	2	1,04
G4	Petits sacs en plastique, p. sacs de congélation, y compris des morceaux	1	0,52

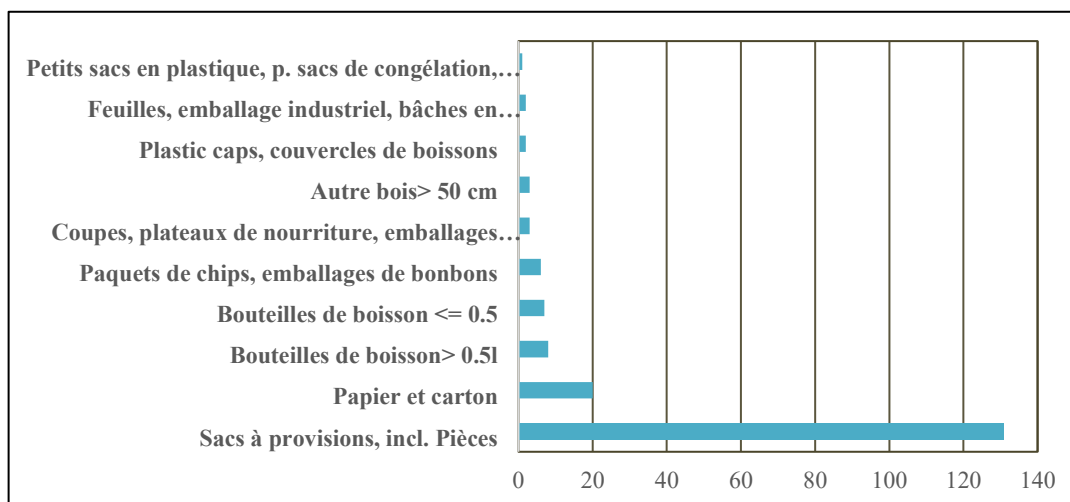


Figure 31 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SZ1 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets

Station 2 (SZ2) :

Les données quantitatives extraites du **tableau 23** et **figure 32** des déchets des berges de la station SZ2, couvrant la période de la semaine S1 à S11, montrent une prédominance marquée des déchets plastiques classés dans la catégorie des « matériaux en polymères artificiels », totalisant 614 articles sur 716, soit 85.75 % du total des déchets enregistrés. La deuxième catégorie la plus représentée est le papier et carton avec 50 articles (6,98 %). Les autres catégories telles que les métaux, verre/céramique, bois traité, le caoutchouc, et articles médicaux présentent des proportions faibles, ne dépassant pas 1,5 % chacune, ce qui indique leur présence marginale sur les berges.

Tableau 23 : Les macro-déchets enregistrés par catégorie dans la station SZ2

Semaines (S)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	Total
Matériaux en polymères artificiels	104	64	78	52	59	45	44	32	60	34	42	614
Caoutchouc	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Tissu/Textile	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Papier et carton	8	5	6	5	1	0	1	6	10	4	4	50
Bois traité	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	6
Métal	0	1	1	2	0	2	0	0	0	0	0	6
Verre/Céramique	0	5	0	1	0	2	2	0	0	0	0	10
Autres articles médicaux	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
Produits chimiques	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déchets alimentaire	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

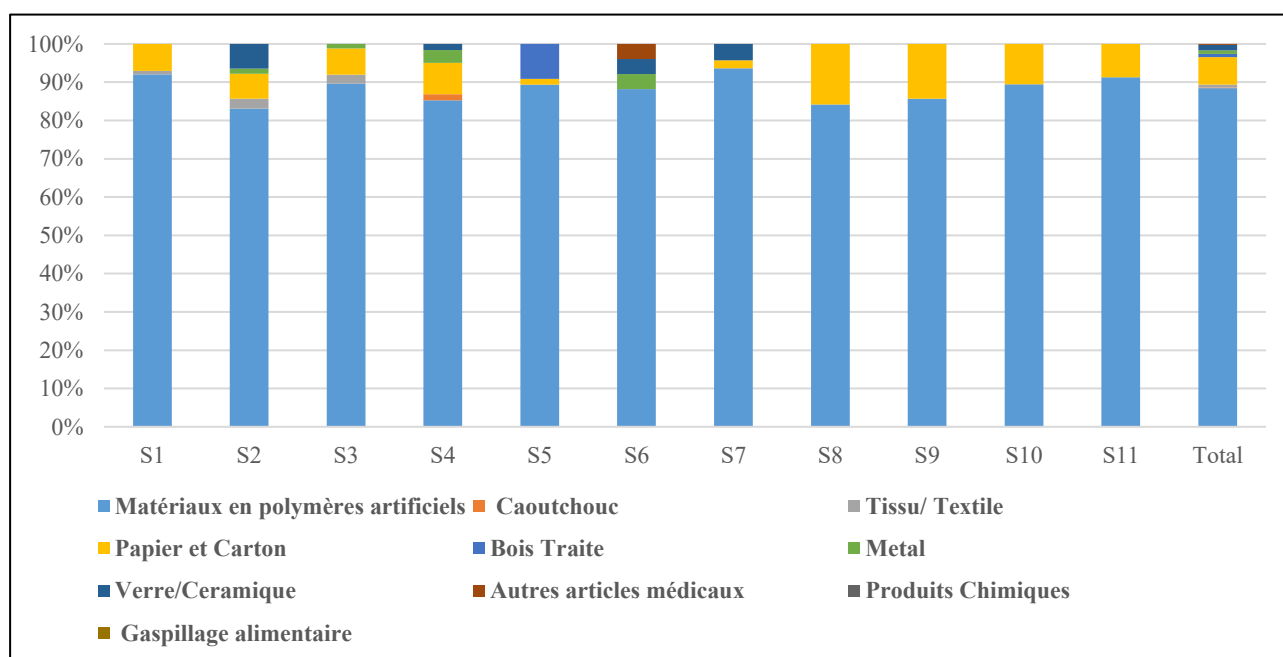


Figure 32 : Pourcentage (%) des macro-déchets dans la station SZ2 par type de catégorie durant onze semaines

Les données présentées dans le **tableau 24** illustrent la répartition quantitative et relative des dix premiers articles trouvés dans la station SZ2. Il ressort que les sacs plastiques de courses (G3) constituent la catégorie la plus dominante, représentant 57,76 % du total avec 398 articles. En seconde position, on retrouve les bouteilles de boisson de capacité $\leq 0,5$ L (G7) avec 103 articles, soit 14,94 %. Les emballages de chips et de bonbons (G30) arrivent en troisième position avec 52 articles,

représentant 7,54 %. Le papier et le carton (G146) représentent 4,20 % avec 29 articles, suivis des bouteilles de boisson > 0,5 L (G8) à hauteur de 3,04 % (21 articles). Les coupes et barquettes alimentaires en plastique (G153) constituent 1,74 % des déchets avec 12 articles. Les rouleaux résiduels de sacs plastiques (G5) représentent 1,59 % (11 articles), et les matériaux de construction (G204) représentent 1,30 % (9 articles). Enfin, les petits sacs plastiques, y compris les morceaux (G4), et les bouteilles/récipients d’huile de moteur < 50 cm (G14) affichent chacun 0,58 % avec 4 articles.

Tableau 24 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SZ2 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets dans toutes les onze semaines.

Code	Nom de l'article	Nombres d'article	%
G3	Sacs à provisions, incl. Pièces	398	57,76
G7	Bouteilles de boisson <= 0.5	103	14,94
G30	Paquets de chips, emballages de bonbons	52	7,54
G146	Papier et carton	29	4,20
G8	Bouteilles de boisson > 0.5l	21	3,04
G153	Coupes, plateaux de nourriture, emballages de nourriture, récipients de boisson	12	1,74
G5	Rouleau collectif de sac en plastique ; ce qui reste de sacs en plastique rip-off	11	1,59
G204	Matériaux de construction (briques, ciment, tuyaux)	9	1,30
G4	Petits sacs en plastique, p. sacs de congélation, y compris des morceaux	4	0,58
G14	Bouteilles et récipients d’huile de moteur < 50 cm	4	0,58

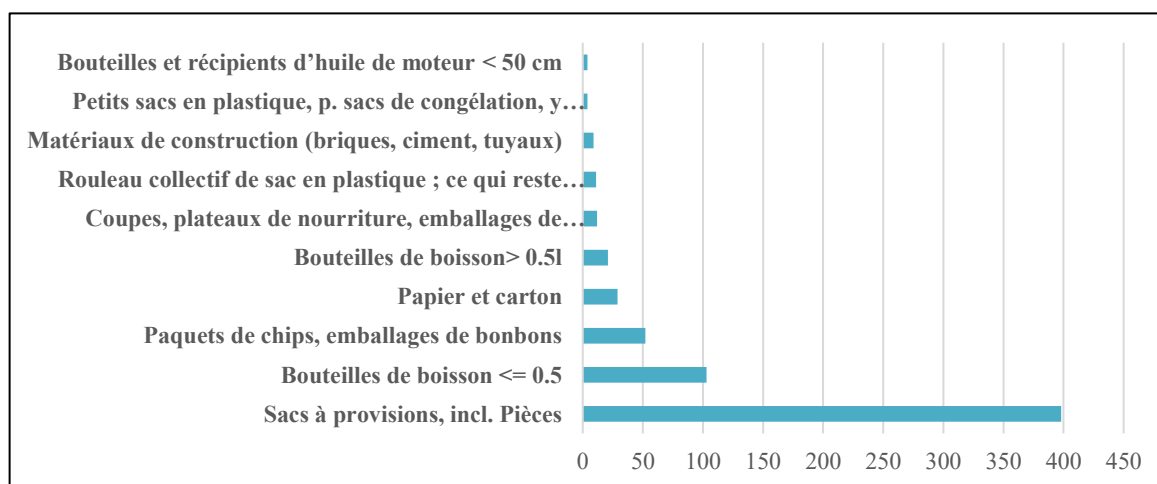


Figure 33 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SZ2 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets

Station 3 (SZ3) :

Le **tableau 25** et la **figure 34** présentent la composition des macro-déchets de berges enregistrées à la station SZ3 sur une période de 11 semaines. Il ressort de ces données que les matériaux en polymères artificiels (plastiques) dominent largement la composition des déchets, représentant systématiquement 91 % du total, avec des pics atteignant 100%, notamment durant les semaines S7, S8, S10 et S11. La quantité maximale de déchets plastiques a été observée pendant les semaines S2 et S4 (29 articles). Les autres types de déchets, les textiles, papier/carton, bois traité ou encore verre/céramique apparaissent de manière occasionnelle et marginale, avec des proportions généralement inférieures à 15 %.

Tableau 25 : Les macro-déchets enregistrés par catégorie dans la station SZ3

Semaines (S)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	Total
Matériaux en polymères artificiels	21	29	24	29	18	18	31	25	18	26	24	263
Caoutchouc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tissu/Textile	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Papier et carton	4	4	4	6	0	1	0	0	1	0	0	20
Bois traité	0	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	5
Métal	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Verre/Céramique	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Autres articles médicaux	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Produits chimiques	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déchets alimentaire	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

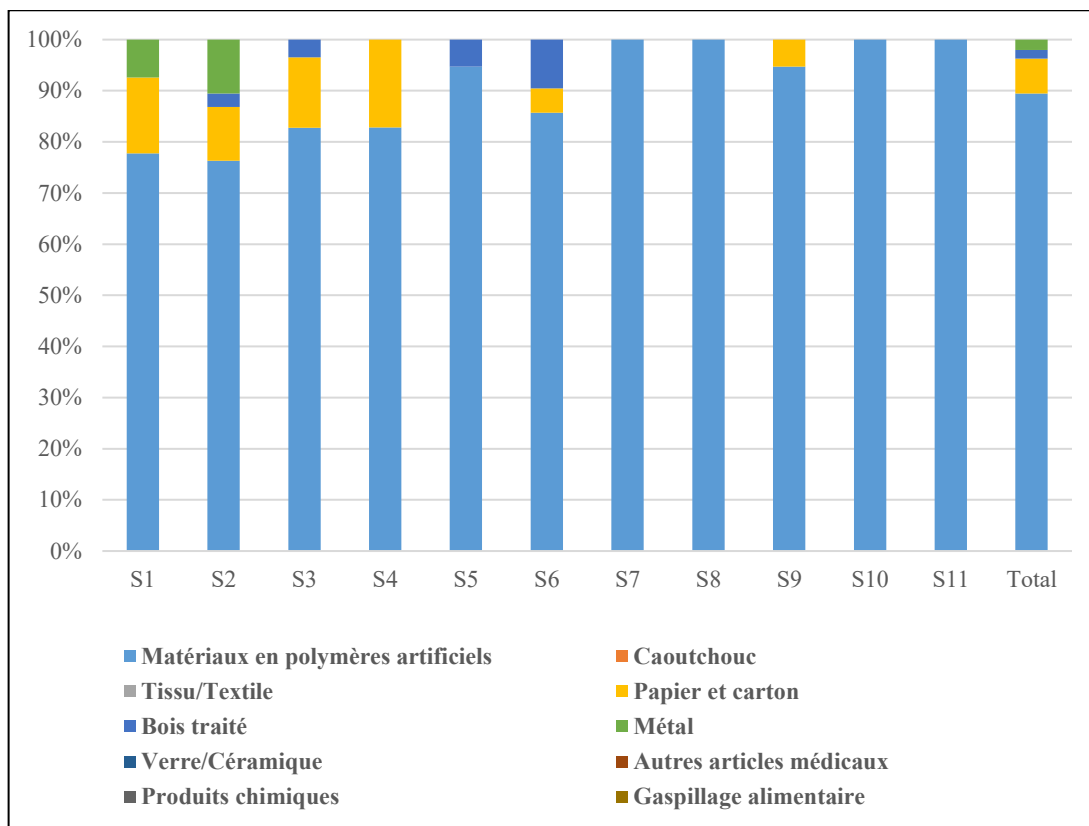


Figure 34 : Pourcentage (%) des macro-déchets dans la station SZ3 par type de catégorie durant onze semaines

Les 10 principaux articles identifiés représentent 90% des éléments recensés sur la station étudiée (**tableau 26**). Les bouteilles de boisson de plus de 0,5 litre (G8) constituent la catégorie la plus prépondérante avec une proportion de 44,89 % (132 articles), suivies par les bouteilles de boisson de 0,5 litre ou moins (G7) qui représentent 30,61 % (90 articles), ce qui confirme la dominance des emballages plastiques à usage unique. Les sacs à provisions en plastique (G3) occupent la troisième position avec une fréquence relative de 8,16 % (24 articles). Le papier et carton (G146) et les emballages alimentaires (G153) partagent la quatrième position avec une proportion identique de 3,06 % (9 articles). Parmi les autres articles notables, on compte les canettes (G175) avec 2,04 % (6 articles), les fragments de bois < 50 cm (G171) avec 1,70 % (5 articles), les bouteilles de nettoyants/produits chimiques (G9) avec 1,36 % (4 articles), les résidus de sacs en plastique (G5) avec 1,02 % (3 articles) et les petites bouteilles non classées (G6) avec 1,02 % (3 articles).

Tableau 26 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SZ3 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets dans toutes les onze semaines⁹

Code	Nom de l'article	Nombres d'article	%
G8	Bouteilles de boisson > 0.5l	132	44,89
G7	Bouteilles de boisson ≤ 0.5	90	30,61
G3	Sacs à provisions, incl. Pièces	24	8,16
G146	Papier et carton	9	3,06
G153	Coupes, plateaux de nourriture, emballages de nourriture, récipients de boisson	9	3,06
G175	Canettes (boisson)	6	2,04
G171	Autre bois <50 cm	5	1,70
G9	Nettoyant / nettoyant bouteilles et récipients	4	1,36
G5	Rouleau collectif de sac en plastique ; ce qui reste de sacs en plastique rip-off	3	1,02
G6	Bouteilles	3	1,02

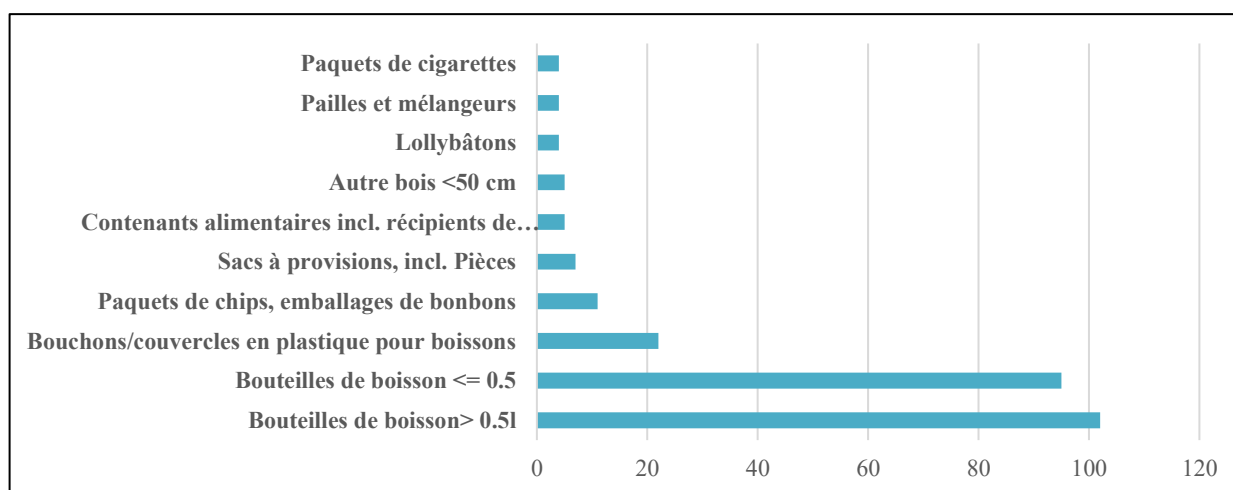


Figure 35 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SZ3 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets

Station 4 (SS1) :

Le **tableau 27** et la **figure 36** reflètent une distribution hebdomadaire des macro-déchets à la station SS1 sur une période de 11 semaines, où les matériaux polymériques synthétiques dominent avec de proportion dépassant 63 % et. Les tissus/textiles apparaissent comme la deuxième catégorie la plus importante, avec des fluctuations notables entre les semaines avec pourcentage dépassant 23%. En revanche, le papier et le carton sont présents en quantités modérées, tandis que les autres catégories (le bois traité, le métal et le verre/céramique) restent limitées à des proportions inférieures à 5 %. Aucun déchet n'a été enregistré dans les catégories caoutchouc, produits chimiques, déchets alimentaires et articles médicaux au cours de la période d'étude.

Tableau 27 : Les macro-déchets enregistrés par catégorie dans la station SS1

Semaines (S)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	Total
Matériaux en polymères artificiels	60	34	68	118	98	104	72	54	34	30	63	735
Caoutchouc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tissu/Textile	28	34	32	26	32	20	18	20	26	12	26	274
Papier et carton	12	10	11	16	8	14	14	8	6	2	12	113
Bois traité	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
Métal	0	0	0	0	4	2	2	0	2	4	10	24
Verre/Céramique	2	3	4	4	2	0	0	0	0	0	0	15
Autres articles médicaux	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Produits chimiques	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déchets alimentaire	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

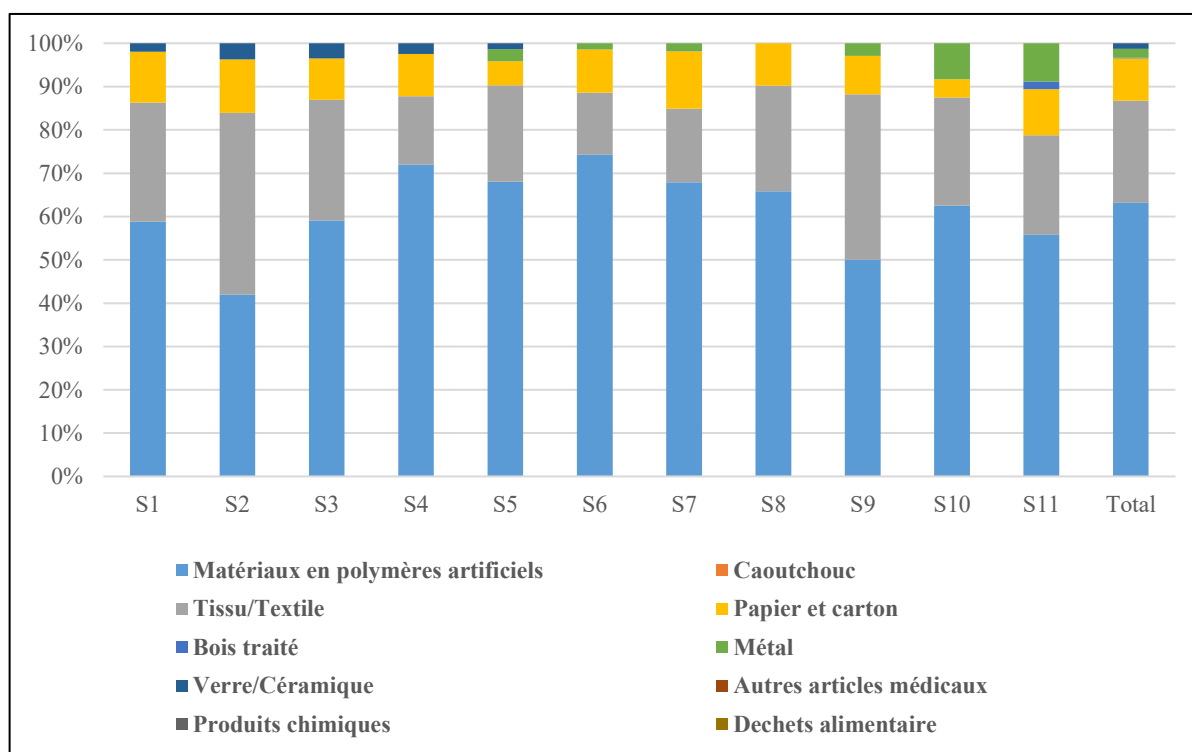


Figure 36 : Pourcentage (%) des macro-déchets dans la station SS1 par type de catégorie durant onze semaines

Les 10 principaux éléments du **tableau 28** représentent environ 80% voire des déchets, avec une prédominance des sacs à provisions (G21) qui occupent la première place avec 23,73 % (276 articles). Les vêtements et chiffons (G137) suivent avec une proportion importante de 19,08 % (222 articles). Les bouteilles de boisson de plus de 0,5 L (G8) et les sacs de semoule occupent respectivement la troisième et quatrième position avec 7,30 % (85 articles) et 6,62 % (77 articles). Les bouteilles de

boisson <= 0.5 (G7) et les bouteilles (G6) représentent respectivement 5,76 % (67 articles) et 5,07 % (59 articles). Les petits sacs en plastique (G4), les vêtements, les contenants alimentaires (G10) et les rouleaux collectifs de sacs en plastique (G5) complètent la liste avec des proportions respectives de 3,95 % (46 articles), 3,43 % (40 articles), 3,00 % (35 articles) et 2,40 % (28 articles).

Tableau 28 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SS1 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets dans toutes les onze semaines

Code	Nom de l'article	Nombres d'article	%
G21	Sacs à provisions, incl. Pièces	276	23,73
G137	Vêtements, chiffons (vêtements, chapeaux, serviettes)	222	19,08
G8	Bouteilles de boisson > 0.5l	85	7,30
	Sac de semoule	77	6,62
G7	Bouteilles de boisson <= 0.5	67	5,76
G6	Bouteilles	59	5,07
G4	Petits sacs en plastique, p. sacs de congélation, y compris des morceaux	46	3,95
G137	Vêtements (habits, chaussures)	40	3,43
G10	Contenants alimentaires incl. récipients de restauration rapide	35	3,00
G5	Rouleau collectif de sac en plastique ; ce qui reste de sacs en plastique rip-off	28	2,40

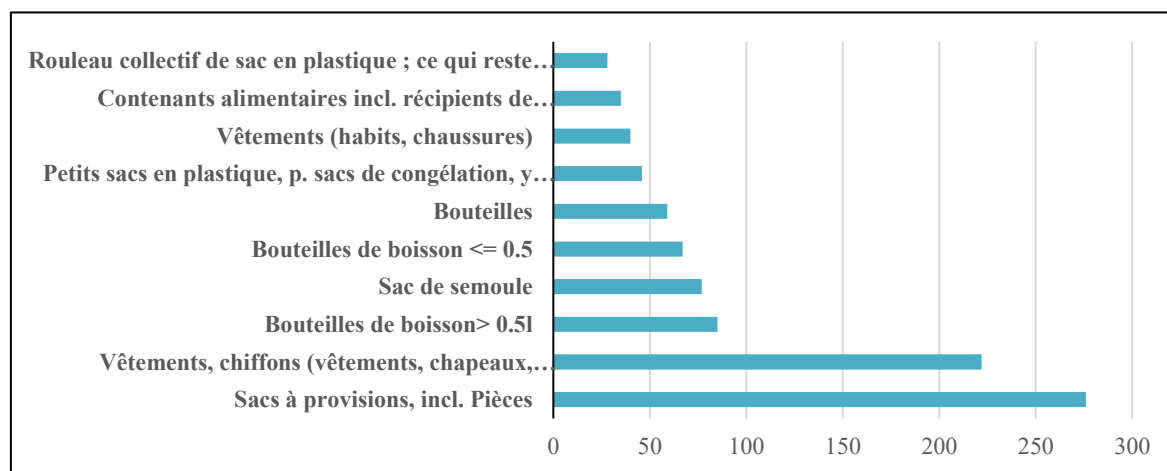


Figure 37 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SS1 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets

Station 5 (SS2) :

Le **Tableau 29** et la **Figure 38** présentent la distribution des déchets identifiés sur les berges de la station SS2 sur une période de 11 semaines. L'analyse des données recueillies met en évidence une prédominance importante des matériaux polymères. Ces derniers représentent un cumul de 330 articles, constituant approximativement 70 % de l'ensemble des déchets observés sur les 11 semaines

d'étude. Il est à noter que cette proportion a pu atteindre près de 100 % au cours de certaines périodes, notamment durant la semaine S8.

Parmi les catégories secondaires, le papier et le carton (69 articles) ainsi que les textiles (64 articles) constituent les fractions les plus représentées, bien que leur présence se soit montrée plus fluctuante d'une semaine à l'autre. La présence du papier et du carton a été particulièrement marquée durant les semaines S2 et S9, tandis que les déchets textiles ont été plus abondants lors de la semaine S6.

Les autres typologies de déchets, incluant le verre/céramique, le métal, le bois traité, les articles médicaux, les produits chimiques et les déchets alimentaire, sont très marginalement représentées. Leurs totaux respectifs varient entre 0 et 6 articles, demeurant ainsi inférieurs à 5 % de l'ensemble des déchets recensés, et certaines de ces catégories étaient même totalement absentes sur plusieurs semaines d'observation.

Tableau 29 : Les macro-déchets enregistrés par catégorie dans la station SS2

Semaines (S)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	Total
Matériaux en polymères artificiels	80	37	44	36	30	16	22	18	14	9	24	330
Caoutchouc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tissu/Textile	10	4	9	14	4	14	5	0	2	2	0	64
Papier et carton	0	26	7	8	0	0	5	0	12	3	8	69
Bois traité	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Métal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Verre/Céramique	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Autres articles médicaux	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	4
Produits chimiques	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déchets alimentaire	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

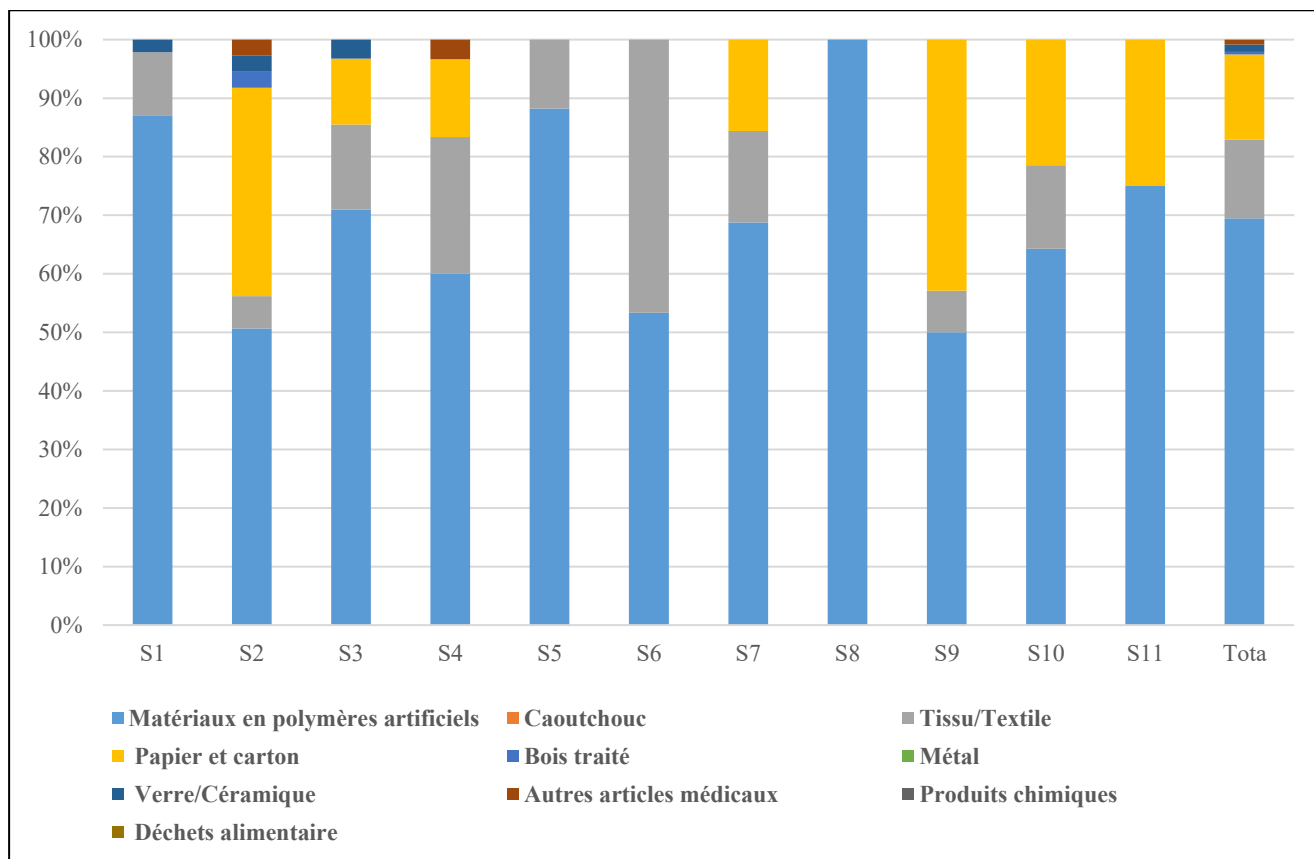


Figure 38 : Pourcentage (%) des macro-déchets dans la station SS2 par type de catégorie durant onze semaines

Les dix principaux types d'éléments représentaient environ 84,08 % de l'ensemble des objets enregistrés à la station SS2 (**Tableau 30**). Parmi les articles identifiés, les sacs à provisions en plastique (G21) constituaient la catégorie la plus abondante, avec 26,94 % des observations (soit 128 articles). Ils étaient suivis par les petits sacs en plastique, tels que les sacs de congélation (G4), qui représentaient 20,21 % (soit 96 articles), puis par les vêtements et textiles (G137), qui totalisaient 11,36 % (soit 54 articles). Le papier (G146) comptait pour 5,68 % (soit 27 articles), tandis que les bouteilles de boisson de capacité inférieure ou égale à 0,5 L (G7) contribuaient à hauteur de 5,05 % (soit 24 articles). Les rouleaux de sacs en plastique (G5) et les bouteilles de capacité supérieure à 0,5 L (G8) présentaient chacun une proportion de 3,78 % (soit 18 articles). Enfin, les sacs filets pour légumes (G138) et le papier/carton (G146) représentaient chacun 2,73 % (soit 13 articles), et les gobelets, barquettes alimentaires et récipients de boisson (G153) 2,52 % (soit 12 articles).

Tableau 30 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SS2 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets dans toutes les onze semaines

Code	Nom de l'article	Nombres d'article	%
G21	Sacs à provisions, incl. Pièces	128	26,94
G4	Petits sacs en plastique, p. sacs de congélation, y compris des morceaux	96	20,21
G137	Vêtements, chiffons (vêtements, chapeaux, serviettes)	54	11,36
G146	Papier	27	5,68
G7	Bouteilles de boisson <= 0.5	24	5,05
G5	Rouleau collectif de sac en plastique ; ce qui reste de sacs en plastique rip-off	18	3,78
G8	Bouteilles de boisson > 0.5l	18	3,78
	Sacs en filet pour légumes	13	2,73
G146	Papier/Carton.	13	2,73
G153	Coupes, plateaux de nourriture, emballages de nourriture, récipients de boisson	12	2,52

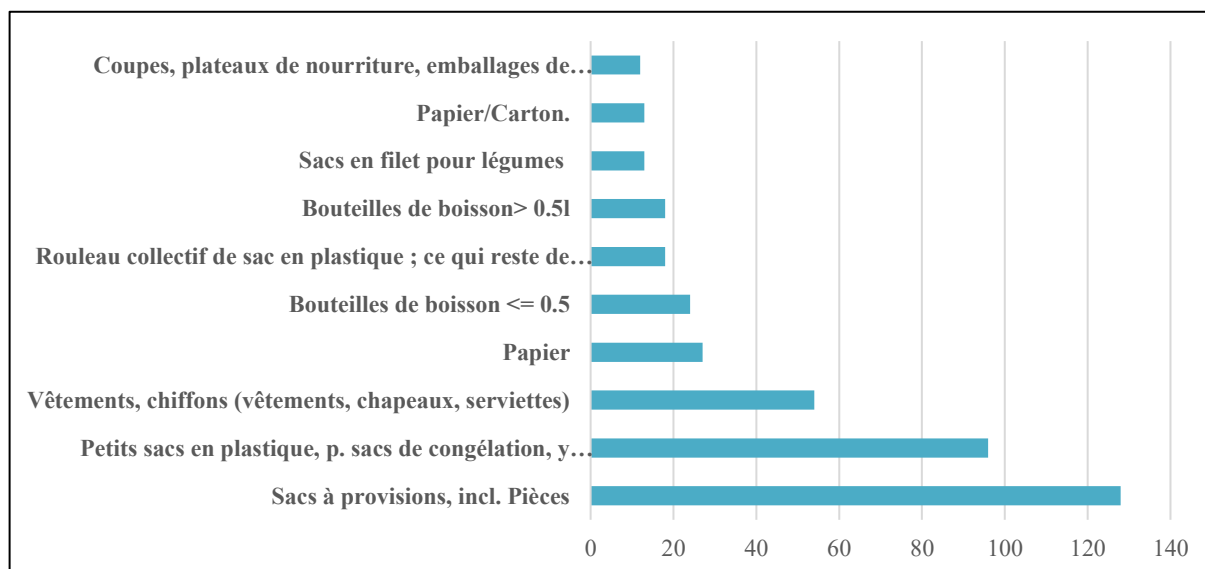


Figure 39 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SS2 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets

Station 6 (SS3) :

Le **Tableau 31** et la **Figure 40** illustrent la répartition des déchets observés sur les berges de la station SS3 sur une période de 11 semaines. Il est constaté une prédominance marquée des matériaux polymères, avec un total de 50 articles recensés, ce qui représente approximativement 80% de l'ensemble des déchets identifiés. Leur pic d'occurrence a été enregistré au cours de la Semaine S3, avec 43 articles.

Il convient également de souligner qu'au cours des semaines S2 et S6, seuls des déchets plastiques ont été relevés, constituant alors 100 % des déchets présents. Cependant, ces matériaux étaient totalement absents durant la Semaine S1. Les autres catégories de déchets, telles que le papier et le carton, le verre/céramique, les métaux et le bois traité, apparaissent de manière très marginale. Il est notable qu'à partir de la semaine S7, plus aucun déchet n'a été recensé sur les berges de la station SS3.

Tableau 31 : Les macro-déchets enregistrés par catégorie dans la station SS3

Semaines (S)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	Total
Matériaux en polymères artificiels	0	2	43	4	0	1	0	0	0	0	0	50
Caoutchouc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tissu/Textile	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Papier et carton	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Bois traité	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Métal	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
Verre/Céramique	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Autres articles médicaux	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Produits chimiques	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déchets alimentaire	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

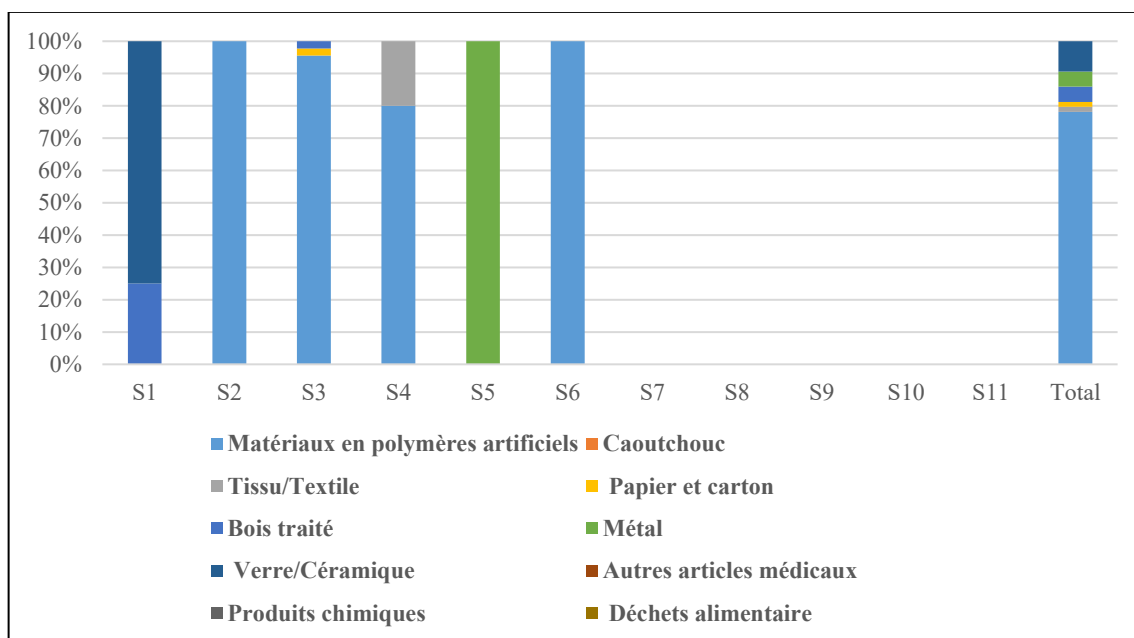


Figure 40 : Pourcentage (%) des macro-déchets dans la station SS3 par type de catégorie durant onze semaines

Les 10 principaux éléments représentés dans le **tableau 32** constituent 98.4% des articles enregistrés. Parmi les catégories de déchets identifiées, ce sont les bouteilles de boisson > 0,5 L (G8) qui affichent le pourcentage le plus élevé, soit 37,5 % (24 articles), suivies des bouteilles (G6) avec 32,81 % (21 articles). Ces deux catégories à elles seules représentent plus de 70 % des déchets, traduisant une forte présence de contenants plastiques. En troisième position se trouvent les matériaux de construction représentant 9,37 % (6 articles), les bouteilles avec pièces incluses (G5) viennent ensuite avec 4,68 % (3 articles), devant plusieurs catégories à proportion égale : rouleaux collectifs de sacs en plastique (G5), tongs (G102) et autres bois > 50 cm (G172), chacun représentant 3,12 % (2 articles), les sacs à provisions (G1), vêtements (G137) et papier (G146) ferment la liste avec chacun 1,56 % (1 article).

Tableau 32 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SS3 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets dans toutes les onze semaines

Code	Nom de l'article	Nombres d'article	%
G8	Bouteilles de boisson> 0.5l	24	37,5
G6	Bouteilles	21	32,81
204	Matériaux de construction (briques, ciment, tuyaux)	6	9,37
	Bouteilles avec pièces incluses	3	4,68
G5	Rouleau collectif de sac en plastique ; ce qui reste de sacs en plastique rip-off	2	3,12
G102	Tongs	2	3,12
G172	Autre bois> 50 cm	2	3,12
G21	Sacs à provisions, incl. Pièces	1	1,56
G137	Vêtements (habits, chaussures)	1	1,56
G146	Papier	1	1,56

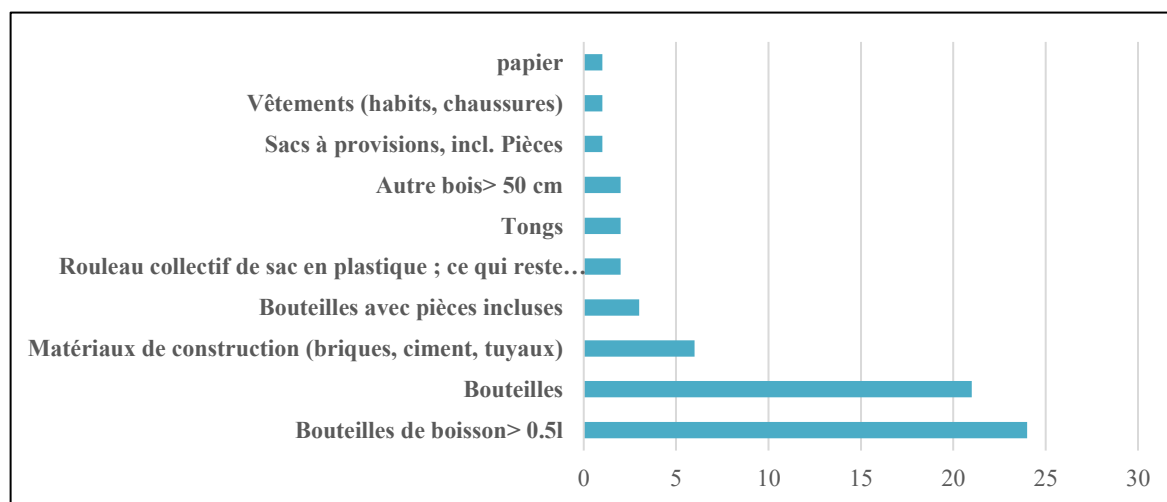


Figure 41 : Les dix premiers articles trouvés dans la station SS3 sont calculés sur une base agrégée du nombre total de macro-déchets

III.1.1.4. Relation entre les précipitations et la quantité de macro-déchets des berges :

L'analyse de **Tableau 33** et **Figure 42** révèle une relation perceptible entre les épisodes de précipitations et les quantités de macro-déchets présents sur les berges. Cependant, cette corrélation est moins directe. Par exemple, une augmentation importante des précipitations est notée à la semaine S7, atteignant environ 11 mm ; néanmoins, cette pointe de précipitations ne coïncide pas avec une augmentation immédiate et drastique des déchets sur les berges. En effet, la quantité de déchets sur les berges tend à diminuer légèrement durant cette semaine (passant de 277 articles à la semaine S6 à 226 articles à la semaine S7), puis cette diminution se poursuit jusqu'à la semaine S8.

Par contraste, une seconde phase d'augmentation des précipitations est visible entre la semaine S10 (0,6 mm) et la semaine S11 (4 mm). Cette hausse des précipitations semble être associée à une légère augmentation de la quantité de déchets sur les berges (passant 140 articles à S10 à près de 223 articles à S11).

Les périodes de faibles ou nulles précipitations (notamment de S1 à S3, de S5 à S6 et de S8 à S9) montrent des quantités de déchets sur les berges relativement stables et élevées (entre 190 et 360 articles). De plus, le pic initial de déchets sur les berges (passant de 300 articles entre S2 et S3) intervient en l'absence de précipitations.

À partir des données du (**tableau 33**), nous avons calculé le **coefficient de corrélation**, qui est égal à **-0,18**. Cette valeur, supérieure à **-0,5**, ce qui indique l'existence d'une corrélation linéaire négative faible entre la quantité de déchets des berges et les précipitations.

Tableau 33 : Quantités des macro-déchets des berges et relevés des précipitations durant onze semaines

Semaines (S)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11
Total des déchets des berges	354	301	380	352	281	277	226	172	193	140	223
Précipitations (mm)	0	0	0	2	0	0	11	0	0	0.6	4

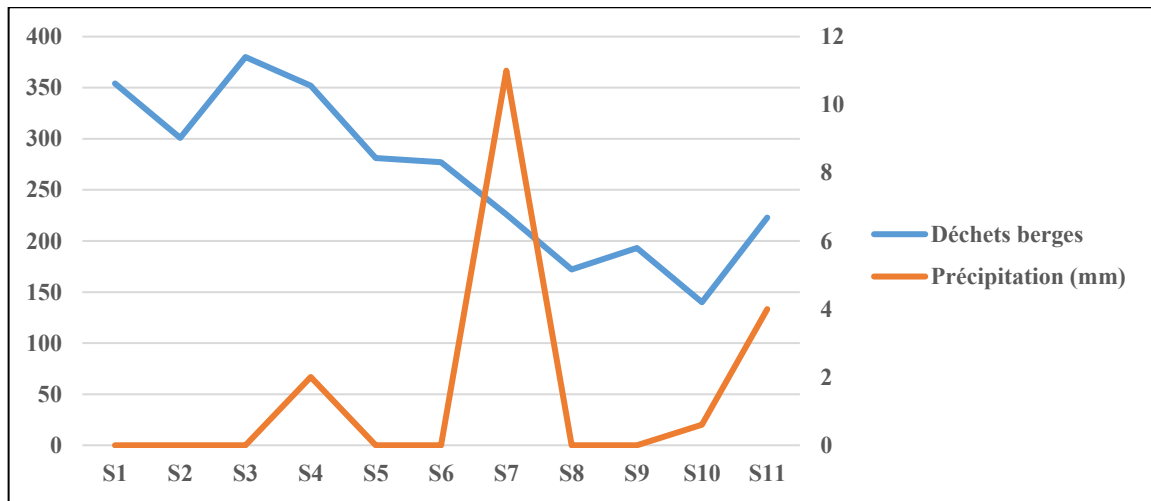


Figure 42 : Relation entre les quantités de macro-déchets des berges et les précipitations durant onze semaines

III.2. Discussion :

Notre étude, menée dans le bassin versant d'Oued El Saf-Saf (Oued El Saf-Saf et Oued Zeramna) au sein de la wilaya de Skikda, avait pour objectif de surveiller la pollution par les macro-déchets. Les observations visuelles, réalisées à partir de positions élevées (ponts) et ciblant les déchets flottants ainsi que ceux accumulés sur les berges, révèlent une hétérogénéité importante dans la distribution des macro-déchets au sein des deux oueds étudiés.

Concernant les déchets flottants, un total de 1162 articles a été enregistré dans les deux oueds, correspondant à une moyenne d'environ 194 articles par station au cours de 66 heures d'observation cumulées. Ces chiffres se rapprochent des données relevées au niveau du fleuve Rhône en France (**Castro-Jiménez et al., 2019**). Une augmentation importante de la présence des macro-déchets flottants a été constatée du cours amont vers le cours aval (**Fisson et al., 2021**). Les quantités les plus élevées de déchets flottants ont été observées aux stations situées en aval de bassin versant (la station SZ3 sur Oued Zeramna (286 articles) et la station SS3 sur Oued El Saf-Saf (250 articles)).

Les autres stations ont également révélé des quantités importantes de déchets flottants : SZ1 (92 articles), SZ2 (223 articles), SS1 (132 articles) et SS2 (179 articles). Ces valeurs varient proportionnellement à la localisation des stations (avant, au centre, ou après la ville de Skikda).

Le nombre total de déchets flottants est légèrement supérieur dans Oued Zeramna (601 articles) comparativement à Oued El Saf-Saf (561 articles). Cette différence pourrait être attribuée au fait qu'Oued Zeramna traverse directement le centre-ville de Skikda (notamment les secteurs des Frères Saker et des Allées), où une pression anthropique importante (activités ménagères et commerciales) favorise un rejet accru de déchets.

Les résultats de notre étude mettent en évidence une hétérogénéité dans la composition des catégories de déchets, reflétant une multitude de types d'objets rejetés. Le plastique demeure la catégorie prédominante, représentant plus de 81 % des déchets recensés dans l'ensemble des six stations. Ce taux est similaire à celui observé dans des études menées en Europe et en Asie, notamment sur la rivière Saïgon au sud du Vietnam, la Seine en France et la rivière Klang en Malaisie, etc., où la proportion de transport de débris plastiques dans ces cours d'eau a été estimée entre 50 % et 90 % (**van Calcar & van Emmerik, 2019**). La majorité de ces articles en plastique sont à usage unique et de consommation courante (des sacs à provisions, y compris les pièces, des bouteilles de boisson $\leq 0,5$ L, $> 0,5$ L), des paquets de chips, des emballages de bonbons, des emballages plastiques et des

couvercles de boisson. Leur présence massive suggère un rejet direct ou indirect par les gens ou par les points de rejet d'eaux usées (**van Calcar & van Emmerik, 2019**).

Les déchets en papier/carton et les déchets métalliques sont également bien représentés par des articles à usage unique et fréquents (les emballages tétrapack, les gobelets, les barquettes alimentaires, d'autres emballages de nourriture et les canettes de boisson) ce qui justifie leur quantité remarquable.

Les déchets en verre/céramique sont généralement constitués de matériaux de construction (briques, ciment, tuyaux). Leur présence était particulièrement fréquente à la station SZ2, mais leurs quantités ont diminué suite aux opérations de nettoyage initiées après la semaine S3 d'observation.

Le bois traité, principalement sous forme de bois (> 50 cm, < 50 cm) et de planches, est plus abondant à la station SS3, ce qui peut être lié aux travaux de construction d'un nouveau pont dans cette zone.

Les autres catégories (le caoutchouc, les tissus/textiles et les déchets médicaux) ne représentent que de faibles proportions (ne dépassant pas 1%) de l'ensemble des déchets enregistrés sur tous les stations durant la période d'étude, ainsi que les produits chimiques et les déchets alimentaires sont totalement absents durant la période d'étude. Il a été occasionnellement constaté la présence de matière organique, telle que des animaux morts flottants (poissons, agneaux), principalement dans la station SS3.

Ces résultats sont très similaires à ceux obtenus sur le littoral de la wilaya de Skikda (**AND, 2020 ; Beddai et al., 2022**), suggérant qu'une quantité importante de déchets marins provient des oueds se jetant dans la mer.

Sur les berges d'Oued El Saf-Saf et Oued Zeramna, notre étude a recensé un total de 2878 articles de macro-déchets sur les berges, avec une moyenne d'environ 480 articles par station au cours de 66 heures d'observation cumulées. Ce chiffre est inférieur à celui observé dans Oued de Martil au Maroc, où 4715 unités ont été recensées. Cette différence pourrait être attribuée à des facteurs tels que les caractéristiques topographiques des oueds, la durée de l'étude et les méthodes employées pour la collecte des données (**Obtel et al., 2024**).

Les quantités les plus élevées de déchets sur les berges ont été relevées à la station SZ2 sur Oued Zeramna (690 articles) et à la station SS1 sur Oued El Saf-Saf (1163 articles). Cette accumulation importante s'explique par la localisation de ces deux stations dans des zones urbaines à forte densité de population, induisant une pression anthropique élevée due aux activités domestiques et commerciales.

D'autres stations ont également révélé des quantités notables de déchets sur les berges : SZ1 (192 articles), SZ3 (294 articles), SS2 (475 articles) et SS3 (64 articles). Ces valeurs varient proportionnellement à la position de la station (en amont, au centre ou en aval de la ville) ainsi qu'à la nature des berges (notamment la présence ou l'absence de végétation dense). La station SS3 a enregistré la quantité la plus faible de déchets sur les berges en raison de la présence d'une seule berge exploitable. Par ailleurs, cette berge a été intégralement couverte par des activités de construction d'un nouveau pont à partir de la semaine S7 de surveillance, entraînant une absence totale de déchets sur les berges à cette station dès cette période.

Concernant la composition des macro-déchets sur les berges, nos résultats révèlent une hétérogénéité des catégories similaire à celle observée pour les déchets flottants, avec une nette prédominance des matériaux plastiques. Ces derniers représentent plus de 75 % des déchets recensés dans toutes les stations. La majorité de ces articles en plastique sont à usage unique et de consommation fréquente, incluant notamment les sacs à provisions (ainsi que leurs pièces associées), les bouteilles de boisson, les paquets de chips, les emballages de bonbons et d'autres emballages plastiques (films, bâches). Ces résultats sont comparables à ceux trouvés par l'AND sur le littoral de Skikda, qui a également mis en évidence une prédominance du plastique avec un pourcentage de 78 % (AND, 2020).

Les déchets textiles, constitués de vêtements et de chiffons, s'élèvent à 344 articles, représentant 12 % du total des macro-déchets enregistrés. Leur quantité importante est attribuée à leur abandon direct par les habitants sur les berges. La nature fibreuse des textiles, qui tend à s'entremêler à la végétation riveraine, rend leur déplacement difficile sous l'effet du vent ou des crues, favorisant ainsi leur accumulation et leur multiplication sur les berges.

Le papier et le carton représentent 10 % du total des déchets, avec une quantité estimée à 278 articles. Ils se composent principalement de gobelets, de barquettes et d'emballages alimentaires, de récipients de boissons, ainsi que de feuilles de papier et de carton. Ces éléments témoignent de l'utilisation quotidienne de ces matériaux par la population.

Les catégories du métal, du verre/céramique, du bois traité, du caoutchouc et des articles médicaux ne représentent que de faibles proportions, ne dépassant pas 1 % de l'ensemble des déchets recensés. Il est à noter qu'aucun produit chimique ni déchet alimentaire n'a été enregistré durant la période d'étude.

L'analyse de la quantité de déchets flottants et sur les berges en fonction des précipitations observées durant les 11 semaines d'étude met en évidence une relation notable entre les épisodes pluvieux et l'augmentation des quantités de macro-déchets flottants. Cette corrélation est appuyée par un

coefficient de corrélation de 0,63, ce qui indique l'existence d'une corrélation linéaire positive forte entre la quantité de déchets flottants et les précipitations. Ces résultats sont très similaires aux données relevées dans le Rhône, France (**Castro-Jiménez et al., 2019**) et le Tibre en Italie (**Cesarini et al., 2023**).

Cette relation peut s'expliquer par le lessivage et le transport des macro-déchets depuis le bassin versant vers les cours d'eau via les réseaux de drainage. Les précipitations, en augmentant le débit des oueds, accroissent également leur capacité à remettre en mouvement et à entraîner les macro-déchets accumulés sur les berges. (**Meijer et al., 2021**). Cette dynamique explique en partie la faible corrélation négative (-0,18) observée entre la quantité des déchets sur les berges et les précipitations. Ce faible coefficient suggère que d'autres facteurs, comme les activités humaines et le vent, jouent un rôle prépondérant dans l'accumulation des déchets sur les berges (**Nguyen & Bui, 2023**).

Conclusion

Conclusion :

Cette étude a permis le suivi de la distribution spatiotemporelle et la composition des macro-déchets dans le bassin versant d'Oued El Saf-Saf (Oued El Saf-Saf et Oued Zeramna), sur une période de 11 semaines. Les observations visuelles, focalisées sur les déchets flottants et ceux accumulés sur les berges, ont révélé une pollution importante et une hétérogénéité dans la répartition de ces déchets.

Nos résultats indiquent une présence importante de macro-déchets, avec un total de 1162 articles flottants et 2878 articles sur les berges. Les activités anthropiques locales dans les zones urbaines denses, se sont avérées être un facteur prépondérant. Elles expliquent l'accumulation importante des macro-déchets dans la zone d'étude notamment les stations SZ3 et SS3 pour les déchets flottants, et SZ2 et SS1 pour les berges. La légère prédominance des déchets dans Oued Zeramna est d'ailleurs directement liée à son tracé urbain.

La nature des matériaux, notamment la prédominance des plastiques avec une proportion de 81% pour les déchets flottants et 75 % pour les déchets des berges, est un autre facteur déterminant. La faible biodégradabilité des articles en plastique à usage unique conduit à leur persistance et à leur accumulation massive. La similarité de cette composition avec celle du littoral de Skikda met en évidence le rôle crucial des oueds comme vecteurs de cette pollution plastique vers les milieux marins et côtiers.

Les précipitations ont une influence notable. La corrélation linéaire positive forte ($r = 0,63$) avec les déchets flottants, confirmant leur rôle dans le lessivage et le transport des déchets du bassin versant vers les cours d'eau. En revanche, d'autres facteurs persistants tels que le rejet direct des déchets, le vent et la topographie des berges semblent influencer davantage la dynamique des déchets accumulés sur les berges.

Au final, cette étude confirme que la pollution par les macro-déchets est omniprésente dans le bassin versant d'Oued El Saf-Saf, avec le plastique comme contaminant principal. Les résultats soulignent l'urgence de mettre en œuvre des stratégies de gestion des déchets plus efficaces, notamment la sensibilisation des populations riveraines, l'amélioration des infrastructures de collecte et de traitement des déchets dans les zones urbaines, et des actions de nettoyage ciblées. Une meilleure compréhension des mécanismes de transport et d'accumulation est essentielle pour réduire l'apport de ces déchets vers les écosystèmes fluviaux et marins, et ainsi préserver la santé de ces milieux.

Références Bibliographiques

Références bibliographiques :

Agence nationale des déchets, exercice 2020. Rapport sur l'état de la gestion des déchets en Algérie. 152p.

Ameur A, Hamache A (2020) Quantification et distribution de macro-déchets sur le littoral d'Est d'Alger et de Boumerdes. Thèse de master, Université M'hamed Bougara, Boumerdes, Algérie.

ANPE, 1994. Agence Nationale pour la Protection de l'Environnement. Monographie de la Wilaya de Skikda. MATE. 220p.

Barnes, D. K. A (2002) Biodiversity: Invasions by marine life on plastic debris. *Nature*, 416, 808–809.

Beddai M, Chebel K, Fazaz B, Ramdane M (2022) Pollution du littoral par les déchets marins Dans la wilaya de Skikda. Thèse de master, Université Août 1955, Skikda, Algérie.

Boumansoura H, Hamam H (2018) Contribution au suivi des Macro-déchets au niveau du port de Bejaia. Mémoire de master, Université Abderrahmane MIR-Bejaia, 45p.

Boussaha A (2018) Macro-déchets dans le littoral d'Annaba : bilan, impact et gestion intégrée. Thèse master, Université Badji Mokhtar, Annaba, Algérie.

Brachet C, Trommsdorff C, Comte S, Reynaud J, Mettoux-Petchimoutou A-P (2024) Manuel sur le transfert des déchets et des plastiques dans les milieux aquatiques. Résrau International des Organismes de Bassin (RIOB), Paris, France.

Castro-Jiménez J, González-Fernández D, Fornier M, Schmidt N, Sempéré R (2019) Macro-litter in surface waters from the Rhone River: Plastic pollution and loading to the NW Mediterranean Sea. Aix-Marseille Univ., Toulon Univ., CNRS, IRD, Mediterranean Institute of Oceanography (M I O), UM 110, Marseille, France, Department of Biology, University of Cádiz, Faculty of Marine and Environmental Sciences, Puerto Real, Spain.

Cesarini G, Secco S, Gallitelli L, Scalici M (2023) From city to sea: spatiotemporal dynamics of floating macrolitter in the Tiber River. Department of Sciences, University of Roma Tre, viale G. Marconi, Rome, Italy, ISPRA, Dipartimento BIO, Via Branconi 48, Rome, Italy.

Chamas A, Moon H, Zheng J, Qiu Y, Tabassum T, Hee Jang J, Abu-Omar M, L. Scott S, Suh S (2020) Degradation Rates of Plastics in the Environment. *ACS Sustainable Chem. Eng.* 8, 3494–3511.

Références Bibliographique

Direction de l'environnement de la wilaya de Skikda (2025) APERÇU GENERAL SUR LA WILAYA DE SKIKDA.

Direction de l'hydraulique de la wilaya de Skikda (2024) ANNEXE N° 06 : ETAT DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT EXISTANT.

Fenchouch A-E (2020) FABRIQUES URBAINES Volume 01, Numéro 02, p (15-21).

Fisson C, Cachot J, Gasperi J, Halm-Lemeille M.P, Tassin B, Tramoy R (2021) La pollution plastique en estuaire de Seine : imprégnation environnementale, dynamique et impact sur le vivant. Fascicule Seine-Aval 3.7, 52 p.

Fleet D, Vlachogianni Th, Hanke G (2021) A Joint List of Litter Categories for Marine Macrolitter Monitoring. EUR 30348 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2021, ISBN 978-92-76-21445-8, doi :10.2760/127473, JRC121708.

GIP Seine-Aval (2015) Les macro-déchets : Fiche thématique du système d'observation de l'état de santé de l'estuaire de la Seine et de son évolution.

Henry M (2010) Pollution du milieu marin par les déchets solides : Etat des connaissances Perspectives d'implication de l'Ifremer en réponse au défi de la Directive Cadre Stratégie Marine et du Grenelle de la Mer 65p.

I.N.I.T.E.C. Groupement, 1992. Protection de l'environnement, étude de l'impact sur l'environnement relative au complexe Polymed .30 p.

Kühn S, Bravo Rebolledo E, Van Franeker J. (2015). Deleterious Effects of Litter on Marine Life. 10.1007/978-3-319-16510-3_4.

Lebreton LCM, van der Zwet J, Damsteeg J-W, Slat B, Andrady A, Reisser J (2017) River plastic emissions to the world's oceans. Nat Commun 8(1):15611. <https://doi.org/10.1038/ncomms15611>.

Meijer L.J.J, van Emmerik T, van der Ent R, Schmidt C, Lebreton L (2021) More than 1000 rivers account for 80% of global riverine plastic emissions into the ocean. Sci. Adv. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aaz5803>.

Messaoudi K, (2007). « Le cercueil du vivant ». Un habitat algérien aux limites de l'insupportable. *Cahiers de géographie du Québec*, 51(143), 137–154.

Mettoux-Petchimoutou A-P (2022) Synthèse exploratoire : La gestion des déchets aquatiques dans les cours d'eau OiEau, 2022.

Références Bibliographique

Nguyen K.L.P, Bui T.K.L (2023) Riverbank macro-litters monitoring in downstream of Saigon River, Ho Chi Minh City. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2023.100306>.

Obtel M, Abid A, El Bouch M, Nachite D, El Mrini A, Meziane F, Azaaouaj S, Laqsir C, Oujidi B (2024) Assessment of riverbank macrolitter contamination in two mediterranean river catchments: Laou and Martil, Morocco. *E3S Web of Conferences* 502, 03003, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202450203003>.

Pankaj R. Sutkar, Rajesh D. Gadewar, Vinayak P. Dhulap (2023) Recent trends in degradation of microplastics in the environment: A state-of-the-art review, Department of Environmental Science, School of Earth Sciences, PunyashlokAhilyadevi Holkar Solapur University, Solapur, Maharashtra 413255, India.

Rognard F, Flinck J (2020) Macro-déchets anthropiques et assainissement - Enjeux et leviers d'action pour une réduction des flux dans les milieux récepteurs *Cerema*, 2020. Collection: Données. ISBN: 978-2-37180-478-4.

Subhashish D, G. T. N. V, P. S. S. A.B, A. V. P.M, K. N (2023) Degradation of Plastics Waste and Its Effects on Biological Ecosystems: A Scientific Analysis and Comprehensive Review. *Biomedical Materials & Devices*, 10.1007/s44174-023-00085-w.

UNEP (2024) Global Waste Management Outlook 2024: Beyond an age of waste - Turning rubbish into a resource. 978-92-807-4129-2, <https://doi.org/10.59117/20.500.11822/44939>.

Van Calcar C, van Emmerik T (2019) Abundance of plastic debris across European and Asian rivers. *Environmental Research Letters*.

Vighi M, Ruiz-Orejón, L. F, Hanke G (2022) Monitoring of Floating Marine Macro Litter – State of the art and literature overview, EUR 31073 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-76-52436-6, doi:10.2760/78914, JRC129261.

Sites web :

Ifremer (2023) Des déchets plastiques de la surface jusqu'aux fonds marins. <https://www.ifremer.fr/fr/actualites/des-dechets-plastiques-de-la-surface-jusqu-aux-fonds-marins> (16 avril 2025).

MICLAT (2019) Ministère de l'Intérieur, des Collectivités Locales et de l'Aménagement du Territoire Skikda. https://interieur.gov.dz/Monographie/article_detail.php?lien=532&wilaya=21 (17 mai 2025)

Références Bibliographique

OSPAR (2014) Particules plastiques dans l'estomac du fulmar en mer du Nord. <https://oap.ospar.org/fr/evaluations-ospar/evaluation-intermediaire-2017/pressions-de-lactivite-humaine/dechets-marins/particules-plastiques-dans-lestomac-du-fulmar-en-mer-du-nord/> (15 avril 2025).

Windfinder (2025) Statistiques de vent et météo Skikda Skikda Aéroport. https://fr.windfinder.com/windstatistics/skikda_aeroport?utm_source (15 mai 2025).