Interreg
MARITTIMO-IT FR-MARITIME
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale
UNIONE EUROPEA
IMPATTI·NO

Report T1.2.2

PLAN D'ACTION CONJOINT POUR LA GESTION INTÉGRÉE DES DÉCHETS ET DES EAUX USÉES DANS LES PORTS

La coopération au cœur de la Méditerranée

La coopération au cœur de la Méditerranée

CCI BASTIA HAUTE CORSE
CAMERA DI COMMERCIO MAREMMA E TIRRENO
Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Settentrionale
CCI VAR
PORTS of GENOA
VADO LIGURE • SAVONA • PRA' • GENOVA

Résumé

RAPPORT T1.2.2 2

PLAN D'ACTION CONJOINT POUR LA GESTION INTÉGRÉE DES DÉCHETS ET DES EFFLUENTS DANS LA ZONE TRANSFRONTALIÈRE DU PROJET IMPACT-NO 2

AVANT-PROPOS 2

CONTENU DU PLAN D'ACTION 3

1. État des lieux de la gestion des déchets dans la zone transfrontalière 5

2. Critiques du système de gestion des déchets portuaires dans la zone transfrontalière 16

2.1. Tri des déchets à bord des ferries 19

2.2. Présence limitée d'activités liées à l'économie circulaire 20

2.3. Problème des déchets solides non triés 23

2.4. Le système de traçabilité des déchets 27

2.5. Le danger des "eaux de vidange 31

2.6. Problèmes de mise en œuvre des règles : l'établissement d'exemptions 34

3. Actions à mettre en œuvre en vue de l'économie circulaire 35

3.1. Actions d'information et de sensibilisation 36

3.2. Interventions opérationnelles 38

3.3. Interventions de gestion 49

3.4. Interventions économiques 62

3.5. Suivi des interventions 63

4. Sources de financement 66

5. Conclusions 70

Annexe 1 : Protocole d'échantillonnage des microplastiques 72

Annexe 2 : Protocole pour l'échantillonnage des macroplastiques 81

Annexe 3 : Protocole pour l'évaluation de l'eau contenue dans les pétroliers/chimiquiers 100

BIBLIOGRAPHIE 109

RAPPORT T1.2. 2

PLAN D'ACTION CONJOINT POUR LA GESTION INTÉGRÉE DES DÉCHETS ET DES EFFLUENTS DANS LA ZONE TRANSFRONTALIÈRE DU PROJET IMPACT-NO

AVANT-PROPOS

La gestion des déchets portuaires dans une optique d'économie circulaire est la pierre angulaire qui a motivé les activités du projet IMPATTI-NO[1] , dans le but d'améliorer la durabilité environnementale des activités humaines menées dans la zone portuaire et en mer.

La définition d'un Plan de gestion des déchets met en évidence les actions à mettre en œuvre pour atteindre de meilleurs niveaux de performance du système de gestion, en conformité avec les indications réglementaires. Parmi les priorités de gestion, une fois atteint l'objectif de contenir la production de déchets, il faut ajouter l'objectif de maximiser la valorisation et celui de traiter/éliminer correctement.

Avec cet engagement, le "Plan d'action conjoint pour la gestion intégrée des déchets et des eaux usées dans les ports" joue un rôle d'orientation, sans connotation prescriptive et strictement contraignante, mais peut néanmoins représenter une force motrice importante pour la réalisation des objectifs fixés.

Le plan d'action intégré conjoint, préparé pour les 5 ports partenaires de Cagliari, Gênes, La Spezia, Livourne, Bastia et Toulon, est l'outil permettant de définir les modalités de collecte et de gestion des déchets et des eaux usées produits dans les ports de la zone, provenant d'activités terrestres et maritimes, en envisageant des modalités "circulaires" pour la gestion des déchets et des eaux usées à terre et la préparation de lignes directrices pour la collecte sélective des déchets à bord des navires.

[1] Programme Interreg. Italie-France Maritime 2014-2020 CUP n° F51G17000080006

CONTENU DU PLAN D'ACTION

La logique du projet IMPATTI-No n'est pleinement réalisée que lorsqu'une synergie de technologie et d'expertise est créée entre les organismes impliqués, tels que les autorités portuaires et les chambres de commerce italienne et française, ainsi que les autres partenaires et groupes cibles.

Le plan d'action conjoint pour les ports de l'espace de coopération vise à définir un modèle de gestion partagée et intégrée du cycle des déchets portuaires cohérent avec l'approche des " ports circulaires ". C'est pourquoi, même dans le processus de rédaction du Plan, la coopération entre les partenaires et tous les autres acteurs impliqués, appartenant aux 5 régions de la zone transfrontalière[2] , a été fondamentale.

Le Plan d'Action Conjoint est préparé de manière à avoir une genèse commune, grâce à la participation des partenaires italiens et français (élément fondamental pour garantir la transférabilité du Plan à tous les systèmes portuaires de la zone de coopération transfrontalière) et grâce aux compétences territoriales et de gestion des zones portuaires que possèdent les partenaires portuaires et au rôle d'animation des entreprises du secteur joué par les partenaires chambres (Chambre de Commerce de la Maremme et de la Tyrrhénienne, Chambre de Commerce du VAR et Chambre de Commerce de Bastia et de la Haute-Corse).

Le processus d'élaboration du plan reflète la philosophie de la coopération transfrontalière et se divise en plusieurs phases d'activité :

a. Définition partagée préliminaire des objectifs et des orientations des Plans d'Action Locaux, spécifiques à chacun des 5 ports tests (sur la base du cadre de connaissances défini dans l'activité T1.1 du projet[3]) ;
b. Elaboration des 5 Plans d'Action Locaux pour chacun des 5 ports tests (Cagliari, Gênes, La Spezia, Livourne, Bastia, Toulon)[4] ;
c. Définition préliminaire partagée des objectifs et des orientations du plan d'action conjoint, pour les ports de la zone de coopération (sur la base des questions critiques et des actions proposées dans les plans d'action locaux) ;
d. Rédaction du plan d'action conjoint[5] .

---

[2] Sardaigne, Ligurie, Toscane, Corse et région Paca.

[3] État des lieux de la gestion des déchets et des effluents.

[4] Produit T1.2.1 du projet IMPACTS-NO

[5] Produit T1.2.2 du projet IMPACTS-NO

Le plan est structuré en cinq chapitres :

1. State of the Art in Waste Management in the Transboundary Area, qui donne un aperçu réglementaire de la gestion des déchets portuaires dans la zone ;
2. Criticité du système de gestion des déchets portuaires dans la zone transfrontalière ;
3. Actions à mettre en œuvre dans la perspective de l'économie circulaire, proposées pour résoudre certains des problèmes critiques exposés dans le chapitre précédent ;
4. Les sources de financement qui peuvent permettre la mise en œuvre des actions proposées ;
5. Des conclusions qui réaffirment la nécessité de mettre en œuvre le plan.

1. État des lieux de la gestion des déchets dans la zone transfrontalière

Le 7 juin 2019 a été publiée la directive n° 2019/883/UE du 17 avril 2019 qui actualise les règles applicables aux installations portuaires de gestion des déchets en les alignant plus efficacement sur les conventions internationales Marpol. Une intervention législative sérieuse était nécessaire pour combiner les demandes venant de plusieurs fronts, en fait ces nouvelles dispositions remplacent la directive historique 2000/59/CE, dictant de nouvelles règles pour les installations de réception portuaires pour les déchets des navires en plus d'aligner les règles européennes sur les changements apportés au fil des ans aux conventions Marpol 73/78.

En particulier, avec la nouvelle directive, les navires sont tenus de déposer leurs déchets dans les ports d'escale de l'UE avant leur départ, sauf exception et/ou dérogation. Les nouvelles règles imposent également aux navires de payer une redevance indirecte destinée à couvrir les coûts du système qui leur donne le droit de déposer leurs déchets dans un port, qu'ils le fassent ou non. Cette redevance s'applique également aux navires de pêche et aux bateaux de plaisance, dans le but de contribuer à éviter que les filets de pêche jetés et les déchets accidentellement pris dans ces filets ne finissent directement en mer. Dans certains cas, lorsqu'un navire dépose une quantité excessive de déchets, une redevance directe supplémentaire peut être perçue afin de garantir que les coûts liés à la réception de ces déchets ne constituent pas une charge disproportionnée pour le système de recouvrement des coûts du port. Les redevances peuvent être différenciées sur la base, par exemple, de la catégorie, du type et de la taille du navire et du type de trafic auquel il se livre. Une redevance réduite peut être appliquée aux "navires verts", c'est-à-dire aux navires qui peuvent démontrer qu'ils produisent moins de déchets et qu'ils ont une gestion durable des déchets à bord. La durabilité facilite, aide, contribue et préserve, et constitue un point clé et dominant dans l'organisation globale de la gestion.

La directive doit être transposée par les États membres avant le 28/06/2021.

En ce qui concerne la gouvernance du port de Gênes, par exemple, même avant l'introduction du décret législatif du 24/06/2003, no. 182 du 24/06/2003, sur la réglementation du service de gestion des déchets des navires, il a été décidé de maintenir le service de gestion des déchets des navires antérieur au décret dans sa zone portuaire, car ce système de service était exécuté de manière très efficace et garantissait

à tous les utilisateurs du port la pluralité des services qui étaient exécutés par des entreprises privées qualifiées en possession des licences nécessaires, en maintenant une situation de marché libre et de concurrence qui garantissait aux utilisateurs la possibilité d'obtenir des services à un moindre coût. L'autorité a donc choisi de ne pas confier ces services de gestion des déchets exclusivement par le biais d'appels d'offres publics, mais a souhaité maintenir les systèmes de gestion précédents en état de marche.

À cet égard, aujourd'hui encore, ce système est valablement reconnu et fonctionnel par rapport à l'alternative consistant à lancer un appel d'offres public pour confier un seul sujet. Tous les sujets publics ou privés qui souhaitent être définis comme "installations de collecte et de gestion portuaires", doivent obtenir au préalable une concession de l'État de la part de l'A.d.S.P (Autorité du système portuaire), limitée aux ports maritimes où elle a été établie, en plaçant cette structure dans la zone portuaire identifiée par le Plan régulateur portuaire (art. 5 de la loi 84/94).

L'article 16 de la loi 84/94 réglemente l'autorisation d'exercer le service de collecte des déchets dans la zone portuaire et établit le chargement et le déchargement, le transbordement, le stockage et la circulation générale des marchandises et de tout autre matériel. L'Autorité du système portuaire et l'Autorité maritime délivrent les autorisations pour effectuer le service susmentionné. Les sociétés sont inscrites dans des registres spéciaux et sont soumises au paiement d'une taxe annuelle et à la constitution d'une garantie (article 16, paragraphe 3, de la loi 84/94).

L'autorisation est accordée pour l'exploitation des services portuaires, sous réserve de la vérification que le demandeur satisfait aux exigences de l'art. 16 comm. 4 de la loi 84/94. En outre, les sujets qui ont l'intention d'opérer dans le port doivent demander une autorisation d'installation conformément à la loi de consolidation environnementale (décret législatif 152/2006 et modifications et ajouts ultérieurs), et si l'activité autorisée entre dans le champ d'application de la directive IPPC (96/61/CE) et du décret législatif n° 372 de 1999, les exploitants d'installations doivent également demander à l'autorité compétente d'obtenir l'autorisation environnementale intégrée (A.I.A.).

La fonction de police et de sécurité au sein du compendium maritime relève de l'autorité maritime-capitaine de port (art. 14, loi 84/94).

En ce qui concerne les principales procédures relatives au service de collecte des déchets, il existe de nombreuses mesures différentes qui peuvent être prises :

- tournée maritime quotidienne : cette activité est réalisée avec des bateaux et des moyens nautiques qui visitent tous les navires en escale dans toute l'extension du port,

en leur fournissant un service de collecte des déchets, principalement des déchets alimentaires et de cuisine qui doivent être collectés quotidiennement, conformément aux ordonnances établies par l'Autorité maritime ; en outre, d'autres types de déchets spéciaux peuvent également être collectés, à condition qu'ils soient présents en quantités limitées (il est très important que les déchets ne soient jamais excessifs, cela signifierait un dysfonctionnement) ;

- collecte programmée de déchets solides par voie maritime au moyen d'un camion porte-conteneurs : cette activité est réalisée à l'aide de remorqueurs qui positionnent les camions porte-conteneurs sous le pont du navire pour le déchargement des déchets assimilables indifférenciés. L'activité est réalisée sur appel programmé pour de grandes quantités ;
- collecte programmée des déchets liquides par voie maritime au moyen d'allèges-citernes : cette activité est réalisée à l'aide de remorqueurs qui positionnent les allèges-citernes sous le navire pour pomper les eaux de cale, les eaux de vidange, les eaux de lavage, les eaux grises et les eaux noires du navire vers les allèges-citernes. Les bettines des réservoirs compartimentés sont divisées pour les différents types de déchets. L'activité est réalisée sur appel programmé pour de grandes quantités ;
- Collecte programmée de déchets solides à terre au moyen d'un véhicule équipé de conteneurs roulants : cette activité est réalisée à l'aide d'un véhicule ou d'un camion articulé qui positionne les conteneurs roulants à quai sous le poste d'amarrage du navire pour décharger les déchets en vrac indifférenciés et/ou les emballages différenciés en grands sacs ou en fûts et/ou en citernes. L'activité est réalisée sur appel programmé pour de grandes quantités ;
- valorisation programmée des déchets liquides au moyen d'un camion à jet de canal équipé d'une citerne

aspiration : le service est effectué à l'aide d'une pompe à vide montée sur un véhicule pour aspirer les déchets liquides du navire et/ou du yacht dans son propre réservoir. L'activité est réalisée sur appel programmé, même pour de petites quantités.

Les entreprises concessionnaires qui fournissent des services à l'aide de navires et/ou de véhicules terrestres doivent obtenir d'autres types de certification.

En effet, ces entreprises sont autorisées par les Autorités Maritimes et Portuaires en possession des autorisations légales spécifiques dans le domaine de l'environnement prévues par la Loi de Consolidation Décret Législatif du 03 avril 2006 n° 152 et

modifications successives. en plus des autorisations et enregistrements fondamentaux nécessaires au transport des déchets.
Les entreprises concessionnaires qui assuraient le service de collecte devront livrer les déchets :
- vers des installations de stockage et de traitement, lorsqu'elles sont présentes dans la zone portuaire, pour des opérations de prétraitement (par exemple, tri, séparation, emballage, étiquetage, désinfection, etc ;
- en alternative, à des installations d'élimination autorisées, conformément aux dispositions légales prévues par le décret législatif n° 152 du 3 avril 2006, tel que modifié et complété.
Le système de reprise actuel permet aux déchets municipaux et assimilables et aux déchets spéciaux non dangereux d'être livrés soit sous forme indifférenciée, soit sous forme différenciée, la préférence étant donnée aux livraisons sous forme différenciée. La forme différenciée de la collecte des déchets sera, à terme, rendue obligatoire et appliquée aux types de déchets valorisables. Dans une optique de durabilité, de recyclage et de réutilisation, il s'agit donc de la solution la plus appropriée.

Il convient de mentionner l'analyse effectuée sur un autre port important, celui de Toulon.
La gestion des déchets produits dans le port de Toulon suit l'influence des orientations stratégiques adoptées au niveau local. Cette influence est particulièrement visible dans les choix faits pour la collecte séparée des emballages ménagers, qui sont calqués sur ceux de l'aire métropolitaine de TPM. La gestion des déchets du port s'appuie sur un réseau d'installations existantes qui garantissent les bonnes filières pour les déchets collectés.
L'organisation actuelle de la gestion des déchets dans le port fonctionne correctement.

-LA COLLECTE DES DÉCHETS DES NAVIRES.
Dans le cas de l'Italie, l'interdiction d'abandonner les déchets dans les ports est en fait déjà en vigueur depuis un certain temps. En effet, le Code de la Navigation, approuvé par le D.R. n° 327 du 30 mars 1942, prévoit déjà à l'art. 71 (interdiction de jeter des matériaux) que "dans les ports, il est interdit de jeter des matériaux de toute nature", tandis que l'art. 77 (déchets de bord) du règlement pour l'exécution du Code de la Navigation, approuvé par le D.R. n° 327 du 30 mars 1942, prévoit que "dans les ports, il

est interdit de jeter des matériaux de toute nature".Le P.R. n° 328 du 15 février 1952 prévoit qu'"il est interdit de conserver les déchets accumulés à bord des navires et des bateaux flottants, ou de les jeter dans les zones terrestres ou aquatiques du port en pleine mer à une distance inférieure à celle établie par le capitaine du port".

En raison de la complexité du sujet, de nombreux autres règlements ont été introduits au fil du temps dans le système juridique italien pour réglementer la gestion des différents types de déchets. En fait, la législation est constamment mise à jour. Parmi les règlements, certains sont des ratifications de conventions internationales, comme la loi n° 662 du 29 septembre 1980 (ratification de la Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires dite MARPOL), d'autres sont des lois d'origine communautaire par lesquelles l'Union européenne a rendu incisif le principe du "pollueur-payeur". En ce qui concerne le principe du "pollueur-payeur", il est important de rappeler que ceux qui causent des dommages à l'environnement en sont responsables et doivent prendre les mesures préventives ou correctives nécessaires et supporter tous les coûts y afférents.

Ce dernier principe est l'un des plus importants inscrits dans la directive 2000/59/CE du 27 novembre 2000, que l'Union européenne a publiée pour réglementer les activités de gestion des déchets dans les lieux où les navires accostent : les ports.

La directive 2000/59/CE sur les installations de réception portuaires pour les déchets d'exploitation des navires et les résidus de cargaison a été transposée en droit italien par le décret législatif 182 du 24 juin 2003.

L'objectif de la législation est clairement énoncé à l'article premier : "La présente directive a pour objet de réduire les rejets en mer de déchets d'exploitation des navires et de résidus de cargaison, notamment les rejets illicites des navires utilisant les ports de la Communauté européenne, en améliorant la disponibilité et l'utilisation des installations de réception portuaires pour ces déchets et résidus, et en renforçant ainsi la protection du milieu marin. Les rejets illégaux donnent lieu à des sanctions, qui vont de l'administratif au pénal. Il faut garder à l'esprit le contexte des sanctions.

- Le plan de collecte et de gestion des déchets d'exploitation des navires-

L'innovation la plus importante introduite par l'article 5 du décret législatif 182 du 24 juin 2003 concerne l'obligation pour l'autorité portuaire d'élaborer un plan de collecte et de gestion des déchets d'exploitation des navires et des résidus de cargaison. Dans les ports où l'autorité compétente est l'autorité maritime, les plans de collecte des déchets sont

approuvés par un arrêté pris par l'autorité maritime elle-même en accord avec la région.
Les plans de collecte et de gestion des déchets d'exploitation des navires et des résidus de cargaison sont élaborés après consultation des parties intéressées et sur la base des données détenues par l'Autorité portuaire et de celles fournies par l'Autorité maritime, auxquelles il faut ajouter les informations reçues des concessionnaires actuels du service de collecte et d'élimination des déchets dans le port de référence.
Après l'approbation finale du Plan par l'administration régionale, les procédures sont activées pour l'adoption formelle de la réglementation locale et l'émission de l'appel d'offres pour identifier la partie fournissant le service de collecte des déchets des navires.
Le Plan est mis à jour tous les trois ans, en fonction de la planification régionale des déchets et, en tout état de cause, lorsqu'il y a des changements opérationnels importants dans la gestion du port.
L'élaboration des plans par les autorités compétentes a pris du temps, à tel point que, le 14 juillet 2004, la Commission européenne a demandé à la République italienne de confirmer l'adoption des plans de collecte et de gestion des déchets pour tous les ports italiens et de les transmettre à la Commission européenne. avant le 15 septembre suivant, les plans pour un échantillon de 19 ports (Trieste, Gênes, Tarente, Naples, Augusta, Ravenne, Livourne, Gioia Tauro, Porto Foxi, Milazzo, Brindisi, Reggio Calabria, Olbia, Palerme, Mazara del Vallo, Chioggia, Venise, Porto Cervo Marina et Portosole Marina).
Le 18 octobre 2005, la Commission a envoyé un avis motivé invitant la République italienne à prendre les mesures nécessaires pour se conformer à cet avis dans les deux mois suivant sa réception. En réponse à l'avis motivé, la République italienne, par lettre du 6 janvier 2006, a transmis à la Commission différents tableaux, mis à jour au 30 novembre 2005, concernant la mise en œuvre de la directive, ainsi qu'un tableau récapitulatif relatif à l'échantillon de 19 ports sélectionnés. Il en ressort que, pour un nombre important de ports, les plans de réception et de traitement des déchets n'ont pas encore été adoptés. Le 29 juin 2006, l'Italie a été saisie une première fois par la Cour de justice des Communautés européennes, puis condamnée le 25 septembre 2008 dans l'affaire C-368/07. Le 14 mai 2009, la Commission a envoyé à l'Italie un avis motivé au titre de l'article 228 du traité CE (procédure d'infraction n° 2005/2015) pour ne pas avoir pleinement exécuté l'arrêt du 25 septembre 2008. Selon l'article 228 du traité CE, si un État persiste à ne pas se conformer, la procédure se poursuit par l'envoi d'un avis motivé et, si les délais fixés par la Commission pour l'adoption des mesures visant à se

conformer à l'arrêt ne sont pas respectés, la Commission peut faire usage de la possibilité de saisir la Cour de justice, en précisant dans la requête le montant de la somme forfaitaire ou de l'astreinte. Si la Cour de justice fait droit au recours de la Commission, elle prononcera un arrêt contre l'État. L'Italie, avec l'article 4bis de la loi "salvo infrazioni" n° 135 du 25 septembre 2009, a modifié le paragraphe 4 de l'article 5 du décret législatif 182/2003 afin d'intégrer les dispositions relatives à l'élaboration de plans de collecte dans les ports des déchets d'exploitation des navires et des résidus de cargaison, en attribuant aux régions un certain nombre de tâches à cet égard. Le 28 janvier 2010, la Commission européenne a décidé de lancer 20 procédures d'infraction à l'encontre de l'Italie, dont la procédure 2005/2015 pour mauvaise application de la directive 2000/59/CE sur les installations de réception portuaires pour les déchets d'exploitation des navires et les résidus de cargaison.

- Le formulaire de notification de livraison de déchets à bord-

L'objectif du décret législatif 182/2003 est de préserver et d'améliorer la qualité du milieu marin en augmentant la disponibilité et l'utilisation des installations de réception portuaires. L'article 7 du décret législatif impose au capitaine du navire de remettre les déchets d'exploitation du navire à l'installation de réception portuaire lorsqu'il quitte le port d'escale. Cette disposition implique la remise nécessaire par le navire au concessionnaire de services de tous les déchets d'exploitation du navire répondant aux définitions des lettres c) et d) du paragraphe 1 de l'article 2 du décret législatif. Les seules exceptions possibles à cette obligation sont :

(a) exemption pour les navires assurant des services réguliers avec des escales fréquentes et régulières ;

b) dérogation spécifique par autorisation spécifique de l'Autorité maritime selon la procédure et les conditions prévues à l'article 7, paragraphe 2, du décret. Par dérogation à ces dispositions, le navire peut se rendre au port d'escale suivant sans avoir déposé ses déchets, sous réserve de l'autorisation de l'autorité maritime qui s'est assurée que le même navire dispose d'une capacité de stockage suffisante pour les déchets déjà produits et accumulés et pour ceux qui seront produits jusqu'au moment de l'arrivée au port de dépôt suivant.

Les différents types de déchets produits par les navires sont indiqués dans la **notification** que le capitaine du navire est tenu de remplir et d'envoyer à l'autorité maritime selon les modalités et les délais indiqués à l'article 6, paragraphe 1, du décret

législatif 182/2003. Cette notification est d'une importance fondamentale car elle confirme que la procédure est respectée conformément aux dispositions de l'annexe III du même décret (Formulaire de déclaration contenant les informations à notifier avant l'entrée dans le port transposant l'annexe II de la directive 2000/59/CE). Le formulaire indiquait initialement les catégories de déchets suivantes :

- Déchets liquides huileux (huile) :
- les eaux de cale ;
- les boues ;
- autre (préciser).
- Déchets solides :
- les déchets alimentaires ;
- les déchets alimentaires en vertu du décret interministériel du 22/5/2001 ;
- les déchets médicaux ;
- plastique ;
- autre (préciser).
- Déchets associés à la charge.
- Résidus de cargaison.

Pour chaque catégorie de déchets, la quantité qui sera livrée au port d'escale doit être spécifiée. Les eaux de cale et les boues sont toutes les eaux qui circulent à l'intérieur du navire et qui sont recueillies dans le réservoir de cale, au point le plus bas du navire. Les boues sont des résidus d'hydrocarbures ou des égouttures de matières plus denses. Les boues et les eaux de cale sont stockées dans des réservoirs spéciaux différenciés dont la capacité et l'emplacement à bord sont indiqués dans le certificat de prévention de la pollution par les hydrocarbures du navire. La présence d'huiles fait que les boues et les eaux de cale sont considérées comme des déchets spéciaux dangereux. L'annexe I de MARPOL, en ce qui concerne les hydrocarbures, prévoit un système réglementaire articulé selon lequel le rejet est absolument interdit à moins de 12 milles de la côte, tandis qu'au-delà de 12 milles, le rejet est autorisé à condition que le navire navigue, que la teneur en hydrocarbures de l'effluent ne dépasse pas 15 ppm et que le navire soit équipé d'un séparateur à arrêt automatique.

Les déchets solides sont principalement des déchets alimentaires provenant généralement des cuisines ou des activités de restauration à bord. Si les déchets alimentaires destinés à l'approvisionnement de l'équipage et des passagers sont collectés sur des navires provenant de pays non membres de l'UE, ils doivent être soit

thermodétruits, soit éliminés dans une décharge après avoir été stérilisés pour garantir l'élimination de la charge microbienne (selon les modalités techniques définies à l'article 3, paragraphe 4, de l'arrêté interministériel des ministères de l'environnement et de la santé du 22/5/2001). La thermodestruction (ou incinération, ou valorisation énergétique des déchets) des déchets consiste en une combustion contrôlée des déchets eux-mêmes, avec des temps de séjour et des températures de combustion tels qu'ils provoquent la dégradation complète de la substance organique et, si possible, de tous les sous-produits de combustion les plus nocifs pour la santé humaine. En fin de processus, des scories sont générées, correspondant à la fraction non brûlée des déchets, et des cendres sont emportées par les fumées de combustion. Malgré la présence de ces résidus, l'incinération permet de réduire considérablement le poids et le volume des déchets à mettre en décharge.

La rubrique "autres" comprend les déchets issus de la vie à bord (produits en papier, chiffons, verre, métaux, faïence, bois, etc.) Ces déchets sont généralement collectés séparément et sont classés dans la catégorie des déchets municipaux (ordures). L'annexe V de la convention MARPOL prévoit l'interdiction absolue du rejet d'ordures en mer, sauf dans certaines conditions précises énoncées dans les règles 4, 5, 6 et 7.

Les déchets médicaux font partie d'une catégorie distincte car ils sont considérés comme des déchets dangereux spéciaux. Les déchets constitués de matières plastiques font l'objet d'une entrée distincte car l'annexe V interdit explicitement leur rejet en mer.

Les déchets associés au chargement sont formés après le chargement et le déchargement des marchandises et sont des matériaux tels que les revêtements, les matériaux d'emballage, les granulés, le contreplaqué, le papier, le carton, les enveloppes de fils, etc.

Les résidus de cargaison sont les restes de toute matière constituant la cargaison contenue à bord du navire, dans la cale ou dans les citernes, qui subsistent après la fin du chargement et du déchargement de la cargaison ou des opérations de nettoyage. Elle comprend également les eaux de lavage des citernes (slop) et les eaux de ballast (ballast) si elles sont entrées en contact avec la cargaison ou des résidus de cargaison. Ces deux dernières catégories de déchets concernent principalement les navires marchands.

Les autres catégories de déchets susceptibles d'être générés par les navires et pour lesquels il n'existe pas de collecte systématique et cohérente peuvent être les suivantes : déchets de peintures et de vernis contenant des solvants organiques, décapants pour

peintures et vernis, toners d'impression usagés, absorbants et matériaux filtrants, filtres à huile, adhésifs et produits d'étanchéité contenant des solvants organiques, batteries au plomb, batteries au nickel-cadmium, batteries contenant du mercure, câbles imprégnés d'huile et de goudron, matériaux d'isolation contenant de l'amiante, tubes fluorescents, déchets encombrants, etc. Ces déchets sont tous classés dans la catégorie des déchets dangereux spéciaux. Toutefois, les toners usagés, par exemple, peuvent être éliminés par des entreprises agréées, inscrites au registre et disposant d'une autorisation régionale régulière. La collecte a lieu dans des centres de collecte spéciaux, où les entreprises déposent les toners usagés, une fois emballés dans un emballage plastique et placés dans des conteneurs spéciaux avec un couvercle et un sceau verts appelés Eco Boxes, pour une période maximale de 12 mois. L'objectif est d'éviter le déversement et la dispersion de matières polluantes (poussières fines et liquides).

La directive 2007/71/CE de la Commission du 13 décembre 2007 a modifié l'annexe II de la directive 2000/59/CE sur les installations de réception portuaires pour les déchets d'exploitation des navires et les résidus de cargaison. En fait, la circulaire n° 644 du 4 novembre 2008, approuvée lors de la 58e session du MEPC, a établi un format standard pour le formulaire de notification préalable des déchets à remettre aux installations de réception portuaires, dans lequel figurent également d'autres informations sur les quantités de déchets énumérées aux annexes II et VI de la convention MARPOL.

Afin d'éviter la duplication des formulaires à remplir et d'adopter un modèle intégré qui garantisse également la transposition des dispositions de la circulaire n° 644 du 4 novembre 2008 du MEPC, compte tenu de la nécessité de transposer la directive 2007/71/CE précitée, et considérant l'art. 12 du décret législatif n°. 182 du 24 juin 2003, qui prévoit que l'annexe III est modifiée par décret du ministre de l'environnement et de la protection du territoire et de la mer, en fonction des changements intervenus dans la Communauté, le ministre de l'environnement et de la protection du territoire et de la mer, par décret du 1er juillet 2009, a remplacé l'annexe III du décret législatif n° 182 du 24 juin 2003 par une nouvelle annexe. En particulier, l'annexe précédente ne faisait pas référence aux eaux usées et a donc été modifiée pour inclure les eaux usées parmi les catégories de déchets produits par les navires qui doivent être notifiés avant l'entrée dans le port. Les dispositions de la directive relatives aux eaux usées doivent être considérées conjointement avec les dispositions de la règle 11 de l'annexe IV du protocole MARPOL qui prévoient, dans des conditions spécifiques, la possibilité de déverser ces eaux usées dans la mer. Ces dispositions s'appliquent sans préjudice de

toute exigence plus stricte en matière de rejet imposée aux navires conformément au droit international.
La nouvelle annexe III se compose de quatre parties :
- dans le premier, les détails du navire doivent être donnés ;
- dans le second les détails du port et du voyage ;
- dans le troisième, les détails de la livraison des déchets ;
- dans le quatrième, le type et la quantité de déchets à livrer.

En ce qui concerne spécifiquement le port de Cagliari, avec le mémorandum n° 777 du 3.2.2014, l'Autorité portuaire a transmis au Département pour la défense de l'environnement, Service de durabilité environnementale, évaluation d'impact et systèmes d'information environnementale (SAVI) la demande d'avis sur la soumission à la procédure d'évaluation environnementale stratégique et d'évaluation d'impact environnemental de la mise à jour du Plan de collecte et de gestion des déchets d'exploitation des navires et des résidus de cargaison relatifs au vieux port, au " port canal " ou port industriel de Cagliari et aux docks industriels de Sarroch et Macchiareddu.
Par note de service n° 4332 du 27.2.2014, le département SAVI a informé l'Autorité portuaire de Cagliari qu'il ne jugeait pas nécessaire de soumettre la mise à jour du Plan de collecte et de gestion des déchets d'exploitation des navires et des résidus de cargaison à la procédure d'évaluation environnementale stratégique, en évaluant que les impacts environnementaux qui pouvaient être déterminés avaient déjà été examinés lors de l'EES du Plan régional général des déchets spéciaux. En outre, ledit Office a constaté que le plan en question n'a pas d'effets négatifs sur les habitats et les espèces animales et végétales mentionnés dans les formulaires types relatifs au SIC "Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla" et à la ZPS "Stagno di Cagliari", et a donc estimé qu'il ne devait pas être soumis à une procédure d'évaluation des incidences.
La région de Sardaigne a approuvé le plan par la résolution n° 17/31 du 13 mai 2014.
Par le biais de plusieurs résolutions, il a exprimé son accord sur les propositions des Plans pour la collecte et la gestion des déchets d'exploitation des navires et des résidus de cargaison dans les ports. La région a également publié sur le webF les résolutions par lesquelles le gouvernement régional a approuvé les plans élaborés par les différentes autorités maritimes et portuaires.

La mise en œuvre de ce plan actualisé, compte tenu de ce qui est souligné dans l'introduction, vise à poursuivre les objectifs suivants à la lumière des prescriptions de l'annexe I (art. 5) du décret législatif 182/03 :

- fourniture d'un service complet aux navires, couvrant l'ensemble du cycle de gestion des déchets assimilés aux déchets municipaux, spéciaux et dangereux de toutes sortes et de tous types, tant solides que liquides : collecte, stérilisation (le cas échéant), thermodestruction sur place (le cas échéant), transport, traitement, valorisation ou élimination, de manière à décourager le recours à la mise en décharge en mer ;
- l'organisation d'un service répondant aux critères de facilité d'accès, d'efficacité et de rentabilité, en le confiant, à l'issue d'une procédure publique, à un concessionnaire unique ayant une expérience spécifique avérée dans le secteur et disposant des ressources humaines et matérielles nécessaires ;
- mise en œuvre de la collecte différenciée des déchets, conformément aux objectifs fixés dans le plan régional de gestion des déchets ainsi que dans les plans provinciaux et municipaux de gestion des déchets urbains en vigueur, avec des actions d'ajustement en vue de l'entrée en vigueur du système de traçabilité des déchets prévu par le décret ministériel du 17.12.2009 (système SISTRI) ;
- la mise à disposition d'outils de contrôle adéquats pour surveiller le respect des normes de qualité du service ;
- réduire la production de déchets, maximiser la récupération des matériaux, minimiser la quantité et la qualité des déchets destinés à l'élimination finale et améliorer les performances des installations existantes, conformément aux principes du plan régional.

2. Criticité du système de gestion des déchets portuaires dans la zone transfrontalière

L'analyse de l'état de l'art a révélé plusieurs problèmes critiques concernant la gestion des déchets dans les ports. Les questions relatives à la législation, aux déchets sur les ferries et aux déchets indifférenciés dans les poubelles portuaires ont un impact particulier, sans compter la question considérable de l'économie circulaire.

Le premier aspect concerne un problème de réglementation. En fait, il s'agit d'un problème lié à la gestion des déchets des navires concernant la codification des codes CEE, puisque les deux principaux acteurs de la chaîne, les navires et les gestionnaires de

déchets dans les ports, se réfèrent à deux réglementations différentes. Les premiers se réfèrent généralement à la réglementation Marpol pour le codage et le catalogage des déchets, tandis que dans les ports, c'est le décret législatif n° 152 de 2006, la loi consolidée sur l'environnement, qui s'applique. Les deux règlements diffèrent en ce qui concerne les codes CEE et le catalogage des déchets, ce qui crée des problèmes pour l'opérateur portuaire. Ce problème n'affecte pas seulement le traitement correct des déchets, mais aussi la facturation correcte qui en résulte.
Un deuxième problème concerne les déchets que l'on trouve principalement sur les ferries, qui seront analysés en détail dans la section suivante.
Un troisième problème critique mis en évidence lors des activités portuaires concerne la gestion des déchets indifférenciés dans les bacs portuaires. Dans la zone portuaire, on trouve parfois de grandes poubelles, qui sont encore utilisées librement par les citoyens pour se débarrasser des objets encombrants. Cette situation crée plusieurs problèmes pour le concessionnaire, qui doit faire face à des déchets encombrants non planifiés et à des problèmes évidents par la suite.
Un quatrième aspect concerne la présence limitée d'actions/activités liées à l'économie circulaire et donc visant la récupération/valorisation des déchets des navires faisant escale au Port ; cet aspect sera traité en détail dans les paragraphes suivants.
L'analyse des points critiques du système de production et de gestion des déchets des navires a été menée selon une approche qualitative-quantitative. En effet, d'une part, les flux de déchets générés par les navires et leurs méthodes de gestion ont été reconstitués et, d'autre part, des entretiens ont été menés avec les acteurs clés de la chaîne.
L'objectif des entretiens était d'enrichir l'analyse de la criticité, en recueillant des preuves supplémentaires en plus de celles suggérées par l'analyse des flux. L'analyse de criticité a également mis en évidence les forces de la gestion actuelle, dans le but ultime de structurer un plan d'action capable de répondre aux faiblesses, tout en ciblant et préservant les forces de la gestion actuelle. L'ensemble des analyses réalisées a permis de définir une image suffisamment détaillée des forces et faiblesses du système de production et de gestion des déchets des navires dans le Port.

Examinons l'aspect de la RECUPERATION DES DECHETS LIQUIDES. Comme l'a mis en évidence l'analyse des flux de déchets générés par les navires, et confirmé par les entretiens, les déchets liquides - composés d'huiles de cale provenant de la navigation, de déchets contenant des hydrocarbures, de solutions aqueuses de déchets (slops

d'hydrocarbures) - sont gérés presque entièrement sous forme de récupération de matériaux. Cela témoigne d'une gestion déjà "circulaire", dans la mesure où elle privilégie la valorisation des matériaux par rapport à d'autres formes de valorisation et produit une seconde matière première qui est mise sur le marché avec une rentabilité suffisante pour rendre le processus économiquement viable. En ce qui concerne le mode de gestion des déchets liquides, les entretiens ont révélé qu'il existe un élément d'inquiétude lié non pas aux aspects technico-économiques du processus, mais aux changements possibles dans l'environnement réglementaire. Le caractère incomplet de la législation sur la fin de vie des déchets (FdD), qui régit l'opération de valorisation par laquelle un déchet cesse d'être un déchet et devient un produit à part entière, représente l'un des domaines de retard chronique de la législation nationale et, par conséquent, l'un des principaux motifs de préoccupation des opérateurs de la chaîne d'approvisionnement. En effet, son importance pour activer pleinement les échanges et les flux de matières qui sous-tendent l'économie circulaire est évidente. Dans un passé récent (février 2018), l'arrêt du Conseil d'État avait - de facto - abrogé la possibilité pour les Collectivités territoriales d'établir dans les processus d'autorisation les conditions qui, au cas par cas, pouvaient sanctionner la transition déchets/non-déchets, dans le respect des conditions générales établies par l'article 184 ter du Code de l'environnement. En revanche, la loi 128 du 2 novembre (en vigueur à partir du jour suivant), c'est-à-dire la loi de conversion du décret-loi n° 101 du 3 septembre 2019, " contenant des dispositions urgentes pour la protection du travail et pour la résolution des crises d'entreprise ", a rétabli le pouvoir/devoir des autorités locales - en l'absence de règlements de l'UE ou de décrets nationaux " EoW " - d'autoriser au cas par cas dans les procédures ordinaires (ex art. 208 TUA ou AIA), délivrant ou renouvelant les autorisations dans le respect non seulement des conditions générales énoncées au paragraphe 1, mais aussi dans le respect de "prescriptions" qui doivent nécessairement inclure les cinq points énumérés aux alinéas a) et e) de l'article 184b.

La possibilité de "blocages", de changements, de retards dans la mise en œuvre et de difficultés d'interprétation de la législation environnementale affectant le fonctionnement des chaînes de collecte et de valorisation est considérée comme l'une des menaces/facteurs externes qui peuvent rendre la gestion circulaire des déchets plus difficile.

Il est crucial d'éviter ce type de situation, car cela permet d'éliminer toutes les erreurs et les renvois possibles. Malheureusement, le système d'interprétation des règlements n'est

pas simple et direct. C'est pourquoi une plus grande sensibilisation et une plus grande attention sont nécessaires.

2.1. Tri des déchets à bord des ferries

Un deuxième problème concerne les déchets présents principalement sur les ferries. En effet, si l'on fait abstraction des déchets qui proviennent directement du personnel travaillant sur le navire et qui sont correctement éliminés, les déchets contenus dans les poubelles des passagers (les poubelles communes) contiennent plusieurs types de déchets, qui ne sont donc pas destinés à être valorisés. À l'intérieur, il est possible de trouver du plastique, du verre, du métal et n'importe quoi d'autre, comme une véritable collection indifférenciée, bien que ce ne soit pas le cas étant donné le type de déchets à l'intérieur. Pour ce type de criticité soulevée par le gestionnaire du service, aucune mesure corrective ne peut être prise, si ce n'est la création de panneaux et de postes spécifiques indiquant aux passagers en transit de différencier correctement les déchets.
À cet égard, une étude a été réalisée sur un document qui contiendra des procédures pour la gestion des déchets des navires.
En détail, le document doit contenir :

a) l'indication des zones portuaires réservées à l'emplacement des installations de collecte existantes ou de toute nouvelle installation à prévoir, ainsi que l'indication des zones impropres ;
b) une description détaillée des procédures de collecte des déchets d'exploitation des navires et des résidus de cargaison et de leur transport vers les installations ;
c) des procédures pour signaler toute insuffisance constatée dans les installations de réception portuaires ;
d) les procédures de consultation permanente des utilisateurs des ports, des exploitants des installations de réception, des exploitants des terminaux de chargement et de déchargement et des dépôts côtiers, et des autres parties intéressées ;
e) des initiatives visant à promouvoir l'information des utilisateurs des ports afin de réduire les risques de pollution des mers dus à l'immersion des déchets en mer et d'encourager les formes correctes de collecte et de transport ;
f) une description de la manière d'enregistrer l'utilisation effective des installations de réception portuaires ;
g) une description de la manière d'enregistrer les quantités de déchets d'exploitation

des navires et de résidus de cargaison livrés ;

h) une description de la manière d'enregistrer les quantités de déchets d'exploitation des navires et de résidus de cargaison livrés ;

i) une description des méthodes de traitement des déchets d'exploitation des navires et des résidus de cargaison, afin de maximiser la valorisation des déchets dans une perspective d'économie circulaire. Plus précisément, le document cartographiera la quantité et la qualité des déchets produits par le système portuaire, ainsi que le potentiel exprimé (ou exprimable avec les investissements appropriés) par les usines de traitement, et décrira les flux de documents (qui envoie des informations à qui et pourquoi) liés à la gestion de chaque catégorie de déchets. Tout cela afin d'identifier des modèles, des processus et des pratiques pour la valorisation et la réutilisation des déchets, en mettant en œuvre, dans la mesure du possible, la fermeture de la chaîne économique correspondante (économie circulaire).

L'objectif de ce document est de vérifier la durabilité qu'auront sur l'environnement les impacts induits par la collecte et le transport des déchets d'exploitation des navires, ainsi que la construction éventuelle de nouvelles installations, l'utilisation quotidienne des installations existantes et leur éventuel démantèlement futur. À cette fin, le document est censé contenir toutes les informations sur l'état actuel de l'environnement, les éventuels impacts générés et les mesures d'atténuation à envisager.

2.2. Présence limitée d'activités liées à l'économie circulaire

L'analyse de l'état actuel de l'art des ports a révélé, comme indiqué dans les paragraphes précédents, certains problèmes critiques concernant la gestion des déchets dans le port.

Un aspect concerne la présence limitée d'actions/activités pouvant être rattachées à l'économie circulaire et donc visant à la récupération/valorisation des déchets des navires faisant escale dans le port. La réduction systématique des déchets, l'extension de la durée de vie utile des produits et des matériaux et la régénération des écosystèmes sont les étapes fondamentales pour concevoir un avenir meilleur et durable.

Une quantité limitée de déchets solides suit les procédures de séparation des matériaux, de la même manière que la collecte sélective des ménages, et certaines catégories, telles que les déchets ferreux, les déchets de bois, les plastiques, le papier et le carton, sont envoyées au recyclage.

Les causes de cette criticité peuvent essentiellement être attribuées à certaines

déficiences du système, à savoir :

- les activités, les processus d'exploitation capables d'assurer la valorisation des déchets, ne bénéficient actuellement d'aucun type d'incitation et ne sont donc mises en œuvre que lorsque les rendements économiques de la valorisation des déchets sur le marché libre sont de nature à assurer leur durabilité économique ;
- les conditions susmentionnées, ainsi que le caractère aléatoire et la volatilité qui caractérisent la

différents marchés de déchets (plastique et bois en particulier), représentent des conditions qui découragent les opérateurs d'investir dans de nouvelles usines et de nouveaux équipements dédiés à la récupération, au recyclage et à la réutilisation des déchets ;

- les tendances négatives du commerce des matériaux de récupération sur les marchés étrangers, avec une référence particulière au commerce avec les pays d'Asie et d'Europe de l'Est ;
- la capacité réduite des chaînes de récupération nationales ;
- les mécanismes du marché économique qui privilégient l'élimination au détriment de la valorisation. Afin de contrer un système qui n'incite pas les actions basées sur les principes de l'économie circulaire, les Autorités du Système Portuaire pourraient inciter les activités de récupération, en envisageant la mise en place de mécanismes de récompense des services également à travers des méthodes de tarification différentes pour les sujets vertueux, ce qui n'est pas envisagé actuellement.

En effet, il est apparu que le système tarifaire actuel, qui identifie les tarifs maximaux applicables, bien qu'avantageux à certains égards, peut d'autre part constituer une limitation des investissements des concessionnaires pour rendre le système de tri et de recyclage des déchets plus efficace et efficient, également dans une perspective d'économie circulaire et de réduction des impacts environnementaux. D'autres problèmes critiques qui sont apparus concernent également la gestion des déchets spéciaux dangereux et non dangereux qui, en raison de la quasi-saturation de la capacité maximale de traitement, rendent complexes les processus de séparation et de mise en route pour le recyclage des différentes phases de la collecte sélective des déchets en raison du manque d'espace disponible.

Une réorganisation des aspects logistiques et opérationnels serait nécessaire pour soutenir, conformément aux impératifs de l'économie circulaire, des processus de séparation et de recyclage et/ou de valorisation plus efficaces. L'absence de zones

convenablement équipées pour la gestion des déchets collectés accidentellement (dits RAP) a également été constatée.

Les principaux problèmes critiques rencontrés lors de la réalisation limitée et partielle des activités d'analyse des données, c'est-à-dire les domaines dans lesquels des améliorations spécifiques peuvent être apportées, peuvent être résumés comme suit :

- des informations contradictoires sur les données officielles disponibles (par exemple, des données téléchargeables de différentes sources avec des noms différents et des chemins d'accès différents) ;
- la concurrence des acteurs dans la création et la gestion des données (par exemple, des données provenant de plusieurs "revendeurs" au fil des ans) ;
- des données concurrentes dans des documents également mis à disposition par la même source ;
- données incomplètes (valeurs manquantes par année, par code CER, par concessionnaire, etc ;)
- le format des données (séparateurs de milliers, formules de calcul peu claires, réglage du cadre de données pouvant être amélioré, etc ;)
- manque d'outils de visualisation spécifiques (tableaux de bord) ;
- absence de métadonnées, c'est-à-dire de "données sur les données", c'est-à-dire les informations qu'il faut donner au document informatique pour le former, le gérer et le conserver correctement dans le temps, en le décrivant à différents niveaux tels que le nom du fichier, les spécifications techniques concernant la version du logiciel et le matériel, les dates de création, d'accès et de dernière modification, l'auteur, la description, le sujet, les conditions de délivrance, d'accès et d'utilisation, etc.

A un niveau plus large et moins spécifique, il est possible d'indiquer d'autres facteurs qui ont un impact sur la gestion optimale des données :

- des difficultés de traçabilité dues au système de dérogations ;
- des améliorations possibles dans la gestion des données relatives aux notifications à l'autorité maritime de l'intention de livrer des déchets par le capitaine d'un navire à destination d'un port d'escale national, comme le prévoit l'article 6 du décret législatif 182/2003 ;
- le cadre réglementaire et les obligations connexes ;
- le nombre et l'hétérogénéité des acteurs impliqués dans la chaîne de données.

2.3. Problème des déchets solides non triés

Dans la gestion des déchets dans son ensemble, le principal point faible est la présence de déchets solides insuffisamment triés. Bien qu'ils ne constituent pas la majeure partie du volume total des déchets produits par les navires (contrairement aux déchets liquides), ils représentent néanmoins un flux important, de l'ordre de 2 000 tonnes par an.

Il s'agit de déchets municipaux non triés qui sont principalement gérés par élimination, en contradiction flagrante avec les principes de l'économie circulaire. Afin d'identifier une stratégie efficace pour produire un meilleur tri des déchets sur les navires faisant escale au Port, il est nécessaire d'analyser les causes de la présence de ce flux. Grâce à l'étude de la littérature et aux entretiens réalisés, il a été possible de procéder à une analyse du problème, condition préalable à l'identification des solutions possibles. Le résultat de cette analyse est identifié dans ce que l'on appelle "l'arbre à problèmes".

L'arbre est structuré en trois niveaux. Le niveau supérieur concerne le problème analysé ("existence d'un flux de déchets indifférencié"), au niveau inférieur, trois éléments ont été identifiés qui contribuent à cette situation, à savoir :

(i) le manque de coopération des passagers pour la collecte appropriée des déchets,

(ii) la présence de déchets organiques provenant des restaurants/self-services à bord qui sont traités avec les déchets indifférenciés,

(iii) la nécessité de revoir les procédures spécifiques et la formation appropriée.

Ces trois éléments sont clairement interconnectés. Il est en effet naturel qu'en l'absence de tri des déchets organiques dans les restaurants, les procédures spécifiques et la formation correspondante fassent défaut. Le dernier niveau vise à mettre en évidence les causes possibles qui contribuent à générer la situation détectée au niveau supérieur (par exemple, le manque de sensibilisation de la part des passagers qui ne participent pas au DR, l'absence de stratégie de prévention des déchets alimentaires et le manque de processus à bord dédiés au traitement des déchets organiques). En conclusion, il est évident que la présence d'un flux de déchets municipaux indifférenciés est à l'origine du problème :

- la faible coopération des passagers en matière de DR, ce qui indique un niveau encore insuffisant de sensibilisation à l'environnement ;

-l'absence d'un système efficace de gestion des déchets organiques qui devrait inclure la collecte, le traitement et une stratégie de lutte contre le gaspillage alimentaire.

Ces mêmes éléments, lus sous l'angle des solutions, permettent ensuite d'identifier les

dimensions possibles de l'intervention et d'indiquer les mesures possibles qui peuvent être incluses dans chacune de ces dimensions.

Un autre problème lié aux déchets solides non triés est la pollution plastique. L'Europe, deuxième producteur mondial de plastique après la Chine, déverse chaque année dans la mer entre 150 et 500 mille tonnes de macroplastiques et entre 70 et 130 mille tonnes de microplastiques. Son principal réservoir est la mer Méditerranée, qui risque de devenir un véritable "piège à plastique". Le danger du plastique réside dans sa faible biodégradabilité, qui lui permet de rester dans l'environnement pendant des centaines d'années, mais c'est précisément sa caractéristique de "matériau indestructible" qui a favorisé son utilisation généralisée.

À l'origine de cette pollution, on trouve des retards et des lacunes dans la gestion des déchets plastiques dans la plupart des pays méditerranéens. À ce jour, sur les 27 millions de tonnes de déchets plastiques produits chaque année en Europe, seul un tiers est recyclé, tandis que 50 % dans des pays comme l'Italie, la France et l'Espagne finissent encore dans des décharges. En fait, la demande de plastiques recyclés sur le marché européen stagne à 6 %. Les microplastiques constituent la fraction la plus alarmante, ils sont rejetés quotidiennement dans l'environnement en raison de.. :

- la désintégration et la détérioration des macroplastiques,
- la perte de fibres textiles lors du lavage du linge,
- l'utilisation d'engins de pêche,
- l'utilisation de produits cosmétiques.

À ces aspects s'ajoute le risque lié à la concentration de produits chimiques toxiques dangereux, les phtalates, qui, favorisés par la très petite taille des microplastiques, peuvent facilement passer des niveaux trophiques inférieurs de la chaîne alimentaire, comme le plancton, aux poissons, puis aux humains.

En 2018, le PNUE (Programme des Nations unies pour l'environnement) a placé le problème des plastiques dans les océans parmi les six urgences environnementales les plus graves.

Le sanctuaire Pelagos est la plus grande aire marine protégée de la Méditerranée pour les mammifères marins.

On y enregistre des valeurs de microplastique comparables à celles trouvées sous les "îles de plastique" subtropicales, ce qui constitue une menace sérieuse pour les cétacés.

En plus de nuire à l'environnement, la pollution plastique constitue une menace sérieuse pour d'importants secteurs économiques en Méditerranée, notamment la pêche et le

tourisme. En effet, la présence de plastique entraîne une baisse des captures (et donc des revenus), des dommages aux bateaux et aux engins de pêche, une réduction de la demande des consommateurs (inquiets de la présence de plastique dans la chair des poissons), et coûte au secteur de la pêche de l'UE environ 61,7 millions d'euros par an.
Les plages et les ports sales et pollués découragent le tourisme, entraînant des pertes d'emplois et des coûts de nettoyage élevés. Un environnement social et touristique peu motivant et peu inspirant réduit les flux et est considéré comme une destination inadaptée. Au fil des ans, cela démotive le tourisme local, national et international. Cela crée une image négative et, au fil du temps, la destination est totalement abandonnée par les institutions et les financiers externes. Ainsi, le problème ne restera pas seulement interne, mais affectera le monde extérieur. La pollution plastique est un problème mondial principalement dû à la consommation excessive de plastiques et à une mauvaise gestion des déchets. La solution au problème du plastique doit être recherchée o sur le plan réglementaire par o des accords internationaux visant à réduire les plastiques, o des réglementations commerciales internationales définissant des critères de recyclage pour ceux qui exportent des déchets plastiques, o des systèmes de responsabilité des producteurs pour tous les produits en plastique mis sur le marché o sur le plan technologique par le développement d'une stratégie efficace pour l'industrie afin d'éliminer complètement les plastiques o soutenir la recherche et le financement pour l'identification et la récupération des filets fantômes et leur élimination dans des installations portuaires appropriées, o soutenir la recherche et le financement pour l'identification des traitements de recyclage des plastiques dans l'optique de l'économie circulaire.

En ce qui concerne les îles écologiques, il convient certainement d'analyser leur importance. Le "Plan de collecte des déchets d'exploitation des navires et des résidus de cargaison" prévoyait l'utilisation d'"îles écologiques" pour la collecte d'huiles, de filtres, de batteries, de récipients de peinture, provenant principalement de bateaux de plaisance et de catégories spéciales telles que les bateaux de pêche. Ces installations consistaient en des gazebos spécialement équipés. Les difficultés qui ont résulté de leur remise en service ont été enregistrées comme non-conformité du système de gestion environnementale dans l'édition 2009 du plan de gestion des déchets de navires. A ce jour, leur fourniture/installation, leur autorisation et leur gestion ont été confiées au concessionnaire du service qui devra :

(a) assurer la fourniture, l'installation et la gestion efficace d'îlots écologiques,
adaptés à la collecte pour la récupération/recyclage et/ou l'élimination appropriée des batteries, filtres, huiles usagées,
emballages et matériaux absorbants contaminés, huiles végétales usagées du secteur nautique
mineur ;
b) implanter ces installations dans des zones identifiées par l'autorité portuaire ;
(c) fournir des installations conformes à celles prévues par le plan de collecte des déchets, à savoir :
ont une surface au sol brute et une hauteur réduites (respectivement moins de 9 m² et 3 m, à titre indicatif) ;
- être équipé d'une serrure latérale ;
- doit avoir une couverture de toit qui garantit que les conteneurs de collecte internes sont protégés des intempéries ;
- un double plancher faisant office de bassin de confinement intégré pour recueillir les lixiviats éventuels ;
- des conteneurs étanches adaptés à la collecte des déchets susmentionnés ;
- collecte occasionnelle de déchets spéciaux dangereux et non dangereux ;
d) le concessionnaire est le producteur des déchets ; en tant que tel, il est responsable de toutes les obligations du producteur, y compris l'accomplissement de toutes les procédures d'autorisation pour la création et la gestion des installations de service ; il est également responsable, toujours en tant que producteur, de la gestion des déchets collectés et donc de leur valorisation et/ou recyclage et/ou élimination ;
e) s'assurer que les déchets produits sont livrés à des consortiums autorisés pour leur recyclage/valorisation, en particulier à l'UCO pour la fraction huileuse, ou à une décharge autorisée ; transmettre à A.P. des copies des autorisations en vigueur pour l'exercice des activités en question, c'est-à-dire des installations de traitement et d'élimination et des consortiums pour la valorisation/recyclage, ainsi que des moyens de transport autorisés pour le transport des déchets ;
f) fournir un plan de gestion qui précise la fréquence de vidange, l'accès et l'utilisation des installations de manière à garantir leur état constant de propreté, en prévoyant une vidange hebdomadaire et, en cas de remplissage exceptionnel, une vidange rapide des installations ;
g) veiller à ce que les procédures d'utilisation correcte des îles soient affichées sur les

installations, y compris un numéro de téléphone à contacter en cas d'urgence ;

(h) équiper chaque installation de conteneurs étanches adaptés à la collecte des catégories de déchets suivantes :

- CED 13.02.05*, huile usagée
- CER 16.06.01* ; batteries au plomb usagées
- CED 15.02* ; matériau absorbant contaminé
- CER16.01.07* filtres à huile usagée
- CEE 15.01.10* emballages contaminés (boîtes de conserve)
- CED 20.01.25 huile végétale usagée ;

i) Veillez à ce que les conteneurs pour les huiles minérales et végétales usagées soient d'une capacité de 500 litres, avec une double paroi, un bouchon supérieur pour la vidange par aspiration, un plateau caillebotis intégré pour la vidange des filtres et des bidons, un indicateur de niveau et des témoins de fuite à double paroi. Les fûts pour les filtres, les emballages et les matériaux absorbants ont une capacité de 200 litres et sont munis d'un couvercle mobile. Les conteneurs pour les batteries sont homologués et ont un couvercle mobile fait d'un matériau approprié résistant aux acides. Chaque conteneur porte une plaque avec une description du contenu et le code CEE spécifique ;

j) recourir à des contrats avec des consortiums autorisés pour la récupération/recyclage des matériaux collectés et veiller à ce que tous les matériaux non récupérables/recyclables soient éliminés dans un site d'enfouissement approprié.

(k) assurer un bon état de propreté des installations.

Pendant la période où les îlots écologiques étaient inopérants, le nettoyage régulier et complet des zones portuaires non concédées a été assuré par les activités des entreprises auxquelles a été attribué le service de nettoyage des zones terrestres et le nettoyage des zones aquatiques.

2.4. Le système de traçabilité des déchets

À cet égard, l'exemple du port de Cagliari est significatif. Les données rapportées dans le Plan de Gestion des Déchets (PGD) du Port de Cagliari présentent, en effet, plusieurs incohérences. Dans aucun des tableaux rapportés dans le PGR du Port de Cagliari, le type de déchet ne fait référence aux eaux de lavage des citernes. La seule raison de leur absence est ce qui est indiqué dans le PGR lui-même : pour les catégories de déchets non indiquées, il n'y a pas de données parce que soit elles ne sont pas disponibles, soit il n'y a pas eu de demande ou d'exigence de collecte. Malheureusement, cette phrase est une

incohérence absurde puisque la zone portuaire de Sarroch/Macchiareddu abrite la plus grande raffinerie de la Méditerranée en termes de capacité de traitement du pétrole, un pôle pétrochimique et trois terminaux. Il serait donc impossible d'ignorer la nécessité de prélever les eaux de lavage des citernes de navires. Et sur la base de cette absurdité, on a même émis l'hypothèse d'une projection de la demande globale de services liés à la livraison par les navires faisant escale au port de Cagliari et au terminal de Sarroch/Macchiareddu, qui ne comporte toujours pas ce déchet. Actuellement, malgré l'obligation faite au capitaine du navire de remettre les déchets qu'il produit à l'installation de collecte portuaire lorsqu'il quitte un port, les dérogations à cette disposition accordées par l'autorité portuaire de Cagliari en raison de l'absence d'installations appropriées permettent aux navires de se rendre au port d'escale suivant sans avoir remis leurs déchets.

C'est pour ces raisons que l'Autorité portuaire de Cagliari a omis la rubrique "eaux de lavage des citernes" dans son PGR. Le plus dangereux, c'est qu'en ne tenant même pas compte de cet aspect dans l'"analyse des besoins", il a été décidé que les dérogations seraient l'outil pour résoudre le problème à l'avenir.

La station TAS (traitement des eaux usées) de SARLUX (anciennement SARAS Raffinerie SpA) est autorisée à traiter et traite les eaux de cale, sa station TAZ (traitement des eaux de ballast) traite les eaux de ballast des navires-citernes, mais aucune de ses stations de traitement n'est capable de traiter les eaux de lavage des citernes des navires contenant certains contaminants spécifiques.

Sarlux a mis en place une procédure stricte pour la réception des résidus de cargaison qui ne permet pas la réception de résidus de cargaison (car ils ne sont pas traitables dans les usines TAS et TAZ) contenant du MTBE (méthyl-t-butyl-éther).

SARLUX a fourni des données sur les résidus de cargaison déchargés et retenus à bord des navires qui ont débarqué en 2015 au terminal maritime sud de Sarlux : un total de 29 384 tonnes de slops sont arrivés et seulement 9 959 tonnes ont été déchargées, ainsi 20 125 tonnes de slops ont été exemptées par l'Autorité maritime. Rien de tout cela n'apparaît dans les tableaux du PGR du port de Cagliari.

Dans le cadre du projet IMPATTI-NO, afin d'affiner les données, grâce à la collaboration disponible de l'Autorité portuaire de Cagliari, les collaborateurs du CIREM ont eu accès à la base de données qui recueille les "Formulaires de notification concernant la production de déchets de navires" que chaque navire doit transmettre aux Autorités compétentes avant d'atterrir au port. Les données issues des formulaires de notification ont été

retraitées afin de mettre en évidence les données relatives à la production de déchets de navires pour l'année 2018 concernant les différents types de déchets distingués selon la classification MARPOL 73/78. Les données sont rapportées de manière exhaustive dans le rapport T1.1.1 du projet IMPATTI-NO, concernant l'analyse qualitative et quantitative des déchets et des effluents produits dans le port de Cagliari.
De l'observation des données, on peut déduire que les quantités d'eaux de lavage dérogatoires sont restées inchangées par rapport à 2015 (données SARLUX), contribuant ainsi à la dégradation des conditions de l'écosystème de la mer Méditerranée.
Cette analyse montre à quel point une analyse correcte et congruente des données est importante pour la planification du système de gestion des déchets. Si l'Autorité portuaire de la mer Sardaigne envisageait un système de traçabilité des déchets à côté du système informatique déjà en possession de la Capitainerie, elle serait en mesure d'obtenir des données actualisées en temps réel. Les données sont fondamentales pour évaluer les besoins du système, ce qui est la base d'une planification correcte des appels d'offres pour l'attribution des services.

L'une des actions proposées consiste à améliorer le système d'analyse et de suivi des données relatives à la gestion des déchets par une meilleure gestion des données, afin de prendre des décisions plus efficaces et efficientes, par exemple en ce qui concerne l'adoption de nouvelles technologies, l'utilisation plus efficace des ressources, l'identification des problèmes et des opportunités, et leurs solutions.
Une telle action permettrait d'évaluer plus en détail les performances du contenu, des programmes, des employés, etc., grâce à l'utilisation de différentes techniques d'analyse des données, de manière à obtenir un retour d'information sur les raisons pour lesquelles certaines activités sont plus performantes que d'autres, afin d'éviter de répéter les erreurs lors du développement futur de ces activités. En outre, elle aurait pour résultat de mieux informer les processus décisionnels, d'utiliser le temps et les budgets de manière plus efficace. Si d'un point de vue strictement économique, en effet, les données peuvent être monétisées pour optimiser les opérations en réduisant les coûts d'exploitation et en augmentant la productivité, dans le cas de l'économie circulaire et d'un environnement spécifique, complexe et hétérogène, comme celui qui comprend des autorités publiques et des concessionnaires privés, des données plus disponibles peuvent soutenir, par exemple, des politiques de récompense pour les acteurs du cycle des déchets les plus vertueux, ou des indications pour d'éventuels changements dans les

politiques de tarification. La collecte, la gestion et l'analyse correcte des données représentent donc des activités clés pour aborder de manière proactive, et non seulement en réagissant aux problèmes immédiats, la question des déchets selon les préceptes de l'économie circulaire.

Les orientations possibles pour une action de surveillance spécifique à cet égard comprennent les lignes directrices de l'Organisation des ports européens (ESPO), le "Guide vert de l'ESPO ; vers l'excellence dans la gestion environnementale et la durabilité des ports" :

- la mise en place d'un système simple pour la notification d'informations sur les quantités et les types de déchets que le navire veut livrer, afin d'optimiser la collecte à l'arrivée ;

-fournir des informations de manière facilement accessible par le biais de sites web et d'autres moyens ;

- suivi des quantités de déchets et information des navires ;

- la coopération avec les agents maritimes pour fournir aux armateurs des informations précises et actualisées sur les déchets ;

- la coopération avec d'autres ports et l'échange d'informations relatives aux déchets (par exemple, les installations de collecte des déchets) ;

-le suivi et le compte rendu des réductions de coûts résultant de la collecte.

différencié.

En outre, les actions possibles suivantes, complémentaires aux orientations susmentionnées, sont mises en évidence :

-Définir un "cadre de données et d'analyse" approprié pour l'analyse, la visualisation, la gestion et l'échange des données de référence identifiées (par exemple, structurées, non structurées, semi-structurées) ;

-définition d'une stratégie opérationnelle pour la traçabilité de base des déchets basée sur les résultats du projet des points précédents et visant le suivi qualitatif et quantitatif des déchets produits dans le port et livrés par les navires ;

-indication des outils TIC de base pour soutenir la mise en œuvre de la stratégie mentionnée au point précédent (par exemple, les outils déjà utilisés, la gestion des données via Microsoft Excel, etc.)

-Définir et publier une Mind Map qui permet de visualiser en un coup d'œil les activités et les flux de travail connexes nécessaires pour relever le défi de conception, c'est-à-dire le développement d'une stratégie efficace et efficiente de gestion des données sur les

déchets pour le port de référence, y compris les aspects de traçabilité.

2.5. Danger des "eaux de déversement".

Les principaux polluants issus de la navigation sont sans aucun doute le pétrole et ses dérivés (hydrocarbures), dont les déversements en mer peuvent être intentionnels ou accidentels.

Les exemples de pollution intentionnelle sont :

- Le déversement du ballast des réservoirs de cargaison ou de carburant en mer ;
- Décharge des eaux de lavage des citernes dans la mer pour le chargement ;
- Déversement en mer de sédiments de cargaison ;
- Le déversement des eaux de cale sales de la salle des machines dans la mer ;
- Déversement en mer d'eaux usées dans des zones non autorisées ;
- Déversement de déchets dans la mer dans les zones interdites.

Les exemples de pollution accidentelle sont :

- Débordement ;
- Erreur de manœuvre de la valve du système de chargement ;
- Défaillances des équipements de contrôle ;
- Accidents tels que échouage, collision, explosion.

Le déversement intentionnel ou accidentel de ces substances toxiques est très préoccupant en raison des effets dévastateurs qu'elles peuvent avoir sur la faune et la flore marines.

La gravité des conséquences de la pollution marine a conduit toutes les nations à adopter une législation pour réglementer et limiter les rejets en mer.

Ces réglementations ont donné naissance à une convention internationale appelée MARPOL (Marine pollution) 73/78, composée de deux protocoles et de six annexes, qui couvrent chacune d'entre elles :

Annexe 1 : Prévention de la pollution par les hydrocarbures ;

Annexe 2 : Prévention de la pollution par des substances liquides nocives ;

Annexe 3 : Prévention de la pollution par les marchandises dangereuses dans les colis ;

Annexe 4 : Prévention de la pollution par les eaux usées sanitaires ;

Annexe 5 : Prévention de la pollution par les déchets solides

Annexe 6 : Prévention de la pollution de l'air.

MARPOL donne également des instructions précises pour l'adoption de plans de prévention de la pollution par les hydrocarbures et l'élimination des déchets solides.

Malgré de nombreux efforts réglementaires, la mer Méditerranée, bassin semi-fermé et peu profond, affecté par un trafic maritime intense (ferries, cargos et pétroliers), est gravement menacée par le transport d'hydrocarbures et de pétrole brut, tant en raison du risque élevé d'accidents que de la pollution due aux rejets d'eaux de cale et au lavage des citernes.

En ce qui concerne les eaux de ballast, la contamination est désormais réduite puisque les navires, en vertu des règles MARPOL, sont équipés de réservoirs appropriés conçus pour ne contenir que du ballast, afin d'éviter ce qui était l'une des principales sources de pollution marine, à savoir l'hivernage en mer d'eaux de ballast contaminées par des substances nocives.

L'éventuel déversement illégal des eaux de lavage des réservoirs de navires dans la mer reste un problème grave.

Il convient toutefois de noter que le développement de la législation en la matière n'a pas été organisé de manière organique, mais se caractérise plutôt par l'émission de dispositions transitoires qui ont eu pour effet de déroger ponctuellement à la réglementation environnementale générale.

L'objectif du législateur est de "réduire les rejets en mer, notamment les rejets illicites, de déchets et de résidus de cargaison provenant de navires utilisant des ports situés sur le territoire de l'État" en obligeant les navires à remettre ces substances à des installations de réception (qui étaient déjà prévues à la règle 12 de l'annexe I de MARPOL) qui doivent être mises en place dans les ports par l'autorité portuaire ou, à défaut, l'autorité maritime. Un grand nombre de ports italiens n'ont pas encore mis en place une installation "ad hoc".

Le décret législatif 182/03 a été publié pour mettre en œuvre la directive 59/2000 du Parlement européen sur les installations de réception portuaires pour les déchets d'exploitation des navires et les résidus de cargaison et poursuit les objectifs suivants

- réduire les rejets en mer, notamment les rejets illégaux, de déchets et de résidus de cargaison des navires utilisant les ports du territoire de l'État,
- améliorer la disponibilité et l'utilisation des installations de réception portuaires pour les déchets et résidus susmentionnés (art. 1).

Cette règle, qui prévoit une réglementation spéciale pour la gestion des résidus d'exploitation des navires, définit les déchets au sens de l'article 2, paragraphe 2, comme suit : déchets d'exploitation des navires (résidus autres que les résidus de cargaison) et résidus de cargaison. Les premières comprennent les eaux de cale et les secondes les

eaux de lavage et de ballast si elles sont entrées en contact avec la cargaison ou ses résidus.
Jusqu'à la promulgation du décret législatif 182/2003, les mélanges d'hydrocarbures n'étaient pas soumis à la discipline des déchets prévue par la législation sur l'environnement et, par conséquent, il n'était pas question de gestion des déchets des navires au sens de l'article 6, point d), du décret Ronchi, c'est-à-dire "collecte, transport, valorisation et élimination...". Les résidus générés par les navires et les résidus de cargaison étaient en fait soit rejetés en mer, soit dans les dépôts côtiers recevant la cargaison du navire, limités à une simple collecte.
Avec l'entrée en vigueur du décret législatif 182/2003, ces dernières installations ne sont plus autorisées à les recevoir.

2.5.1.Dangerosité des "eaux de lavage ou SLOP".

Les eaux de lavage des citernes utilisées pour le transport de produits pétroliers sont produites lors des opérations de nettoyage des réservoirs de carburant des pétroliers et des navires transportant des produits pétroliers, effectuées avec de l'eau à haute pression et parfois avec des agents de surface dégradables (qui ne sont plus autorisés par la réglementation sur la protection de l'environnement marin). Le pourcentage et les caractéristiques des huiles dans les eaux de lavage sont fonction du type de produits transportés et du volume résiduel dans les réservoirs. Ces eaux contiennent des résidus d'hydrocarbures et sont considérées comme des déchets huileux, même si la présence de traces d'huiles est inférieure à 0,1%. On trouve généralement une fraction légère d'hydrocarbures aliphatiques et aromatiques et d'organochlorés provenant du processus de production des composés pétroliers. La fraction aromatique se compose principalement de HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques) et est la plus toxique et la plus persistante de la famille aliphatique (Reddy CM. et al., 1999). Les autres polluants peuvent être le sulfure d'hydrogène, l'ammoniac, les phénols, le benzène, les cyanures et les solides en suspension contenant des métaux et des composés inorganiques (par exemple, les halogénures, les sulfates, les phosphates, les sulfures) (CONCAWE, 1999). Outre les substances mentionnées ci-dessus, le MTBE (méthyl-t-butyl éther) est également présent dans les eaux de lavage des réservoirs ayant contenu de l'essence. Le MTBE est un éther de formule brute C51-1120, c'est-à-dire un composé organique synthétique dérivé du méthanol (ou alcool méthylique) et du 2-méthyl-2-

propanol (ou alcool t-butylique) qui est utilisé comme additif à l'essence pour augmenter son indice d'octane à la place du plomb tétraéthyle et du benzène). Ce qui le rend redoutable, par rapport aux autres hydrocarbures contenus dans l'essence, c'est sa grande solubilité dans l'eau : la valeur moyenne de solubilité dans l'eau des hydrocarbures ne dépasse généralement pas 0,15 g/l, alors que la solubilité dans l'eau du MTBE est d'environ 50 g/l. Une fois qu'il atteint la mer, il se disperse facilement et y reste indéfiniment, car il est peu dégradable. La pollution produite est donc très grave. En ce qui concerne les eaux examinées, la mise en œuvre du décret n° 182 de 2003 a créé un certain nombre de difficultés, car, d'une part, les ports n'étaient pas préparés, compte tenu des délais certainement très courts pour la construction, l'essai et l'autorisation d'installations modernes pour le stockage, l'élimination et le recyclage de ces eaux ; d'autre part, les armateurs et les capitaines de navires ont dû faire face à de nouvelles charges en raison du coût du rejet des eaux et du temps nécessaire pour obtenir les autorisations de rejet. À l'heure actuelle, les ports commerciaux sont peu nombreux là où il existe et exploite des installations portuaires telles qu'identifiées par le décret, alors qu'il existe de grands ports comme Gênes, Livourne, Piombino, Tarente, Ravenne, La Spezia, Trieste, Gioia Tauro, etc. qui devraient sans aucun doute disposer de telles ressources matérielles, sans parler de tous ces "petits" ports qui, par rapport aux premiers, sont destinés au seul service de la pêche et de la plaisance. Il est donc évident qu'il faut définir de nouvelles solutions technologiques qui limitent les coûts de la chaîne d'élimination et permettent un traitement adéquat pour un rejet en mer dans le plein respect du milieu marin.

2.6. Problèmes de mise en œuvre des règles : l'établissement d'exemptions

Malgré le fait que le décret législatif 182/2003 soit en vigueur, ce qui fait que la mise en œuvre de la règle dérivée de l'UE n'est pas pleinement efficace est, cependant, la discipline qui dispense de l'obligation de livrer les déchets produits par les navires (une obligation qui incombe au capitaine du navire).

En effet, le navire peut se rendre au port d'escale suivant sans avoir effectué le déchargement, s'il dispose d'une capacité de stockage, sous réserve de l'autorisation de l'autorité maritime, ce qui finit par permettre, par une référence explicite aux règles du

droit international, le déchargement en mer selon les dispositions de la Convention MARPOL, qui, comme nous l'avons vu, sont moins strictes et, par conséquent, contreviennent à ce qui était la raison d'être de la règle.

Aucune disposition ne permet de vérifier si, au prochain port d'arrivée, le navire respecte l'obligation de livraison. Cela pourrait être considéré comme une incitation à des comportements illégaux de la part des capitaines de navires, précisément au mépris de l'objectif du législateur, qui est de "réduire les rejets en mer, notamment les rejets illégaux, de déchets et de résidus de cargaison provenant de navires utilisant les ports situés sur le territoire de l'État" en imposant aux navires l'obligation de remettre ces substances à des installations de réception qui seront mises en place dans les ports par l'autorité portuaire ou, à défaut, l'autorité maritime.

Le paragraphe 2 de l'article 7 donne à l'autorité maritime le pouvoir de demander au navire de déposer les déchets générés avant que le navire ne quitte le port, si elle estime que des installations adéquates ne sont pas disponibles dans le port de dépôt prévu ou si ce port n'est pas connu et qu'il y a un risque que les déchets soient déversés dans la mer.

La nécessité d'édicter une disposition permettant aux installations côtières de continuer à recevoir du matériel s'imposait également compte tenu des difficultés d'application du décret législatif sur les installations portuaires. Vous trouverez ci-dessous quelques-uns des problèmes critiques qui affectent la mise en œuvre du règlement :

-Des difficultés techniques liées à l'exécution de l'appel d'offres par l'autorité portuaire ou maritime, couplées à une faible demande d'entrée sur le marché par les exploitants d'installations ;

-Les redevances pour la livraison des résidus de cargaison ne sont facturées qu'aux navires utilisant les installations, alors que l'établissement d'un paiement obligatoire pour tous les navires (une redevance fixe), indépendamment de la livraison, pourrait dispenser de la livraison obligatoire et encourager les opérateurs à entrer sur le marché.

3. Actions à mettre en œuvre en vue de l'économie circulaire

L'objectif du plan d'action réalisé dans le cadre du projet IMPATTI-No est d'identifier les meilleures technologies pour le traitement des déchets et des eaux usées dans les zones portuaires, ainsi que la planification d'une nouvelle gestion portuaire qui peut faciliter la

transition vers des systèmes plus durables sur le plan environnemental dans la perspective de l'économie circulaire.

À la lumière des questions critiques exposées dans le chapitre précédent, un certain nombre de lignes d'action sont proposées pour favoriser et améliorer la gestion des déchets dans les ports et, par conséquent, pour stimuler une planification future qui évolue vers une économie circulaire dans les ports.

Nous pouvons distinguer au moins quatre domaines d'intervention

- Information et sensibilisation : il s'agit d'activités visant à accroître la sensibilisation et la coopération des passagers en matière de DR ;
- Interventions opérationnelles : l'introduction de nouvelles méthodes de traitement des déchets et de nouveaux équipements pour la collecte sélective peut entrer dans cette catégorie ;
- Interventions de gestion : l'introduction de nouvelles procédures de planification et de nouvelles stratégies de réduction des déchets peut entrer dans cette catégorie ;
- Mesures économiques. Il s'agit notamment d'incitations économiques telles que des incitations tarifaires ou des systèmes de consigne tels que ceux liés à l'utilisation de distributeurs automatiques inversés.

Les actions peuvent être mises en œuvre individuellement, mais de nombreuses activités à réaliser touchent plusieurs niveaux et doivent donc être développées de manière coordonnée et simultanée.

3.1. Interventions d'information et de sensibilisation

Le principal effet négatif du système actuel de gestion des déchets/déchets dans les ports, à savoir la pollution de l'eau, découle principalement du manque d'information et de sensibilisation des utilisateurs des ports, du manque/de l'absence d'infrastructures de livraison portuaires, mais aussi de la nécessité pour les utilisateurs de s'adapter à des règles/procédures différentes dans chaque port/pays.

Des actions de sensibilisation et d'information peuvent être développées auprès de tous les acteurs économiques impliqués à travers une activité de communication valable, afin de standardiser les méthodes opérationnelles et de gestion adoptées, au profit d'une gestion efficace des déchets et des résidus de cargaison à traiter.

Des actions de sensibilisation spécifiques peuvent concerner des catégories d'acteurs (par exemple, les navires livrant des déchets), afin de soutenir la bonne mise en œuvre de la

collecte séparée à bord des navires, de manière à valoriser des types de déchets homogènes au profit d'une valorisation rentable, plutôt que d'une élimination indifférenciée.
L'objectif principal des campagnes d'information sera d'identifier et d'informer clairement et objectivement sur les opportunités et les avantages de l'application, par exemple, des directives proposées concernant la gestion des déchets portuaires. À cette fin, l'implication des parties prenantes dès la phase de conception du nouveau système semble nécessaire, d'une part pour reconnaître les problèmes qu'elles détectent et y remédier dans la mesure du possible, et d'autre part pour les inciter à l'adopter et à le mettre en œuvre correctement (également par le biais de systèmes de récompense/incitation liés aux performances qu'il permet de contrôler).

Une plateforme informatique ("Edutech") est prévue pour la diffusion d'informations sur l'économie circulaire liées à la zone portuaire. Le contenu couvrira à la fois les activités du projet et les informations disponibles sur d'autres plateformes "ouvertes" de sensibilisation et de formation sur le sujet.
La population cible est souvent considérée comme un tout, mais l'expérience a montré que la prise en compte de groupes spécifiques peut être un moyen efficace de prévenir l'abandon des déchets et d'inciter à un tri approprié des déchets. Par exemple, la population peut être divisée en groupes cibles auxquels la communication s'adresse de préférence (par exemple les fumeurs, les plaisanciers, les jeunes, etc.).
Les mesures incitatives sont des leviers à activer par le biais de la communication qui peuvent inciter à un comportement correct en matière de gestion des déchets. Vous trouverez ci-dessous quelques stratégies possibles qui ont été appliquées dans des campagnes de sensibilisation à la gestion des déchets couronnées de succès.
Il est très important de tirer parti des normes et des comportements sociaux. Les normes sociales sont les façons dont la société attend des gens qu'ils vivent leur vie. Le comportement d'une personne est influencé par les normes sociales acceptées et peut donc changer à mesure que les normes, implicites ou explicites, changent ou évoluent.
Cela signifie que les campagnes de communication peuvent s'appuyer sur les normes sociales pour induire un comportement correct de la part du public cible.
Le recours aux incitations personnelles vise à attirer l'attention d'un individu de plusieurs manières, mais l'une des plus efficaces est la reconnaissance. Si les efforts d'une personne sont reconnus, son comportement positif est renforcé. Une autre façon d'attirer

l'attention des gens est de souligner l'impact positif qu'un bon comportement peut avoir sur leur vie. En gardant leur environnement propre, par exemple, les gens contribuent à leur propre santé et à leur bien-être, ainsi qu'à rendre leur environnement social plus vivable.

L'exploitation des aspects économiques montre qu'il est clair que les coûts de la prévention sont inférieurs à ceux de l'élimination et du traitement des effets des déchets abandonnés ou mal triés. Il est donc important de communiquer sur les avantages que chacun peut tirer de la réduction des dépenses liées à la gestion des déchets.

La sensibilisation vise à convaincre les personnes qui ne se rendent pas compte de l'impact réel des déchets abandonnés ou mal triés. Cela peut également résulter d'une mauvaise information. Par exemple, certaines personnes ont des idées infondées ou déformées sur la biodégradabilité et jettent leurs déchets en croyant que "la nature s'en occupera". De nombreuses organisations de prévention des déchets ont mené des campagnes pour mettre en évidence le temps nécessaire à la biodégradation des déchets abandonnés les plus courants. Par exemple, une peau de banane met un an à se biodégrader et, pendant ce temps, une peau de banane noire reste sur un trottoir. Réitérer et souligner l'importance des cours complémentaires d'éducation civique et environnementale est un projet de financement incontournable. De nombreux pays qui ont investi dans ce domaine en récoltent aujourd'hui les fruits.

Les coûts :

Les coûts d'une campagne de communication peuvent varier énormément en fonction de la manière dont elle est menée. Qu'elle soit locale, régionale, nationale ou internationale, la campagne de communication peut être organisée par des fondations, des organisations, des associations ou des administrations publiques, avec toutes sortes d'outils. Des réunions éducatives aux journées de motivation, en passant par les ateliers pédagogiques et les campagnes d'information. Il existe de nombreuses possibilités d'inclusion des parties prenantes et tout autant d'opportunités réalisables.

3.2. Interventions opérationnelles

Pour aborder le problème de la gestion des déchets, il faut rechercher l'interrelation de tous les aspects du point de vue de l'ingénierie environnementale, des meilleures technologies, des économies d'énergie et du développement durable. En outre, il faut

tenir compte du fait que les déchets sont à la fois une source dangereuse de pollution environnementale et une ressource précieuse s'ils peuvent être recyclés et réutilisés. Dans cette perspective, il est possible de repenser la gestion des déchets en s'éloignant du système de mise en décharge et en se rapprochant du concept de "fin des déchets", de la récupération et du recyclage des déchets, et de l'économie circulaire. La directive 2008/98/CE sur la gestion des déchets (transposée en droit national par le décret législatif n° 205 du 3 décembre 2010) devrait aider l'Union européenne à se rapprocher de l'économie circulaire en essayant de limiter la production de déchets et en utilisant les déchets comme une ressource à exploiter d'un point de vue énergétique. Il faut donc considérer que l'énergie provenant de sources non fossiles renouvelables n'est pas seulement éolienne, solaire, aérothermique, hydraulique, etc., mais aussi la biomasse, où il y a aussi des déchets, des gaz résiduels issus de processus d'épuration et du biogaz.

Le concept End of Waste indique des processus de valorisation spécifiques qui transforment les déchets en produits. Selon l'art. 184-ter du décret législatif du 3 avril 2006, no. 152 "Un déchet cesse d'être un déchet lorsqu'il a subi une opération de valorisation, y compris le recyclage et la préparation en vue du réemploi, et qu'il répond à des critères spécifiques, à adopter dans le respect des conditions suivantes (a) la substance ou l'objet est couramment utilisé à des fins spécifiques ; (b) il existe un marché ou une demande pour cette substance ou cet objet ; (c) la substance ou l'objet répond aux exigences techniques des fins spécifiques et est conforme à la législation et aux normes existantes applicables aux produits ; (d) l'utilisation de la substance ou de l'objet n'entraînera pas d'effets négatifs globaux sur l'environnement ou la santé humaine."

Telle est donc l'orientation principale du plan d'action proposé dans le cadre du projet Impacts-No pour résoudre les problèmes de gestion des déchets dans le secteur des déchets, conformément aux politiques énergétiques européennes.

Le projet "Impatti-NO" réalise une série de campagnes expérimentales sur des installations pilotes polyvalentes pour le traitement des déchets et des effluents afin d'identifier les meilleures technologies à appliquer à chacune d'elles en fonction des coûts de traitement et de la valeur économique finale du produit obtenu.

Sur la base de l'analyse des criticités du système de gestion des déchets et des effluents du port de Cagliari (chapitre 2 du présent plan d'action), il a été décidé de concentrer l'expérimentation technologique qui donnera lieu aux actions pilotes sur 2 types de

déchets[6] :

- Les plastiques constituent une catastrophe environnementale et un préjudice économique pour l'écosystème marin ;
- Les eaux de lavage des citernes (ou eaux de vidange) des navires sont à l'origine d'une pollution dangereuse en raison de leur forte teneur en huile, en hydrocarbures et en substances synthétiques. La pollution causée par ces effluents est irréversible en raison de l'absence d'installations de traitement appropriées.

Dans les deux cas, il y a des problèmes liés à la gestion des déchets (surtout pour les plastiques, il est difficile de définir quelles fractions sont recyclables) et au manque d'installations adaptées pour le traitement dans la perspective de l'économie circulaire.

En ce qui concerne ces déchets, on propose l'installation d'usines de traitement innovantes, capables de les valoriser économiquement, contribuant à un système de gestion plus durable sur le plan environnemental dans le cadre de l'économie circulaire.

Les traitements décrits dans les sections 3.2.1 et 3.2.2, seront testés en laboratoire, selon l'activité T2.1 du projet Impacts-No. L'expérimentation prévoit une analyse coûts-bénéfices finale, et l'application selon un modèle de réseau de transport qui permettra l'optimisation du système de gestion global (collecte-transport-traitement-remise sur le marché).

D'autres mesures infrastructurelles pour valoriser les biodéchets (section 3.2.3.), pour développer l'utilisation de matériaux inertes pour les travaux portuaires (section 3.2.4.), pour développer la filière hydrogène à partir de la biomasse (section 3.2.5.).

3.2.1. Installations novatrices pour le traitement des matières plastiques (également adaptées aux déchets solides municipaux)

L'un des types de déchets identifiés est le déchet portuaire, composé d'emballages livrés par les bateaux et de résidus collectés en mer (déchets marins), ainsi que de déchets organiques pour lesquels la technologie de "gazéification assistée par torche à plasma" a été sélectionnée comme traitement possible, adapté à la valorisation des déchets en énergie et/ou en produits, dans l'optique du "zéro déchet".

Un procédé utilisant uniquement le plasma thermique pour gazéifier les déchets susmentionnés et faire fondre la partie inorganique n'est pas durable (économiquement

[6] dont les caractéristiques sont analysées en détail dans les sections 2.1. et 2.2. du présent plan d'action.

compétitif) par rapport à un WtE classique[7] car il nécessite un apport élevé en électricité (estimé à environ 0,8 MWh d'électricité/tonne). La gazéification assistée par plasma (un procédé largement utilisé pour les déchets organiques) combine la gazéification de la partie organique (production de gaz de synthèse) avec l'utilisation ultérieure de plasma pour vitrifier la partie inorganique et nettoyer le gaz de synthèse produit. La "gazéification assistée par plasma", quant à elle, effectue une combustion partielle de la partie organique des déchets avec de l'oxygène (en dessous de sa concentration stœchiométrique), produisant un gaz synthétique (syngas) qui contient la plupart de l'énergie chimique et thermique des déchets d'origine et qui, une fois purifié, pourrait être utilisé dans une turbine à gaz pour produire de l'électricité (WtE) et/ou de l'éthanol (WtP[8]).

L'adoption de la technologie des torches à plasma est un choix approprié pour la réduction de la partie carbonée (char) et liquide (goudron) du gaz de synthèse. En effet, la haute intensité énergétique et les températures élevées que l'on peut obtenir avec le Plasma permettent la destruction de molécules organiques complexes et la production d'un gaz de synthèse exempt de goudron et de particules carbonées avec une augmentation qualitative supplémentaire du gaz de synthèse en termes de rapport CO/H2, qui, après un prétraitement pour éliminer les gaz acides (HCl, H2S), peut être utilisé pour la récupération d'énergie (WtE) ou pour produire des produits chimiques (WtP). Les températures élevées minimisent le risque de recombinaisons des molécules simples obtenues lors du traitement et donc la formation de composés aromatiques et hautement toxiques. L'utilisation du plasma (qui agit comme un dissociateur moléculaire) couplé à un processus de gazéification pour produire du gaz de synthèse conduit à un gaz de synthèse (gaz de synthèse - propre) à haut pouvoir calorifique. En outre, grâce à la forte intensité énergétique et aux températures élevées que l'on peut atteindre avec le plasma, la fraction inorganique des déchets est convertie en un laitier vitreux qui, étant totalement inerte, peut être considéré comme un sous-produit en soi (par exemple, comme matériau de remplissage) ou pour extraire des produits à haute valeur ajoutée (WtP) du laitier par des transformations ultérieures. De cette façon, il n'y a plus de résidus à éliminer dans les décharges (zéro déchet). L'extrême polyvalence d'un tel procédé faisant appel au plasma est qu'il peut traiter tous les déchets (à l'exception des

[7] Des déchets à l'énergie

[8] Des déchets aux produits

déchets nucléaires), puisque la seule variable est la quantité d'énergie électrique nécessaire pour faire fondre les déchets.

3.2.2. Des installations de traitement des eaux innovantes pour le SLOP

Le deuxième type de déchets identifié est constitué par les eaux de lavage des réservoirs de navires (connues sous le nom de "slops") pour lesquelles a été sélectionnée une technologie utilisant des procédés d'oxydation avancée (AOP et/ou EAOP), capables de purifier ces eaux. Les procédés classiques de traitement des eaux usées sont généralement inefficaces pour l'épuration des eaux contenant des contaminants organiques toxiques et des biorécidivistes, qui plus est en présence d'une salinité élevée comme c'est le cas ici. Un grand nombre de procédés d'oxydation avancée (POA) ont été appliqués avec succès pour dégrader ces contaminants dans ces eaux. Ces méthodes sont basées sur la génération d'un oxydant vraiment puissant comme le radical hydroxyle (OH) en solution, capable de détruire les matières organiques jusqu'à leur minéralisation complète. Ces dernières années, de nouveaux procédés de traitement alternatif basés sur la technologie électrochimique ont été mis au point. Ils sont extrêmement efficaces pour décontaminer les eaux usées contaminées par des herbicides, des pesticides, des chlorophénols, des nitrophénols, des biphényles polychlorés, des produits pharmaceutiques, etc. toxiques et persistants. Les procédés avancés d'oxydation électrochimique (EAOP) se sont avérés être des méthodes émergentes respectueuses de l'environnement, extrêmement compactes et modulaires, et facilement intégrables dans des systèmes d'usines plus complexes. Nous proposons donc une station d'épuration utilisant des procédés d'oxydation avancée (AOPs et/ou EAOPs), visant à épurer les eaux de lavage incluses dans l'annexe I (ILO), concernant les résidus liquides contenus dans la citerne du navire et restant à la fin des opérations de déchargement, y compris les lavures, slops et eaux de ballast contenant des huiles) et II (SUBSTANCES LIQUIDES NOCIVES concernant les résidus liquides contenus dans les citernes des chimiquiers et restant à la fin du déchargement, y compris les lavures et eaux de ballast contenant des substances dangereuses et nocives.

Le procédé d'épuration est efficace pour traiter les eaux usées à forte charge polluante et convient donc aux applications suivantes :

- Traitement des liquides contaminés par des hydrocarbures et des solvants chlorés ;

- Elimination du MTBE (Methyl-Tertiar-Butyl-Ether) avec atteinte de la limite de rejet de 10 µg/l ;
- Élimination des métaux lourds ;
- Traitement des liquides à forte concentration de matières organiques, avec des taux d'élimination de la DCO pouvant atteindre 99 % ;
- Traitement des liquides à forte teneur en bactéries.

L'installation de traitement peut avoir une configuration modulaire pour garantir l'adaptabilité à différents types de contaminants et une intégration facile du processus dans les installations existantes.

L'objectif de ce traitement, selon le paradigme de l'économie circulaire, est d'assurer une performance optimisée en termes de :

- Minimisation des émissions chimiques dans l'environnement ;
- Minimisation des résidus de traitement et des déchets (zéro déchet) ;
- Minimisation des additifs chimiques ajoutés ;
- Maximisation des sous-produits pouvant être obtenus (waste to product - W.T.P.) ;
- Optimisation du coût du processus, en termes de budget global de traitement se référant à l'installation pilote utilisée dans l'expérience et ayant des caractéristiques évolutives vers une installation industrielle.

L'efficacité du traitement sera évaluée sur la base de sa capacité à réduire les résidus rejetés dans l'environnement à la fin du processus, en tenant compte des différents impacts environnementaux des substances rejetées, des plus dangereuses aux moins dangereuses. Il est souligné que l'efficacité du traitement sera évaluée globalement selon le paradigme de l'économie circulaire et donc en tenant compte également de la valeur commerciale des produits et sous-produits qui résulteront du processus.

3.2.3. Utilisation des biodéchets/déchets organiques

Les réglementations française et européenne fixent des objectifs dans la hiérarchie des méthodes de traitement. La première priorité est de réduire la quantité de déchets produits, soit en évitant leur production, soit en leur offrant une seconde vie. La valorisation des matières organiques et des déchets prend alors sa place, favorisant le tri des déchets à la source, permettant ainsi une meilleure récupération et un meilleur recyclage des produits. Le traitement des déchets ainsi collectés permet d'alimenter une économie circulaire et d'éviter l'exploitation de nouvelles matières premières. La valorisation énergétique est également une forme de valorisation qui permet d'utiliser le

pouvoir calorifique des déchets et de le transformer en énergie, chaleur, froid, électricité qui seront utilisés pour répondre aux besoins locaux. La dernière étape de cette hiérarchie est l'élimination des déchets, lorsque les déchets sont dépourvus de tout capital matériel ou énergétique et que toutes les formes d'évitement ont été mises en œuvre.

La valorisation organique des biodéchets et des déchets est d'une importance capitale et les mesures à suivre sont multiples.

La première mesure concerne le flux de déchets organiques : au-delà des enjeux réglementaires, la gestion de ce flux présente une opportunité pour la CCI de proposer une solution de gestion en circuit court, et d'associer les professionnels de l'hinterland portuaire à ce projet. Plusieurs scénarios sont présentés dans le plan d'action. Le soutien à la mise en place d'une chaîne d'approvisionnement pour les déchets organiques provenant de producteurs non ménagers est l'une des quatre actions du plan.

La gestion de proximité des biodéchets consiste à mettre en œuvre des solutions permettant d'éviter leur production ou de favoriser leur valorisation à proximité de leur lieu de production. Ces solutions reposent sur les principes suivants : promouvoir la prévention et la réutilisation locale des déchets organiques, impliquer et responsabiliser les producteurs de déchets, limiter le transport des déchets et assurer un retour local à la terre du recyclage organique de qualité. Tous ces principes impliquent la mobilisation et le savoir-faire des professionnels locaux pour mettre en œuvre les systèmes pertinents sur le terrain. Le choix des systèmes pertinents est basé sur la nature des déchets organiques, le type de maître d'ouvrage, les orientations politiques locales ou internes, et le potentiel identifié sur le territoire en termes d'acteurs, de filières et de sites.

Voici une liste des systèmes possibles de gestion des déchets organiques, allant des systèmes de gestion sur site à la création d'une plateforme de compostage industriel : -Création de sites de compostage partagé avec une limite d'une tonne par semaine : cette solution est capable de traiter 50 tonnes par an et nécessite un espace en contact direct avec le sol. Cette solution doit être associée à d'autres dispositifs pour absorber les tonnes de déchets organiques disponibles, mais elle présente l'avantage d'offrir une solution sur place tout en étant sensible au problème de l'élimination du compost.

-Agir sur les déchets organiques : cette action permet à la fois d'améliorer la performance de la gestion des déchets en en valorisant davantage, et d'offrir une solution de gestion locale et circulaire.

Les producteurs de déchets organiques mettent en commun une installation pour

transformer leurs déchets organiques en valorisation biologique qui sera utilisée localement par les services de maintenance du port, par exemple en optimisant l'utilisation des granulats pour éviter de puiser dans les ressources naturelles.
Le compostage est le processus par lequel la fraction organique des déchets est recyclée. Parallèlement aux techniques de compostage industriel et de compostage domestique, les premières expériences de compostage "communautaire" ont été lancées ces dernières années, notamment dans les pays d'Europe du Nord, à l'aide de petites machines peu coûteuses (20 000 à 30 000 euros), adaptées au traitement sur place des fractions organiques produites par des communautés telles que des immeubles d'habitation, des cantines, des hôtels, des communautés isolées et des petites îles.
Selon les informations recueillies auprès de l'un des principaux fabricants de ces machines, il n'existe - du moins à titre préliminaire - aucune contrainte concernant l'utilisation de ces systèmes sur les navires de croisière/ferry.
Bien que, comme cela a déjà été souligné, les aspects liés aux éventuelles contraintes réglementaires et à la nécessité de consacrer de l'espace et, en partie, du personnel au compostage à bord doivent être mentionnés, il est jugé utile de fournir cette étude approfondie sur le compostage industriel précisément pour soutenir l'analyse des coûts et des avantages liés à cette solution. Les caractéristiques suivantes font référence aux modèles commercialisés par la société suédoise Joraform AB : les principales caractéristiques techniques et de performance sont résumées en points. Ces machines sont déjà équipées d'un système de broyage et de dosage automatique de l'agent structurant (pellets), à l'exclusion du Biocontainer.
La structure de la machine est en acier et est équipée d'une double chambre de séchage.
Consommation d'électricité :
-modèle JK 5100 : 850 kwh/an
-modèle JK 6200 : 950 kwh/an

Pour une gestion correcte de la machine, il est important de définir une personne responsable du contrôle quotidien et de la vidange. La gestion quotidienne est d'environ 30 minutes/jour.
Un entretien périodique correct des lames du broyeur, du moteur du broyeur et du système de ventilation garantit un cycle de vie de la machine de plus de 20 ans.
Caractéristiques de performance :
La JK 5100 est capable de traiter environ 700 litres/semaine de matières organiques, ce

qui équivaut à environ 20 tonnes/an, dans le cas d'une matière ayant un poids spécifique d'environ 0,5 kg/litre.
La JK 6200 est capable de traiter environ 1400 litres/semaine de matières organiques, ce qui équivaut à environ 40 tonnes par an, dans le cas de matières ayant un poids spécifique d'environ 0,5 kg/lt.

Les matières organiques admissibles sont les suivantes :
- les déchets biodégradables de cuisine et de cantine (20 01 08) ;
- les déchets biodégradables de jardin et de parc (20 02 01) ;
- sciure, copeaux, résidus de bois, placages (03 01 05) ;
- écorces et déchets de bois provenant de la transformation du papier, s'ils ne sont pas ajoutés (03 03 01) ;
- les matières filtrantes provenant de l'entretien périodique du biofiltre desservant l'équipement (15 02 03) ;
- les emballages en papier et en carton (15 01 01) ;
- emballage en bois (15 01 03) ;
- papier et carton (20 01 01).

La production de compost est comprise entre 15 et 25 % par rapport au matériau traité.
Le condensat qui en résulte peut être réinjecté dans le processus de compostage.
Les liquides résultant du processus sont constitués d'eau de condensation causée par le processus de compostage.
Les émissions dans l'atmosphère contiennent de l'air chaud, des condensats et du CO2.
Les machines peuvent être installées soit sous un auvent, soit dans des espaces complètement fermés. Leur couverture facilitera l'intervention de l'opérateur et le processus de compostage. En outre, ils sont équipés de pieds réglables en hauteur pour permettre une mise à niveau correcte.

Figure : Composteur industriel

Joraform commercialise également un modèle de biocontacteur non chargeable, d'une capacité de traitement de 130 tonnes/an, actuellement en cours de modernisation.

Figure : Biconteneur démontable

Caractéristiques dimensionnelles
JK5100 2950X1170X1470 mm
JK6200 5309X1170X1470 mm
BIOCONTAINER 5309X1170X1470 mm

Coûts

Modèle	Unité de prix.	prix avec accessoire de solution de cuisine (sans distributeur de granulés)	Tonnes/an
JK5100	€ 27.600,00	€ 29.900,00	20
JK6200	€ 35.600,00	€ 38.000,00	40
Biconteneur non chargeable	€ 105.500,00	ND	130

En option	
Biofiltre professionnel à charbon actif	€ 3.990
Système de chauffage à 1 chambre pour	€ 1.650

JK5100	
Système de chauffage à 2 chambres pour JK5100	€ 2.600
Système de chauffage à 1 chambre pour JK6200	€ 2.300
Système de chauffage à 2 chambres pour JK6200	€ 3.300

3.2.4. Développer l'utilisation de matériaux inertes pour les travaux portuaires

Il existe des acteurs sur le terrain qui sont capables de recycler les agrégats issus de la déconstruction. L'utilisation potentielle des granulats recyclés est multiple. Ils peuvent remplacer utilement et avantageusement les agrégats dits "naturels" dans la grande majorité des utilisations traditionnelles.

Plus généralement, le développement de l'utilisation de matériaux recyclés nécessite :

- Encourager les entreprises à utiliser des matériaux recyclés en incluant dans les consultations de marché la possibilité de mettre à disposition des matériaux alternatifs au niveau du CCTP (clauses techniques particulières), y compris dans les listes de prix, soit en le proposant comme offre de base, soit en incluant une variante pour l'utilisation de matériaux alternatifs.
- Favoriser l'échange de matériaux d'excavation en identifiant les zones de remplissage possibles. Il faut anticiper pour créer des permis d'aménagement et permettre ainsi des débouchés pour les matériaux d'excavation locaux.
- La mise à niveau des installations de recyclage pour améliorer la qualité des granulats recyclés nécessite des investissements.
- Former les entreprises utilisant des matériaux alternatifs à l'application des matériaux.

3.2.5. Développer la chaîne d'approvisionnement en hydrogène à partir de la biomasse

L'objectif de cette action est de pouvoir produire de l'hydrogène "carburant" pour alimenter une flotte de véhicules ou de navettes maritimes. Cette énergie hydrogène

peut être dérivée de la biomasse du bois et des déchets verts.
Pour faire avancer cette action de manière pertinente, il est nécessaire de consolider la chaîne d'utilisation de l'hydrogène en aval : prévoir des stations d'hydrogène au port pour alimenter les navettes maritimes. Afin d'étudier la faisabilité de ce projet, il sera nécessaire d'approcher les entreprises de collecte de déchets. Un deuxième élément de la chaîne d'approvisionnement en aval à consolider est l'intérêt local pour l'utilisation du biochar produit par la thermolyse de la biomasse en hydrogène. Le coût de revente utilisé par les producteurs est inclus dans le calcul du bilan économique global et son impact est important. L'identification des besoins agronomiques régionaux doit être consolidée.

3.3. Interventions de gestion

Les interventions de gestion doivent être soutenues par la mise en œuvre de lignes directrices pour la gestion durable des déchets avec les principes de l'économie circulaire et toutes les implications de gestion connexes qui doivent être reflétées dans la planification portuaire comme un concept central. Il est essentiel que ces interventions comprennent des mesures innovantes du côté de la gestion et de la planification logistique du système.

3.3.1. Directives pour la collecte sélective

L'action proposée concerne la préparation de lignes directrices pour la gestion durable des déchets selon les principes de l'économie circulaire dans les ports. Le concept d'économie circulaire adopté ici est le suivant : un système dans lequel la voie production-consommation-élimination est dépassée et remplacée par un modèle qui est, en fait, circulaire, où le déchet final est remis en circulation comme une seconde matière première. Par conséquent, après la consommation et avant l'élimination éventuelle, des processus vertueux tels que la réutilisation et le recyclage doivent être activés (Lauri P., 2019).
Il s'agit d'un document méthodologique visant à soutenir la mise en œuvre de plans d'action pour améliorer les capacités de planification des ports dans le domaine des stratégies de durabilité et d'économie circulaire. Les lignes directrices peuvent être

divisées selon les contenus suivants :

- la définition d'objectifs d'économie circulaire stimulants et mesurables. Il est nécessaire de définir des repères précis pour la mesurabilité de l'économie circulaire, sinon il serait bien difficile d'obtenir un retour d'information en termes de résultats des actions menées ou à mener et, par conséquent, d'évaluer les bénéfices en termes d'économie et de conservation des ressources. Les objectifs peuvent être hypothétiques en termes de : pourcentage de déchets et de rebuts livrés séparément, pourcentage de déchets envoyés en récupération et recyclés (sous forme de seconde matière première ou de valorisation énergétique), prévention et réduction des émissions polluantes dans l'eau et l'atmosphère (ICESP, 2018) ;
- la coordination avec la planification portuaire pertinente, ainsi qu'avec d'autres niveaux de gouvernance pertinents, en particulier, il est fait référence ici aux plans énergétiques et environnementaux portuaires et aux plans régionaux (et métropolitains) de gestion des déchets. Une coordination efficace entre les plans, permettant de définir un contexte de référence clair et stable à moyen terme, est un facteur déterminant pour le succès des actions. Des mises à jour des réglementations existantes concernant la gestion des déchets dans la zone portuaire, intégrant les orientations adoptées, pourraient également être envisagées dans ce contexte ;
- l'identification et la participation des acteurs et parties prenantes locaux. Cette activité vise à mettre en évidence les synergies possibles au niveau local, ainsi qu'à sensibiliser les acteurs, à partager les objectifs et à recevoir des suggestions utiles pour la définition des actions ;
- l'adoption d'actions visant à encourager la réduction, la réutilisation et le recyclage des déchets, en vue d'une approche intégrée (de la collecte au traitement), dans le respect du rôle de chaque opérateur, en assurant l'industrialisation nécessaire de l'ensemble du secteur de la gestion des déchets, y compris par une collaboration public-privé. Quelques exemples : soutenir le développement de chaînes d'approvisionnement courtes (exploiter l'interaction ville-port dans le domaine de la gestion des déchets et des processus de recyclage) ; adopter des critères économiques/financiers (systèmes de tarification ; marchés publics écologiques - MPE ; critères environnementaux minimaux - AEM, etc.) qui incitent les entreprises et les opérateurs à contribuer à la réalisation des objectifs.
- des activités de suivi qui devraient être une source d'inspiration pour orienter de nouvelles actions. La définition d'ensembles spécifiques d'indicateurs ainsi que la collecte et le suivi des données correspondantes sont des éléments fondamentaux car ils

permettent de vérifier l'efficacité des actions dans la réalisation des objectifs, ainsi que d'entreprendre des actions correctives in itinere et de guider leurs révisions périodiques.
On estime qu'environ un tiers des aliments produits pour la consommation humaine - dans le monde entier - ne sont pas réellement consommés et finissent par être traités comme des déchets. Les "pertes" le long de la chaîne de production (y compris la culture), de transformation et de distribution des aliments se produisent à chaque étape de la chaîne d'approvisionnement, y compris la restauration.
Cette mesure décrit les points clés d'une stratégie efficace de lutte contre le gaspillage alimentaire, telle que fournie par le secteur HORECA (Hotel, Restaurant and Catering), qui est donc également applicable aux installations de bar, de restaurant et de self-service sur les ferries et les navires de croisière.
La stratégie doit inclure toutes les phases du cycle de vie de la préparation et du service des repas, de la conception des menus à la gestion des déchets. Pour chacune de ces phases, des séries de suggestions sont fournies pour aider à formuler la stratégie.

PRÉPARATION DU MENU
Encourager la présence du "plat du jour" sur le menu chaque fois que cela est possible.
Concevoir le "plat du jour" en utilisant également des produits proches de la date de péremption.
Limiter le nombre de plats figurant au menu, ce qui permet de limiter les déchets.
Utiliser le même produit pour différentes recettes
Faites attention à la saison : certains plats sont plus ou moins appréciés à une certaine période de l'année.
Si possible, proposez un choix de tailles de portions pour permettre aux clients de choisir en fonction de leur appétit.
N'oubliez pas d'inclure un menu pour enfants lorsque cela est possible.
Si vous souhaitez inclure un nouveau plat dans le menu, organisez une dégustation avec un panel d'employés : cela permettra d'ajuster le goût/les portions et les ingrédients et d'éviter que les plats ne soient pas consommés par les clients.

LE CHOIX DES PRODUITS
Dans la mesure du possible, choisissez des produits de saison et privilégiez l'approvisionnement auprès de producteurs locaux avec lesquels il est généralement

plus facile de conclure des accords flexibles.
Maintenez une communication active avec vos fournisseurs pour vous assurer que la qualité/les caractéristiques des produits correspondent à vos besoins (par exemple, pour éviter les gros légumes, etc.) ;
Vérifiez ce qui vous est livré, pour vous assurer que la durabilité est appropriée ou que l'emballage n'est pas endommagé. Accordez une attention particulière aux produits plus périssables tels que les fruits et les légumes, car les "meurtrissures" entraînent une détérioration prématurée.

LE STOCKAGE DES PRODUITS
Si possible, limitez les stocks
Si possible, privilégiez les petits paquets et évitez la préproduction afin d'être plus flexible en cas de fluctuation de la demande.
Appliquer les principes FIFO (First In First Out) et FEFO (First Expired First Out) pour éviter les gaspillages et les pertes.
Faites attention aux produits périssables (par exemple, les fruits, les légumes, etc.). Évitez d'endommager l'emballage, car cela diminue la durée de conservation ;
Encouragez le stockage sous vide pour prolonger la durée de conservation. Développer le gel pour mieux gérer les stocks. Techniques Cook & Chill[9] prolongent également la durée de conservation
Étiquetez tout ce qui se trouve dans la chambre froide, pour être sûr de connaître chaque produit/ingrédient/plat, ainsi que la date d'expiration

CUISSON DES ALIMENTS
Privilégier les saveurs aux quantités
Ajuster les portions en fonction des demandes des clients
Une bonne préparation des recettes est cruciale : de nombreuses pertes/gaspillages alimentaires sont le résultat d'une préparation inadéquate. Elle doit être personnalisée pour répondre aux besoins des clients et éviter les pertes.

Évitez les garnitures inutiles, afin de garantir que les plats soient entièrement consommés.
Si possible, essayez de préparer/cuire le produit (par exemple, un morceau de viande) entier pour réduire les pertes.
Utilisez différentes techniques de cuisson pour un même légume afin de l'inclure sous différentes formes dans différents plats. Utilisez les restes pour préparer des bouillons, des soupes, etc ;
Utilisez le bon équipement (par exemple, certains éplucheurs de légumes produisent des épluchures plus légères).

ENGAGER UN DIALOGUE AVEC LES CLIENTS
Sensibilisez vos clients à vos efforts pour réduire les pertes et les gaspillages alimentaires : encouragez-les à agir de manière responsable et durable.
Engagez un dialogue avec vos clients pour savoir quelles sont leurs attentes en termes de taille des portions et assurez-vous que le personnel de service transmet l'information à la cuisine.
Proposer aux clients des portions et des options différentes, par exemple en envisageant de proposer un supplément du même plat.
faire preuve de souplesse à l'égard des demandes des clients concernant des ingrédients spécifiques dans la recette
Soyez transparent : expliquez au client que si l'offre de menu est limitée ou si certains plats ne sont pas disponibles, c'est parce que les produits sont frais et que les stocks sont limités pour éviter le gaspillage.

RÉCUPÉRATION/REUSE
Certains produits alimentaires comestibles proches de la date de péremption mais encore sûrs peuvent être donnés aux banques alimentaires et aux organisations caritatives. Il est utile d'établir un partenariat avec de telles organisations.
Certains déchets peuvent également être utilisés comme aliments pour animaux. Les partenariats peuvent également être utiles à cette fin.
D'autres partenariats peuvent être conclus pour la réutilisation de certains déchets :

par exemple, il existe des expériences de réutilisation du marc de café pour la production de champignons.[10]

DISPOSITIONS SPÉCIFIQUES POUR LE BUFFET
Essayez de ne pas servir le pain au début du buffet. Si les clients reçoivent moins de pain, ils consommeront une plus grande partie des aliments du buffet, ce qui limitera les restes.
Ne pas réapprovisionner le buffet dans le dernier quart d'heure.
Contrôler régulièrement les clients, pour mieux adapter la quantité fournie à leur appétit
Faites attention à l'emballage des boissons : certains emballages permettent une durée de conservation plus longue. Par exemple, pour certaines boissons, les canettes peuvent être plus appropriées que les grandes bouteilles.

Comme le montrent les suggestions résumées dans les étapes, les accords avec les partenaires pour mettre en œuvre des formes de réutilisation (par exemple, par le don de produits périmés) et de recyclage des déchets semblent être une partie fondamentale d'une stratégie efficace contre le gaspillage alimentaire.

En ce qui concerne les coûts, la conception et la mise en œuvre d'une stratégie visant à réduire le gaspillage alimentaire nécessitent de dégager les ressources, en termes de personnes, pour la formulation et la mise en œuvre de la stratégie, pour exécuter le programme qui en est la traduction opérationnelle, y compris les processus d'apprentissage que ces mesures impliquent.

Afin de dimensionner l'engagement en termes de temps et de ressources humaines, il est utile de prendre comme référence le projet Food Talks, approuvé dans le cadre du programme Erasmus + et visant, précisément, à favoriser le développement d'approches durables dans le secteur de la restauration. Dans le cadre du projet, les restaurateurs ont accès gratuitement à un parcours guidé visant à créer des outils et des modèles (boîte à outils) pour mettre en œuvre une campagne d'action, avec leur personnel, pour des cantines/restaurants plus sains et plus durables.

En cas d'adhésion, l'engagement estimé du personnel du restaurant/cantine comprend :

- Participer à une réunion cognitive initiale qui comprend les responsables et les

personnes de contact du service de restauration (gestionnaire/prestataire du service).

- Participer à une réunion opérationnelle avec l'équipe centrale.
- Participation de l'équipe centrale à un atelier
- Calendrier des actions pilotes à mettre en œuvre dans le cadre de l'activité normale
- Mise en œuvre d'activités de mesure et de suivi dirigées par l'équipe du projet

Cet engagement est estimé pour le personnel coordonné par l'équipe du projet Food Talks, bien sûr dans le cas d'une planification de travail indépendante sans soutien externe, la dépense de temps et de ressources dédiées est plus élevée.

Quant à la plateforme de tri TCA, elle peut certainement être modifiée pour améliorer les performances de collecte en adaptant les conteneurs.

L'objectif est de pouvoir collecter des flux de déchets supplémentaires à la source afin de les diriger vers les bonnes chaînes d'approvisionnement. L'augmentation de la collecte sélective permet de réduire les quantités de déchets solides, d'inclure cette démarche dans les objectifs de la stratégie nationale et régionale de réduction des déchets et donc de maîtriser les coûts d'élimination des déchets solides.

Prisma Med : 2 millions d'euros pour la gestion des déchets de la pêche et de l'aquaculture

Prisma Med est un plan de gestion des déchets de la pêche et de l'aquaculture Deux millions d'euros pour un plan de gestion des déchets, des projets pilotes et des bonnes pratiques en matière de gestion des déchets de la pêche, de l'aquaculture et de la mytiliculture sur plus de 4 200 kilomètres de côtes, de la Ligurie à la Toscane, de la Corse à la Sardaigne. Il s'agit de Prisma Med, le projet du programme Interreg Italie-France Maritime 2014-2020, qui a pour objectif stratégique la gestion intégrée, dans les ports commerciaux et les marinas, des déchets et rejets produits par les activités de pêche et de plaisance. Les objectifs du projet comprennent : l'amélioration des conditions environnementales, logistiques et hygiénico-sanitaires dans les zones portuaires, la création d'une "chaîne de déchets" et la mise en place d'îles écologiques expérimentales ad hoc, le développement d'une économie circulaire liée à la récupération intégrale de certains déchets organiques et inorganiques, typiques de la pêche et de l'aquaculture,

afin de les réintroduire dans le cycle de production. Le projet prévoit également la rédaction et le partage de protocoles de bonnes pratiques pour la gestion des déchets issus de la pêche, de l'aquaculture et des activités récréatives.

3.3.2.Optimisation du système de traçabilité

Quant à l'optimisation du système de traçabilité, elle doit être analysée dans le plan de gestion des déchets. Cependant, les données rapportées dans le plan de gestion des déchets (PGD), comme cela a déjà été souligné, présentent plusieurs incohérences. Pour les catégories de déchets non mentionnées, il n'y a pas de données car soit elles ne sont pas disponibles, soit il n'y a pas eu de demande ou d'exigence de collecte. Il devient donc évident qu'une analyse correcte et cohérente des données est importante pour la planification du système de gestion des déchets. Les données sont fondamentales pour l'évaluation des besoins du système, qui est la base d'une planification correcte des appels d'offres pour l'attribution des services. En se référant à un niveau plus large et moins spécifique, il est possible d'indiquer d'autres facteurs qui ont un impact sur la gestion optimale des données :

- des difficultés de traçabilité dues au système de dérogations ;
- d'éventuelles améliorations dans la gestion des données relatives aux notifications à l'autorité maritime de la

l'intention de livrer des déchets par le capitaine d'un navire à destination d'un autre pays. aéroport national, comme le prévoit l'article 6 du décret législatif 182/2003 ;

- le cadre réglementaire et les obligations connexes ;
- le nombre et l'hétérogénéité des acteurs impliqués dans la chaîne de données.

Par exemple, l'autorité du système portuaire du nord de la mer Tyrrhénienne a développé la plateforme "MoniCA" pour la surveillance portuaire en temps réel, qui peut être intégrée à tous les systèmes dédiés tels que les capteurs spécifiques, les stations météorologiques et les caméras. La plateforme dispose également de toutes les informations sur les mouvements de navires dans le port de Livourne, y compris les données sur les mouvements individuels et sur les navires concernés. Grâce à cette plateforme, les bureaux de l'AdSP de Livourne disposent d'une multitude d'informations sur les activités portuaires, tant du côté de la mer que de la terre, qui peuvent être

intégrées les unes aux autres.

La création d'un module dédié à la gestion des déchets au sein de la plateforme MoniCA, qui s'inscrit dans le cadre d'une planification stratégique comprenant des lignes directrices pour la gestion du cycle des déchets, peut être intégrée aux informations sur les navires qui arrivent, partent et stationnent dans le port, ainsi qu'aux informations provenant des capteurs et des caméras installés dans le port. La plateforme de suivi portuaire intègre toutes les données et fournit des informations plus précises sur chaque type de situation.

Le module du cycle des déchets au sein de MoniCA peut également servir de centre pour le téléchargement et la gestion documentaire des informations sur la collecte, le transfert et l'élimination par les différents opérateurs, afin de fournir à l'utilisateur une image complète de la gestion des déchets.

Les ensembles spécifiques d'indicateurs identifiés dans les phases de planification seront initialement chargés dans le module déchets en tant qu'indicateurs liés à la réalisation des objectifs fixés, tandis qu'ils pourront ensuite être complétés, affinés et modifiés dans les phases ultérieures de mise en œuvre du plan (par exemple, la construction de nouvelles installations), de sorte qu'ils pourront également être gérés par rapport aux indicateurs réellement disponibles et détectables avec les ressources allouées à cette activité ou de toute façon disponibles pour le suivi.

Pour la réalisation d'une surveillance constante en relation avec les objectifs spécifiques énoncés dans les lignes directrices, il est nécessaire de mettre en œuvre un plan de surveillance, à un niveau général, avec les objectifs suivants :

- l'identification de l'ensemble des indicateurs nécessaires au suivi des objectifs
- l'identification des sources alimentant les données pour chaque série d'indicateurs, qui peuvent être soit technologiques, soit physiques ;
- définition et vérification de la modalité (et éventuellement de la responsabilité) de l'alimentation des indicateurs de réalisation, de résultat, d'impact et de réponse ;
- l'identification des relations entre les sujets et les indicateurs détectés, en définissant également dans les phases suivantes les moyens et les temps pour soutenir un flux d'informations adéquat ;
- l'élaboration des indicateurs en relation avec les objectifs de remodelage des procédures de peuplement ;
- coordonne les activités de rapport périodique.

3.3.3.Réorganisation des aspects logistiques de la gestion des déchets

La réorganisation des aspects logistiques et opérationnels devrait viser à stimuler les possibilités de récupération et/ou de valorisation de certains types de déchets. Cette action est évidemment étroitement liée à divers aspects, tels que la définition d'objectifs spécifiques pour la réduction des déchets produits et l'augmentation du recyclage et de la réutilisation, d'éventuelles nouvelles méthodes de tarification et une gestion des données meilleure et plus efficace. Cette action nécessite toutefois des activités de planification minutieuses qui, partant de la situation actuelle, identifient les besoins et les exigences spécifiques du site, afin d'évaluer si les actions doivent uniquement inclure une réorganisation et une optimisation des aspects logistiques et de traitement des déchets ou, plus massivement, la construction de nouvelles infrastructures de gestion des déchets appropriées ou la mise en œuvre et l'amélioration des infrastructures existantes pour pallier les lacunes actuelles. Il est essentiel, dans cette phase, d'impliquer les parties prenantes appartenant aux différents organes et toutes les personnes concernées par le processus de participation et de prise de décision dès les activités préliminaires.

Les phases sont définies comme suit :

- Identification des parties prenantes (par exemple, les fournisseurs de services de collecte des déchets portuaires, les concessionnaires des zones concernées, les représentants des activités dans ou à proximité des zones concernées, les organismes publics concernés, la capitainerie, les armateurs, les coopératives de pêcheurs, les utilisateurs des services portuaires) ;
- Participation à des réunions ciblées et à d'éventuelles campagnes de sensibilisation et d'information des parties prenantes ;
- Analyse et définition des besoins et des idées spécifiques ;
- Identification d'actions spécifiques en réponse aux besoins identifiés ;
- Planification et mise en œuvre des investissements connexes ;
- Faciliter les utilisateurs à éliminer les déchets de manière efficace, sur la base d'informations et d'instructions données de manière accessible, simple et précise ;
- Mettre en place un système simple de communication d'informations sur les quantités et les types de déchets afin d'optimiser la collecte des déchets.

En ce qui concerne le thème de la valorisation des déchets, un exemple efficace concerne certainement le port de Livourne. Actuellement, la gestion des déchets liquides est assurée par Labromare srl et comprend la récupération et l'élimination des déchets constitués d'huiles de cale provenant de la navigation, de déchets contenant des hydrocarbures, de solutions aqueuses de déchets (slop d'hydrocarbures). Les procédures actuelles prévoient une récupération totale des matériaux livrés, ce qui est déjà considéré comme une gestion "circulaire" des déchets. Comme le décrit Labromare, la procédure de récupération des matières premières passe par plusieurs étapes, dont les suivantes :

1. collecte des eaux de cale et des mélanges composés d'eau et d'huile (composés d'environ 20 % de fioul et d'huile de graissage) ;
2. la séparation de l'eau et de l'huile par centrifugation ;
3. l'élimination des boues qui se forment à la surface ;
4. collecte de l'huile maintenant séparée et purifiée de l'eau et des autres débris.

Une fois le pétrole obtenu, il est importé par les douanes et mis sur le marché comme un produit destiné à la production de fioul. Un produit est ainsi obtenu à partir de déchets et est économiquement rentable et autosuffisant. Un parfait exemple d'économie circulaire qui, à partir de déchets, génère une nouvelle matière première, la seconde.

La création de nouvelles chaînes d'approvisionnement circulaires basées sur les déchets livrés au port, comme la réutilisation de l'eau qui est actuellement déversée dans la mer, cause non seulement des dommages d'un point de vue environnemental, mais pose également un problème d'un point de vue économique car un produit réutilisable n'est pas utilisé.

La présence d'installations de traitement dans le port de Livourne, comme prévu par les objectifs du décret législatif 182/2003, fait de Livourne l'un des rares ports au niveau national où il est possible de gérer plus efficacement les déchets générés par les navires. En outre, Labromare peut réaliser des activités de traitement des déchets dans ses propres installations, comme elle le fait actuellement pour la gestion des déchets liquides et solides.

Avec une situation telle que celle décrite, il est possible de supposer la création de voies vertueuses pour les déchets solides également, en commençant par les déchets solides dangereux (CER 14 et CER 12), suivis des déchets non dangereux (CER 20) et des déchets solides municipaux (CER 20).

Cependant, l'activité principale doit viser à réduire la quantité de déchets non triés, à la fois en
zone portuaire à la fois de déchets assimilables à des déchets municipaux, de réduire l'impact des déchets non dangereux.
récupérables et augmenter ceux destinés à des chemins vertueux.

3.3.4.Promouvoir la valorisation des déchets en mer

Ces dernières années, des efforts réglementaires considérables ont été déployés pour combler le vide législatif concernant la valorisation des déchets en mer en simplifiant leur gestion et leur livraison. Il est notamment nécessaire de simplifier la réglementation et, dans le même temps, de réduire les contraintes et les charges qui pèsent sur ceux qui récupèrent accidentellement des déchets en mer. La directive 2019/883/UE 11 introduit, bien que marginalement, des références dédiées aux déchets de pêche accidentelle. Le 26 juin 2019, a été présenté le projet de loi " Promotion de la valorisation des déchets en mer " et pour l'économie circulaire (loi Save the Sea) qui, prenant en compte la directive 2019/883/UE du Parlement européen et du Conseil, propose de :

-Favoriser la récupération des déchets pêchés accidentellement et encourager les campagnes volontaires de nettoyage de la mer ;

-Promouvoir l'économie circulaire, par le biais de dispositions permettant aux déchets qui sont accidentellement capturés ou collectés lors de campagnes de nettoyage de la mer de cesser d'être des déchets ;

-Encourager les campagnes de sensibilisation sur le sujet.

Reconnaissant le rôle clé que jouent les pêcheurs dans la collecte des déchets pendant les opérations de pêche, la DDL vise à clarifier le cadre réglementaire de référence, en évitant de sanctionner les pêcheurs qui effectuent une collecte " accidentelle " pendant les activités de pêche, et en les encourageant à remettre leurs déchets de pêche aux installations de collecte portuaires. Les articles de la DDL précisent comment gérer les déchets de pêche accidentelle (art.2), comment mener des campagnes de nettoyage (art.3), comment promouvoir l'économie circulaire (art.4) et comment mener des campagnes de sensibilisation (art.5).

En espérant que la DDL "Save the Sea" susmentionnée devienne bientôt une loi, ce plan d'action propose quelques suggestions pour promouvoir la récupération des déchets en mer :

- Prévoir dans le Plan de Gestion des Déchets du Port (actuellement en cours d'ajouts pour la publication de la version actualisée), une section dédiée à la gestion des déchets collectés accidentellement, en identifiant les zones de collecte appropriées et les traitements de recyclage possibles 13 ;
-Planification de campagnes périodiques de nettoyage de la mer, accompagnées de campagnes de sensibilisation impliquant non seulement les usagers du port mais aussi les écoles de tous niveaux ;
-Fournir une éventuelle couverture financière aux municipalités impliquées dans les campagnes de nettoyage ;
-Mettre en place des incitations gratifiantes et réellement adaptées pour encourager ceux qui, collectant involontairement des déchets en mer, privilégient le respect de la loi plutôt que de décider de les rejeter à l'eau ;
- Prévoir des systèmes d'information et de diffusion sur les résultats des campagnes de nettoyage des mers, afin d'améliorer la sensibilisation à cette question ;
-Intensifier les outils de suivi pour une bonne gestion des déchets.
En ce qui concerne l'action proposée pour améliorer et organiser l'espace pour les opérations de livraison et de prétraitement des déchets, et en ce qui concerne plus particulièrement le PAR, il est noté que le FEAMP, Fonds européen pour la mer et la pêche (Règl. (UE) n° 508/2014, art. 40, finance, aux fins de la "protection et de la restauration de la biodiversité et des écosystèmes marins et des régimes de compensation dans le cadre de la pêche durable", la collecte, par les pêcheurs, des déchets de la mer, par exemple l'enlèvement des engins de pêche perdus et des déchets marins.
Les coûts liés aux éléments suivants peuvent bénéficier d'une aide :
-enlèvement en mer des engins de pêche perdus, notamment pour lutter contre la pêche fantôme ; achat et, le cas échéant, installation à bord de systèmes de collecte et de stockage des déchets ;
-la mise en place de programmes de collecte des déchets pour les pêcheurs participants, y compris des incitations financières ;
-l'achat et, le cas échéant, l'installation dans les ports de pêche de systèmes de stockage et de recyclage des déchets ;
-campagnes de communication, d'information et de sensibilisation pour encourager les pêcheurs et les autres parties prenantes à participer aux projets d'enlèvement des engins de pêche perdus ;

-formation des pêcheurs et des agents portuaires.

3.4. Interventions économiques

Des interventions sont envisagées pour gérer les incitations économiques telles que les incitations tarifaires ou les systèmes de consigne tels que ceux liés à l'utilisation des distributeurs automatiques inversés.

3.4.1.Révision du système tarifaire

Le troisième niveau d'activité prévoit la mise en place d'un système de suivi des activités de gestion des déchets portuaires, à partir d'un système d'analyse et de traçabilité des données relatives à la chaîne des déchets. L'objectif de ce niveau spécifique est d'obtenir des données sécurisées et traçables couvrant la chaîne d'approvisionnement, afin de comprendre au plus tôt tout nœud de crise ou de mettre en évidence toute action inefficace pour l'économie circulaire. L'identification des actions visant à développer l'économie circulaire pour le recyclage, la réutilisation et la valorisation des déchets nécessite des paramètres et des indicateurs à contrôler afin d'obtenir les bonnes indications de procédure et de faire évoluer constamment les activités en fonction du développement de la chaîne d'approvisionnement.
L'adoption de nouvelles technologies et l'utilisation plus efficace des ressources disponibles permettent d'identifier les problèmes, et donc les opportunités, en évaluant la performance des actions introduites, de manière plus détaillée grâce à l'utilisation de différentes techniques d'analyse des données. Dans la pratique, l'analyse des données suivies à l'aide d'une plateforme de suivi de la chaîne des déchets peut mettre en évidence à la fois les aspects positifs résultant des actions entreprises et les aspects négatifs sur lesquels des mesures peuvent encore être prises.

3.4.2.Incitations aux entreprises

Afin de pouvoir mettre en pratique les actions prévues, la recherche de moyens d'incitation pour les entreprises est d'une importance capitale. Le projet IMPATTI-NO

prévoit un appel à idées "Ports circulaires". Il s'agit de l'activation d'un concours pour l'identification et le démarrage d'idées innovantes visant à la valorisation des déchets produits dans les ports et sur les navires, en tant que matière première et secondaire, en vue de leur réutilisation dans le contexte portuaire et urbain. Il est donc proposé de publier un appel ouvert à la participation des "innovateurs" qui ont l'intention de proposer des idées novatrices dans ce domaine. Un bon d'achat de 4 000 euros sera remis aux gagnants.
Suivant la proposition du projet Impatti-No, différents niveaux d'incitations pourraient être activés pour les entreprises qui souhaitent entrer dans la gestion des déchets portuaires avec des projets de collecte et/ou de traitement des déchets en vue de leur recyclage.

3.5. Suivi des interventions

Afin d'évaluer l'efficacité des lignes d'action adoptées, il sera nécessaire de prévoir un système de suivi ex ante qui, de manière appropriée et cohérente avec les autres plans régionaux et métropolitains existants, visera à vérifier les progrès réalisés, c'est à dire

- Le degré de réalisation des objectifs propres du plan relatifs au cycle des déchets ;
- Les effets environnementaux significatifs des choix effectués en matière d'implantation des usines (en termes d'amélioration de la qualité de l'eau, de l'air et du sol) ;
- Le degré de réalisation des objectifs transversaux de durabilité identifiés.

L'intervention concernant l'optimisation du système de traçabilité des déchets peut soutenir un éventuel "plan de suivi" du "plan d'action pour la gestion des déchets", car elle permet une meilleure gestion des données afin de prendre des décisions plus efficaces et efficientes, par exemple en ce qui concerne l'adoption de nouvelles technologies, l'utilisation plus efficace des ressources, l'identification des problèmes et des opportunités, ainsi que leurs solutions.
Une telle action permettrait d'évaluer plus en détail les performances du contenu, des programmes, des employés, etc., grâce à diverses techniques d'analyse des données, afin d'obtenir un retour d'information sur les raisons pour lesquelles certaines activités sont plus performantes que d'autres, afin également d'éviter de répéter les erreurs lors

du développement futur de ces activités. En outre, elle aurait pour résultat de mieux informer les processus décisionnels, d'utiliser le temps et les budgets de manière plus efficace. Si d'un point de vue strictement économique, en effet, les données peuvent être monétisées pour optimiser les opérations en réduisant les coûts d'exploitation et en augmentant la productivité, dans le cas de l'économie circulaire et d'un environnement spécifique, complexe et hétérogène, comme celui qui comprend des autorités publiques et des concessionnaires privés, des données plus disponibles peuvent soutenir, par exemple, des politiques de récompense pour les acteurs du cycle des déchets les plus vertueux, ou des indications pour d'éventuels changements dans les politiques de tarification. La collecte, la gestion et l'analyse correcte des données représentent donc des activités essentielles pour aborder de manière proactive, et non seulement en réagissant aux problèmes immédiats, la question des déchets conformément aux exigences de l'économie circulaire.

Les orientations possibles d'une action de surveillance spécifique à cet égard comprennent, également sur la base des indications contenues dans les lignes directrices de l'Organisation des ports européens (ESPO), le "Guide vert de l'ESPO ; Vers l'excellence dans la gestion environnementale des ports".

durabilité" :

- la mise en place d'un système simple pour la notification d'informations sur les quantités et les types de déchets que le navire veut livrer, afin d'optimiser la collecte à l'arrivée ;
- la fourniture d'informations d'une manière facilement accessible par le biais de sites web et d'autres moyens ;
- suivi des quantités de déchets et information des navires ;
- la coopération avec les agents maritimes pour fournir aux armateurs des informations précises et actualisées sur les déchets ;
- la coopération avec d'autres ports et l'échange d'informations relatives aux déchets (par exemple, les installations de collecte des déchets) ;
- le suivi et le compte rendu de la réduction des coûts résultant de la collecte sélective.

En outre, les actions possibles suivantes, complémentaires aux orientations susmentionnées, sont mises en évidence :

- définition d'un "cadre de données et d'analyse" approprié pour l'analyse, la visualisation, la gestion et l'échange des données de référence identifiées (par

exemple, structurées, non structurées, semi-structurées) ;

- définition d'une stratégie opérationnelle pour la traçabilité de base des déchets, basée sur les résultats du projet des points précédents et visant le suivi qualitatif et quantitatif des déchets produits dans le port et livrés par les navires ;
- indication des outils TIC de base pour soutenir la mise en œuvre de la stratégie mentionnée au point précédent (par exemple, les outils déjà utilisés, la gestion des données via Microsoft Excel, etc.)

3.5.1. Évaluation des effets environnementaux significatifs des choix de conception de l'usine

Afin d'évaluer l'impact du "Plan d'action pour la gestion des déchets" dans le temps, un certain nombre d'indicateurs de suivi sont proposés :

- Évaluation de la qualité des eaux portuaires :
  - Conformément au "Protocole d'échantillonnage des microplastiques", qui constitue l'annexe 1 du présent plan d'action ;
  - Conformément au "Protocole d'échantillonnage des macroplastiques", qui constitue l'annexe 2 du présent plan d'action ;
- Évaluation de l'eau contenue dans les citernes des pétroliers/chimiquiers, selon le protocole qui constitue l'annexe 3 de ce plan d'action ;
- Indicateurs de mesure de l'économie circulaire[11] , conformément aux lignes directrices fournies par le ministère de l'environnement et de la protection du territoire et de la mer en coopération avec le ministère du développement économique. Pour mesurer la circularité et ainsi évaluer l'utilisation efficace des ressources, deux aspects doivent être pris en compte :
  - La quantité de ressources prélevées (dans ce cas, il s'agit de la quantité d'eaux de slop, d'eaux de ballast, d'autres effluents, de plastiques et d'autres déchets solides provenant de la collecte à bord des navires, de la mer et des plages) utilisée et restituée au système ;
  - La valeur économique des ressources prélevées, utilisées et réintroduites dans le système en évaluant soigneusement la différence de valeur entre la phase d'utilisation et la phase d'élimination/réutilisation.

Pour affiner le système d'indicateurs, on attend les résultats de l'analyse coûts-bénéfices sur les traitements expérimentaux proposés (traitements décrits dans les sections 3.2.1 et 3.2.2).

4. Sources de financement

Les sources de financement possibles peuvent être divisées en deux catégories : internes et externes. Les sources internes, proviennent notamment des redevances domaniales et des différents types de taxes portuaires perçues. En revanche, en ce qui concerne la composante infrastructure, celle-ci dépend de l'État, depuis les allocations périodiques des flux financiers, en passant par les liens de la loi financière et des lois particulières.

Les sources externes consistent en l'utilisation d'instruments de financement tels que le financement de projets et les politiques d'investissement ou les programmes de financement européens. Il existe plusieurs programmes de financement européens d'intérêt portuaire, sous différents profils : infrastructure, service, technologie et organisation. Ceux-ci soutiennent les initiatives de recherche et de développement plutôt que la coopération internationale avec des entités publiques et privées, entre autres le Mécanisme pour une Europe connectée (CEF), le Fonds européen pour les investissements stratégiques (EFSI), le programme Horizon 2020 et les programmes de coopération territoriale, etc.

Les mesures retenues comme les plus prometteuses dans le cadre du plan d'action concernent avant tout l'élaboration d'une stratégie appropriée pour la gestion des déchets organiques sur les navires (ferries et navires de croisière), les campagnes de sensibilisation et d'information ainsi que l'adaptation des procédures (par exemple, à la lumière de la nouvelle façon de traiter les déchets organiques) et la formation du personnel. Il s'agit donc de mesures qui peuvent être financées en grande partie par l'investissement des entreprises individuelles, mais qui nécessitent rarement des coûts de développement technologique élevés, comme nous l'avons déjà noté.

Du point de vue des coûts, pour la mesure ayant un contenu technologique plus élevé, une indication des coûts des composteurs industriels qui peuvent également être mis en œuvre sur les navires a été donnée.

L'innovation commerciale pour une meilleure circularité de la gestion des déchets, ainsi que le soutien financier à d'autres acteurs (par exemple les institutions, les autorités portuaires) désireux d'aider le processus de transition vers l'économie circulaire à travers

- par exemple - des échanges de bonnes pratiques, des campagnes de sensibilisation ou des projets de formation est soutenu par la Commission européenne à travers des programmes de financement visant à mettre en œuvre les politiques de l'UE.

Des opportunités peuvent être recherchées dans ces programmes pour financer les actions du plan d'action.

Depuis l'adoption du paquet sur l'économie circulaire, en effet, la Commission a mis en œuvre plusieurs instruments financiers pour soutenir différents pays dans la transition vers l'économie circulaire.

Compte tenu des actions incluses dans le plan d'action, les programmes H2020 et LIFE, dont une brève caractérisation est présentée, sont considérés comme les plus pertinents.

Le programme Horizon2020 est en fait l'instrument financier de la mise en œuvre de l'Union de l'innovation. Il s'agit du projet phare de la Commission pour assurer la compétitivité de l'Europe au niveau mondial. Il s'agit du plus grand programme de recherche et d'innovation de l'UE, avec environ 80 milliards d'euros de financement disponibles sur 7 ans (2014 à 2020). Par l'intermédiaire d'H2020, l'Europe entend relever sept défis prioritaires pour lesquels l'investissement dans la recherche et l'innovation peut avoir un impact réel au bénéfice des citoyens. Parmi ceux-ci, 3,081 milliards d'euros sont consacrés à l'action climatique, à l'environnement, à l'efficacité des ressources et aux matières premières.

En ce qui concerne le programme LIFE, il convient certainement de souligner sa puissance en tant qu'instrument de financement. En effet, le programme LIFE est l'instrument de financement de l'UE pour l'action environnementale et climatique. L'objectif général de l'instrument est de contribuer à la mise en œuvre, à la mise à jour et au développement des politiques environnementales et climatiques et de la législation de l'UE par le biais du cofinancement de projets. Depuis 1992, LIFE a cofinancé plus de 4500 projets. Pour la période de financement 2014-2020, LIFE contribuera à hauteur d'environ 3,4 milliards d'euros à la protection de notre environnement et de notre climat.

LIFE finance des projets innovants qui démontrent de nouvelles techniques et méthodes. Pour les entreprises intéressées par l'économie circulaire, le sous-programme "Environnement" est très intéressant. Ce sous-programme finance des projets visant à développer, tester et valider des politiques ou des approches de gestion, des meilleures pratiques et des solutions pour l'efficacité des ressources. Le sous-programme connexe "Action pour le climat" avec le domaine prioritaire "LIFE - Atténuation du changement climatique" peut également présenter un intérêt. Ce sous-programme cofinance des

subventions pour les meilleures pratiques, les projets pilotes et de démonstration qui contribuent à la réduction des émissions de gaz à effet de serre.
La nature des actions incluses dans le plan d'action se prête également au financement d'autres programmes, tels que les programmes Erasmus + et Interreg Europe.
Le programme INTERREG EUROPA couvre tous les États membres de l'UE, la Norvège et la Suisse. Il est réalisé dans le cadre de l'objectif de coopération territoriale européenne, est cofinancé par le Fonds européen de développement régional (FEDER) et fait suite au programme INTERREG IVC. Son principal objectif pour le cycle de programmation 2014-2020 est d'améliorer les politiques de développement régional par l'échange d'expériences et de bonnes pratiques. Le programme vise à tirer le meilleur parti de l'expertise technique et des bonnes pratiques déjà identifiées au niveau européen. Le programme INTERREG EUROPA prévoit un cofinancement pour les institutions locales et régionales, telles que les administrations publiques, les agences de développement régional, les établissements d'enseignement et autres, afin de créer des réseaux et d'échanger des expériences sur divers sujets, créant ainsi de bonnes pratiques régionales avec une dimension européenne. Certains réseaux plus développés entendent exploiter les bonnes pratiques identifiées ci-dessus afin d'avoir un impact positif sur le développement immédiat de leur région dans le domaine concerné (capitalisation).
INTERREG EUROPE se concentre sur quatre thèmes :
- Recherche, développement technologique et innovation
-Compétitivité des PME
-Économie à faible émission de carbone
-Environnement et efficacité des ressources
Doté d'un budget de 359 millions d'euros provenant du FEDER, le programme soutient deux types d'actions. Les projets de coopération donnent l'occasion à des organisations de différents pays de travailler ensemble pendant une période de 3 à 5 ans et d'échanger des bonnes pratiques sur des questions politiques spécifiques. Les plates-formes d'apprentissage politique représentent un domaine de formation continue auquel les organisations impliquées dans le développement régional en Europe peuvent accéder.
ERASMUS PLUS, quant à lui, est le programme de l'Union européenne pour l'éducation, la formation, la jeunesse et le sport et est conçu pour apporter des réponses concrètes à ces questions, par le biais d'opportunités d'études, de formation, d'expérience professionnelle ou de volontariat à l'étranger.
Erasmus+ favorise les opportunités pour :

-étudiants, stagiaires, enseignants et autres personnels d'enseignement, échanges de jeunes, travailleurs de jeunesse et volontaires ;
- créer ou améliorer les partenariats entre les institutions et les organisations dans les domaines de l'éducation, de la formation et de la jeunesse et le monde du travail ;
-soutenir le dialogue et trouver une série d'informations factuelles nécessaires à la mise en œuvre de la réforme des systèmes d'éducation, de formation et de protection de la jeunesse accorder des financements non seulement aux universités et aux établissements de formation, mais aussi à des partenariats innovants, appelés "alliances pour la connaissance" et "alliances pour les compétences sectorielles", qui créeront des synergies entre le monde de l'éducation et celui du travail en permettant aux établissements d'enseignement supérieur, aux formateurs et aux entreprises de favoriser l'innovation et l'esprit d'entreprise ainsi que de développer de nouveaux programmes et de nouvelles qualifications pour combler les lacunes en matière de compétences.
Il est structuré en 3 actions clés :
1. Mobilité individuelle à des fins d'apprentissage
2. Coopération pour l'innovation et les bonnes pratiques
3. Réforme des politiques
Les possibilités offertes par le programme Erasmus+ s'adressent principalement aux personnes : étudiants, stagiaires, écoliers, apprenants adultes, jeunes, bénévoles, enseignants, formateurs, animateurs de jeunesse, professionnels d'organisations actives dans les domaines de l'éducation, de la formation et de la jeunesse.
Toutefois, le programme ne fournit pas de subventions directement aux participants individuels, mais s'adresse aux individus par le biais d'organisations, d'instituts, d'universités, d'écoles et de groupes. Si la demande est approuvée, ce sont ces organisations qui en sont les bénéficiaires.

5. Conclusions

Afin de résoudre les problèmes critiques décrits ci-dessus, qui sont communs à la plupart des réalités portuaires, un effort conjoint de toutes les parties prenantes publiques et privées est nécessaire pour apporter une réponse efficace et efficiente aux situations complexes des zones portuaires. Les actions proposées dans ce plan prévoient une nouvelle structure de gestion basée sur :

- Nouvelles technologies visant à améliorer l'efficacité et l'efficience des processus, dans le plein respect de l'environnement et avec le souci constant de garantir la qualité du développement, renforçant ainsi la protection du milieu marin ;
- Promouvoir le suivi de l'état environnemental des côtes et des ports, en se dotant d'un nouveau système de suivi qui, en actualisant en temps réel les caractéristiques qualitatives et quantitatives de la demande de services, est en mesure de constituer un outil valable d'aide à la décision ;
- Nouvelles stratégies de communication et de sensibilisation aux questions environnementales ;
- Création d'un bureau dirigé par un personnel formé aux questions environnementales, qui s'efforcera de faire en sorte que les meilleures pratiques environnementales existantes soient adoptées et respectées, favorisant ainsi une amélioration significative de la qualité environnementale globale.

L'objectif du plan d'action est de fournir des lignes directrices de convergence pour le traitement d'un déchet spécifique, au moins dans la zone de coopération. On ne peut pas envisager de laisser le traitement des déchets à la concurrence commerciale ; au contraire, une coalition des régions concernées serait idéale pour orienter la gestion des déchets, les gérer et les traiter de manière homogène. Cette philosophie opérationnelle vise à limiter les coûts de la chaîne de gestion, car elle permet de standardiser les coûts environnementaux et opérationnels, en évitant les investissements inutiles et improductifs qui contrarieraient les efforts déployés pour atteindre un bilan positif de l'économie circulaire.

En particulier, l'activité T2.1 étudie les applications possibles des nouvelles technologies décrites dans les paragraphes 3.2.1. (Installations innovantes pour le traitement des plastiques) et 3.2.2. (Installations innovantes pour le traitement des eaux SLOP) : c'est-à-dire que l'objectif du projet est d'évaluer l'efficacité des traitements susmentionnés en renvoyant une analyse coûts-bénéfices finale, qui prend en compte non seulement les

coûts d'exploitation du traitement (en termes de dimensionnement adéquat de l'installation ou des installations situées dans les régions en fonction des besoins), mais aussi les coûts logistiques.

Cette stratégie de mise en œuvre sera fournie à l'Union européenne comme base préliminaire pour passer à la phase opérationnelle : les lignes directrices du plan d'action et le modèle expérimental de gestion des déchets et des effluents[12] élaboré dans le cadre du projet IMPATTI-no, peuvent constituer la base préliminaire pour lancer un appel d'offres européen pour la conception exécutive d'un nouveau système de gestion des déchets portuaires, qui peut être partagé dans tous les ports européens.

[12] Activité T2.1

Annexe 1 : Protocole d'échantillonnage des microplastiques

Dans le but de rendre homogène la procédure d'échantillonnage et de caractérisation, nous proposons la méthodologie développée en collaboration avec ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) dans le cadre des programmes de surveillance de la stratégie marine (Art. 11, décret législatif 190/2010[13]).

Analyse des microplastiques (microlitter)

L'échantillonnage et l'analyse en laboratoire des microlits visent à évaluer leur abondance dans l'environnement marin.

Les microplastiques, qui constituent l'essentiel des microparticules (microlitter) présentes dans la mer, résultent du processus de fragmentation des macrolitter après des périodes plus ou moins longues dans l'environnement. Les microlitter comprennent tous les matériaux solides d'une taille inférieure à 5 mm qui sont dispersés dans l'environnement.

Les méthodologies suivantes concernent l'échantillonnage et l'analyse en laboratoire des microplastiques dans l'eau de mer.

Méthodologie d'échantillonnage

En raison de leur très petite taille, de leur poids et de leur densité relative (0,9-1,5 g/cm3)[14] , les microplastiques ont tendance à s'accumuler de préférence à la surface de la mer. Pour cette raison, l'échantillonnage est effectué de préférence à la surface et, si possible, dans la colonne d'eau.

Dans le cas d'un échantillonnage de surface, il est important de considérer la couche affectée par l'agitation, causée par le mouvement des vagues. Il est donc préférable d'échantillonner dans des conditions de mer calme (la vitesse du vent ne doit pas être supérieure à 2 Beaufort, car les vagues sont trop hautes et le filet n'est pas stable à la

---

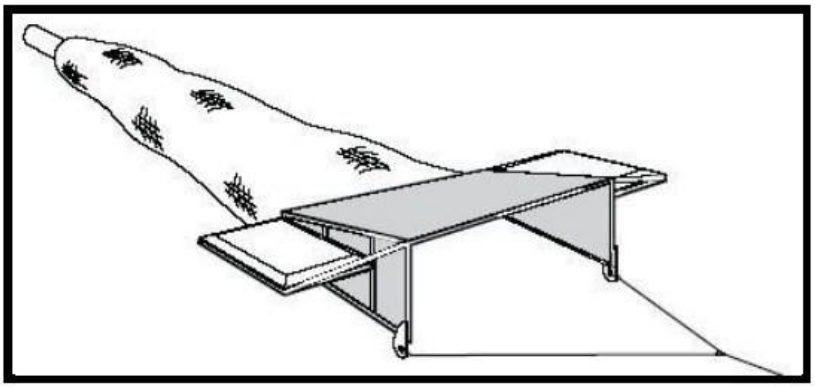
[13] Le décret législatif 190/2010 transpose la directive-cadre "Stratégie pour le milieu marin" (2008/CE/56, DCSM), qui exige de chaque État membre qu'il élabore une stratégie pour atteindre ou maintenir un bon état écologique (BEE) du milieu marin d'ici 2020.

[14] Source : Hidddlalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thompson, R. C., Thiel, M. Microplastics in the marine environment : a review of the methods used for identification and quantification. *Science et technologie de l'environnement.* 46(6), 3060-3075 (2012).

surface de la mer[15]).

Échantillonnage de surface

Pour l'échantillonnage, un filet de type "manta" spécialement construit est utilisé pour naviguer dans la couche superficielle de la colonne d'eau et ensuite échantillonner dans la couche affectée par le remuement causé par le mouvement des vagues. L'utilisation du filet permet généralement d'échantillonner de grands volumes d'eau, en retenant le matériel d'intérêt. Le Manta (figure 1) se compose d'une bouche métallique rectangulaire d'où partent le cône du filet et un gobelet collecteur final ; deux ailes métalliques creuses, à l'extérieur de la bouche, le maintiennent flottant à la surface.



Chiffres 1La Manta

Taille et longueur de la bouche

Les dimensions de la bouche ne sont pas prédéterminées, étant fonction du tonnage du bateau remorqueur ; il est recommandé de toujours maintenir un rapport entre la largeur et la hauteur de la bouche égal à ½. Pour une comparaison nationale, étant donné le tonnage des bateaux utilisés dans les principales zones marines protégées et ARPA régionales, une taille de bouche de 50 cm de large par 25 cm de haut et une longueur de filet d'environ 2,5 m sont recommandées. Ces dimensions conviennent à la manipulation de l'engin à bord d'un skiff ou depuis les bateaux de la capitainerie. Les dimensions se réfèrent à la partie intérieure de la bouche, la partie à laquelle le filet est attaché. La partie extérieure est plus large, adoptant une forme générale de pyramide tronquée.

[15] Extrait du " Protocole d'échantillonnage des microplastiques à la surface de la mer et d'analyse des échantillons " (2016) par Manca Kovač Viršek, Andreja Palatinus, Špela Koren, Monika Peterlin, Petra Horvat, Andrej Kržan, Secteur des eaux marines, Institut des eaux de la République de Slovénie, Laboratoire de chimie et de technologie des polymères, Institut national de chimie de Slovénie.

Maille du filet

Le filet doit avoir un maillage d'environ 330 µm, comme l'indique également le groupe de travail désigné par la Commission européenne pour rédiger des protocoles communs de surveillance des déchets marins[16] , et être équipé d'un débitmètre.

Afin d'éviter les problèmes de régurgitation suite à un colmatage, comme cela peut se produire notamment en présence d'eaux eutrophes, il est conseillé de vérifier constamment l'efficacité de l'échantillonnage.

Taille de l'aile

La taille des ailes est fonction du poids de la bouche, car elles servent à la flottabilité de l'instrument. Une taille de 40 à 70 cm de long est suggérée.

Débitmètre

Pour le calcul des volumes d'eau filtrée, l'utilisation d'un débitmètre électronique plutôt que mécanique est suggérée.

Utilisation du réseau

Le filet est descendu lentement du bateau et laissé flottant, étant attaché au bateau par une ligne jusqu'à une distance de 50-70m du bateau. Le radeau manta doit cependant être laissé en dehors du sillage provoqué par la navigation du bateau (à environ 3 - 4m du bateau) car les turbulences induites provoquent une altération de la valeur d'abondance réelle des microplastiques. Il est donc conseillé, dans la mesure du possible, de descendre l'engin latéralement, en faisant passer le câble de remorquage par une bouée appropriée installée sur un côté du bateau.

Mode d'échantillonnage (durée du transect)

L'échantillonnage sera effectué dans quatre stations situées à différentes distances de la côte (0,5 ; 1,5 ; 6 Mn, à la sortie du port [17][18] [19]) le long de transects orthogonaux à la

---

[16] Source : "*Guide de surveillance des déchets marins dans les mers européennes"*. Sous-groupe technique du MSFD GES sur les déchets marins (TSG-ML). PROJET DE RAPPORT" Galgani (2013)

[17] Caractérisation des microplastiques dans les eaux de surface du port de Kingston, Deanna Rose, Mona Webber, Science of the Total Environment 664 (2019) 753-760.

[18] Identification des microplastiques marins dans le port oriental, côte méditerranéenne de l'Égypte, à l'aide de la calorimétrie à balayage différentiel, Soha Hamdy Shabakaa, Mohamed Ghobashy, Rasha Saad Marey, Marine Pollution Bulletin 142 (2019) 494-503.

côte.

Une fois en position au point d'échantillonnage, le filet est abaissé et remorqué pendant 20 minutes le long d'une trajectoire linéaire, avec une vitesse comprise entre 1 et 2 nœuds et en tout cas pas plus de 3 nœuds, afin de permettre au filet de filtrer l'eau sans régurgitation (évitement). Le trait de 20 minutes doit être effectué dans la direction opposée au courant de surface ou en tout cas dans la direction du vent.

Pour chaque trait, les coordonnées GPS (degrés et millièmes ; DD°,DDD) du début et de la fin de l'échantillonnage, en WGS 84 UTM 32, doivent être enregistrées de manière appropriée. En présence de grandes quantités de mucilage ou d'autres matières organiques présentes dans la mer pendant l'échantillonnage, il est suggéré de diviser le temps d'échantillonnage par transect en deux traits de 10 minutes.

Fréquence d'échantillonnage

Il n'existe pas de fréquence d'échantillonnage[20] , . Selon la littérature, cette fréquence peut varier de 8 échantillonnages sur une période de 8 jours[21] à 5 échantillonnages sur une période de 2 semaines[22] .

Localisation des transects d'enquête

La position des transects le long desquels l'échantillonnage doit être effectué doit être établie en fonction des caractéristiques de la zone d'étude (zones d'upwelling et de downwelling, zones d'accumulation dues aux conditions hydrodynamiques locales, distance des sources d'apport directes, telles que les embouchures des rivières, distance des structures portuaires ou des établissements urbains concernés). Le nombre et la position des transects d'enquête seront établis de manière à obtenir une image représentative de l'ensemble de la région, en tenant compte des zones d'impact anthropique maximum et minimum. Les critères de choix de la position des transects

---

[19] Pollution microplastique dans les eaux et les sédiments marins de Hong Kong, Y.Y. Tsang, C.W. Mak, C. Liebich, S.W. Lam, E. T-P. Sze, K.M. Chan, Marine Pollution Bulletin 115 (2017) 20-28

[20] JPI Oceans, Protocole standardisé pour le suivi des microplastiques dans l'eau de mer, Baseman, 2019

[21] Caractérisation des microplastiques dans les eaux de surface du port de Kingston, Deanna Rose, Mona Webber, Science of the Total Environment 664 (2019) 753-760.

[22] Litière marine dans la partie croate de la mer Adriatique moyenne : évaluation simultanée de l'abondance et de la composition des macro et micro-litières flottantes et des fonds marins Andreja Palatinus, Manca Kovač Viršek, Uroš Robič, Mateja Grego, Oliver Bajt, Jasna Šiljić, Giuseppe Suaria, Svitlana Liubartseva, Giovanni Coppini, Monika Peterlin, Marine Pollution Bulletin 139 (2019) 427-439.

devront être consignés sur des fiches d'échantillonnage spéciales.

Calcul des volumes d'eau filtrée

Le volume d'eau de mer filtrée (m^3) est calculé à l'aide de la formule :

V = N x A x c

où :

N est le nombre de tours d'hélice enregistrés par le débitmètre pendant le transect ;

A est la zone de la bouche du réseau utilisée ;

c est une valeur constante, typique de chaque débitmètre, et fournie par le fabricant.

Si un dysfonctionnement du débitmètre est établi, il est possible de déterminer le volume d'eau filtrée sur la base des dimensions de la section transversale de la bouche intérieure du filet manta et de la longueur du trajet linéaire échantillonné, selon la formule :

V=(l x h x d)

où

V = volume d'eau de mer étudiée (m3) ;

l = largeur de l'ouverture intérieure de la manta (m) ;

h = hauteur de l'ouverture intérieure de la manta (m) ;

d = longueur du parcours linéaire échantillonné p ercourse (m).

Échantillonnage de la colonne d'eau

L'échantillonnage de la colonne d'eau est réalisé à l'aide d'un filet à plancton standard WP-2 ou Bongo avec une maille de 330-500µm, équipé d'un débitmètre. En raison de la flottabilité de l'instrument, le Manta ne peut pas être utilisé pour l'échantillonnage de la colonne d'eau.

Le filet à plancton est constitué d'un anneau métallique circulaire d'où partent le cône du filet et un godet de récupération final.

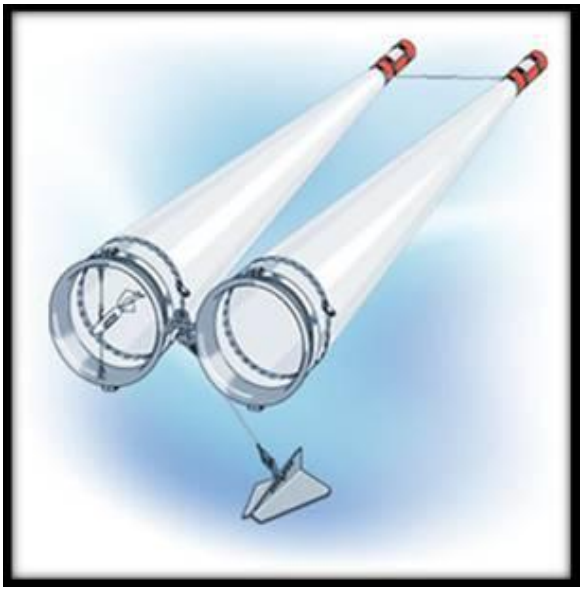


Figure 2: Bongo net (HYDRO-BIOS Apparatebau GmbH)

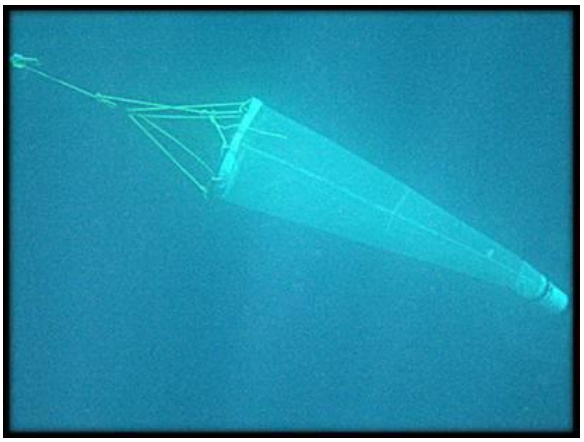


Figure 3: Filet à plancton type WP

Un poids de compression (environ 10-20 kg) doit être placé sous le filet pour aider à l'abaisser et à ralentir son ascension. Le filet est descendu lentement à partir d'un bateau stationnaire jusqu'à sa profondeur maximale (en évitant tout contact avec le fond) et immédiatement tiré en oblique à une vitesse comprise entre 0,5 et 1 m/s, ou en tout cas ne dépassant pas 2 nœuds, de manière à permettre au filet de filtrer l'eau sans régurgitation. Un minimum de trois réplications par site est réalisé.

Il est recommandé d'effectuer un double oblique pour chaque réplique, surtout en eau peu profonde.

Pour l'identification des sites à l'intérieur des zones, il est fait référence à l'échantillonnage de surface, en conservant le même numéro et les mêmes coordonnées.

Prélèvement et stockage des échantillons

Une fois à la surface, les filets doivent être rincés à l'eau de mer de l'extérieur vers l'intérieur, de manière à ce que tous les matériaux collectés soient dirigés vers le godet collecteur.

Le collecteur est ensuite détaché du filet et l'échantillon est versé dans un bocal en verre de 500 ou 250 ml pour une analyse qualitative-quantitative ultérieure. S'il n'est pas possible, pour des raisons de sécurité spécifiques, d'utiliser des récipients en verre à bord du navire, des pots en plastique rigide peuvent être utilisés à la place, en faisant particulièrement attention, lors du versement du contenu collecté, à ce que les microparticules n'adhèrent pas au pot. L'échantillon peut être conservé au réfrigérateur (pas au congélateur), mais toujours à l'écart des sources de lumière et de chaleur.

Analyse de laboratoire

Sachant que l'analyse vise à quantifier les microplastiques (en tant que tels non dégradables), il est conseillé d'ajouter un fixateur (alcool éthylique à 70%), uniquement afin d'éviter la décomposition de la matière organique présente (zooplancton, phytoplancton, etc.), qui dégagerait des odeurs désagréables lors de la lecture de l'échantillon. Si des analyses au spectrophotomètre IR sont également prévues, l'utilisation d'un solvant organique, tel que l'alcool, doit être évitée car elle pourrait invalider les résultats de l'analyse.

	Liste des paramètres à déterminer dans chaque station d'échantillonnage, instrument d'enquête pertinent et méthodologie.[23]		
	PARAMÈTRE	INSTRUMENT D'ENQUÊTE	MÉTHODOLOGIE DE RÉFÉRENCE
Variables chimico-physiques	Profondeur	Sonde multi-paramètres avec fluoromètre	Méthode selon le décret ministériel 260/2010 : Méthodes analytiques de référence ICRAM-MATTM pour la surveillance du milieu marin côtier (période 2001-2003)
	Température		
	Salinité		
	Oxygène		
	PH		
	Transparence	Disque de Secchi	

[23] Fiches méthodologiques pour la mise en œuvre de la Convention entre le Ministère de l'Environnement et de la Protection du Territoire et de la Mer et les Agences Régionales pour la Protection de l'Environnement

Analyse des micro-plastiques	Quantité (microparticules/m^3 de l'eau échantillonnée) par forme et couleur	Stéréomicroscope	Selon les méthodologies d'échantillonnage et d'analyse décrites dans ce document

Matériel nécessaire

Tous les équipements de laboratoire doivent être en verre ou en métal afin d'empêcher les fragments de microplastique d'adhérer aux parois. En outre, une attention particulière doit être accordée à la propreté de la zone de travail pour éviter la contamination de l'échantillon.

- Tamis de 5 mm ;
- Tamis de 300 µm ;
- support de filtration ;
- filtres en nylon avec des pores de 100 µm ;
- poêle de laboratoire ;
- séchoir ;
- équilibre analytique ;
- boîtes de Pétri en verre ;
- flacons (10 ml ou 30 ml)
- Becker ;
- une pince à épiler ;
- stéréoscope ;
- PC, caméra vidéo et logiciel de capture (en option).

Procédure

- Si possible, utilisez de l'eau de mer à toutes les étapes du transfert et du lavage des échantillons.
- Agitez soigneusement l'échantillon à l'intérieur du récipient afin de faciliter le détachement des microplastiques à la fois du macro-matériau présent et des parois du récipient.
- Transférer l'ensemble de l'échantillon sur un jeu de deux tamis (5 mm et 300 µm), en lavant plusieurs fois le récipient avec de l'eau de mer afin de récupérer tous les microplastiques.
- La fraction constituée de résidus végétaux ou animaux de plus de 5 mm (retenus par le tamis à la plus grande maille) doit également être lavée à fond.
- Sur le tamis de 300 microns, retirez les résidus végétaux et animaux, en prenant

soin de les laver à l'eau de mer.

- Transférez la fraction d'échantillon contenant les microplastiques dans un bécher en verre, puis déplacez les fragments de plastique flottants dans des boîtes de Pétri.
- Au stéréoscope, procédez au tri du flotteur, en séparant la matière plastique des autres résidus organiques (végétaux, bois, etc.) à l'aide d'une pince à épiler.
- De même, le précipité est trié dans le bécher pour vérifier la présence de plastiques de densité supérieure à celle de l'eau de mer ou "collés" dans des résidus végétaux ou animaux.
- Tous les fragments de plastique collectés sont comptés et transférés (nombre maximum de 30) dans des flacons avec de l'eau distillée (création de sous-échantillons).
- Procéder à la filtration goutte à goutte de chaque flacon sur son filtre en nylon 100 µm respectif (en utilisant le milieu de filtration), en veillant à ne pas manquer les micro-fragments qui pourraient rester collés aux parois du milieu.
- Transférez chaque filtre dans une boîte de Pétri ; comptez les fragments, notez la couleur de chacun.

Identification des polymères

Pour une identification correcte des microplastiques, il peut être nécessaire d'utiliser un spectrophotomètre IR, dont l'utilisation est toujours recommandée pour au moins 10% de l'échantillon.

Si l'on veut diviser grossièrement les différents polymères plastiques possibles, une séparation par densité est possible. En fait, les valeurs de densité des plastiques vont de 0,9 - 0,91 g cm^{-3} pour le polypropylène à des valeurs plus élevées de 1,4 g/cm^{-3} pour le polyoxyméthylène.

Le tableau ci-dessous présente la répartition des polymères en fonction de leur densité[24] :

[24] Source : Hidalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thompson, R. C., Thiel, M. Microplastics in the marine environment : a review of the methods used for identification and quantification. *Science et technologie de l'environnement.* 46(6), 3060-3075 (2012).

TYPE DE POLYMÈRE	DENSITÉ (g/cm^{-3})
Polyéthylène	0,917 - 0,965
Polypropylène	0,9 - 0,91
Polystyrène	1,04 - 1,1
Polyamide (nylon)	1,02 - 1,05
Polyester	1,24 - 2,3
Acrylique	1,09 - 1,20
Polyoxyméthylène	1,41 - 1,61
Alcool polyvinylique	1,19 - 1,31
Chlorure de polyvinyle	1,16 - 1,58
Acrylate de polyméthyle	1,17 - 1,20
Polyéthylène téréphtalate	1,35 - 1,45
Polyuréthane	1,20

Détermination du poids

Combinez tous les sous-échantillons contenant des fragments de plastique sur un seul filtre à membrane en nylon de 100 µm de porosité, préalablement pesé.

Placez le filtre dans une étuve à 50°C pendant 24 heures, transférez-le dans un dessiccateur jusqu'à ce qu'il atteigne un poids constant et pesez-le (en utilisant une balance analytique et en prenant 3 décimales).

Unités de mesure

La concentration de microplastiques dans l'échantillon est exprimée en objets par m3 d'eau de mer échantillonnée. En option, la concentration peut être exprimée en objets par surface de mer étudiée ou en poids.

exe 2 : Protocole pour l'échantillonnage des macroplastiques

Cette annexe présente un protocole qui peut être mis en œuvre par toute zone portuaire

pour contrôler la présence de déchets plastiques.

Déchets marins solides

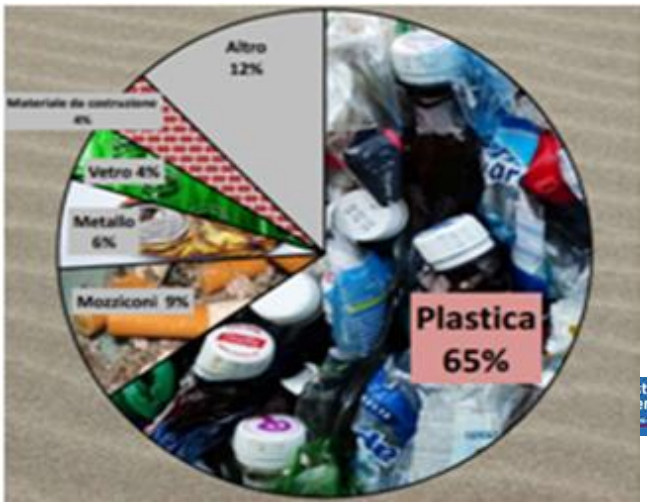
Le terme "déchets marins" est défini comme tout matériau solide persistant (durable) produit par l'homme et abandonné dans le milieu marin. Il s'agit de déchets résultant d'activités humaines qui se déroulent à la fois sur terre et en mer et dont le sort final est de s'accumuler dans le milieu marin.

Les matériaux qui composent le plus souvent les déchets marins sont le plastique, le caoutchouc, le papier, le métal, le bois, le verre, le tissu, et peuvent flotter à la surface de la mer, être rejetés sur les plages ou reposer sur le fond marin. Les déchets plus légers, produits sur terre, ont de fortes chances de se transformer en déchets marins, car ils peuvent être facilement transportés par l'eau de pluie ou le vent. En outre, la lenteur avec laquelle certains types de déchets se dégradent entraîne également de longs temps de séjour dans le milieu marin. Cependant, tous les déchets ne flottent pas dans la mer ; certains coulent et ne sont plus visibles. Même ce qui reste initialement à flot peut progressivement s'alourdir et se retrouver au fond de la mer, en raison du développement à leur surface de micro-organismes (algues, éponges, etc.) connus sous le nom scientifique de fouling.

Les déchets peuvent être visibles (macrolitter : macrodéchets), peu visibles ou même invisibles (microlitter : microdéchets, de taille inférieure à 5 mm).

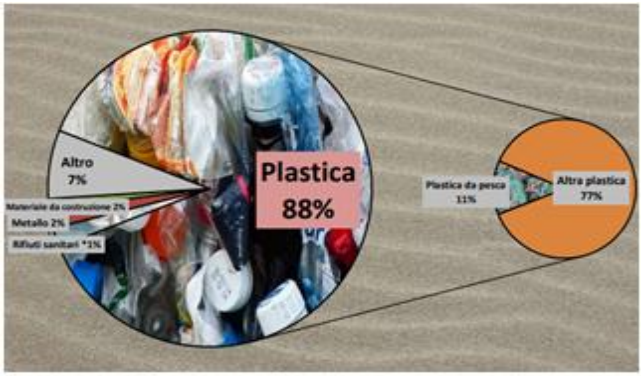
Déchets échoués

Les matériaux échoués collectés (déchets échoués) ressemblent généralement aux figures ci-dessous.



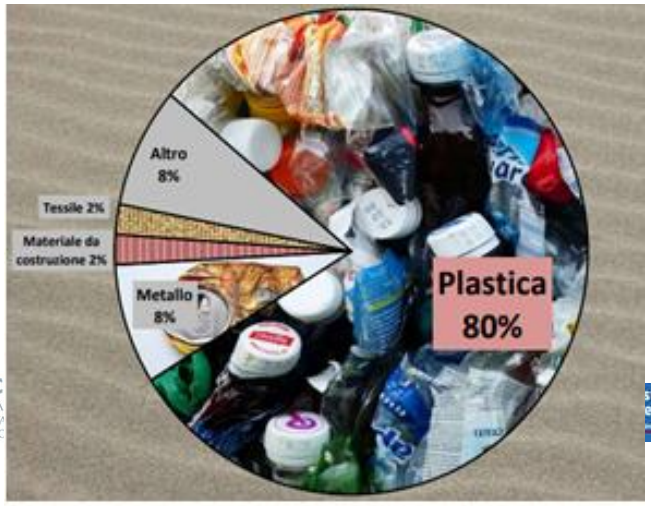
Type de déchet le plus fréquent sur la plage

de Gênes (Voltri) : échantillonnage effectué sur une surface de 3000 m2.
Le nombre total d'objets trouvés était de 588 kg, dont 94% avaient une taille inférieure à 25 cm. Des déchets sanitaires tels que des cotons-tiges, des préservatifs, des tampons, des ampoules, etc. étaient également présents.

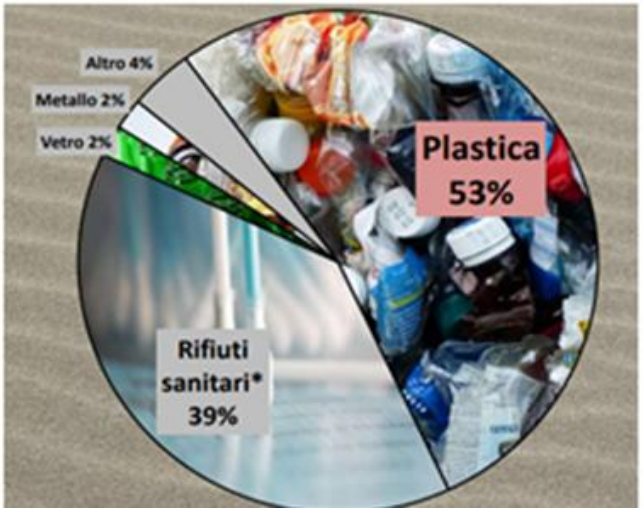


Plage de Lecciona - Viareggio (LU) : échantillonnage effectué sur une surface de 2000 mètres carrés.
Le nombre total d'objets trouvés s'élève à 1188 kg, dont 78% ont une taille inférieure à 25 cm. Des déchets sanitaires tels que des cotons-tiges, des préservatifs, des tampons, des blisters, etc. étaient également présents.

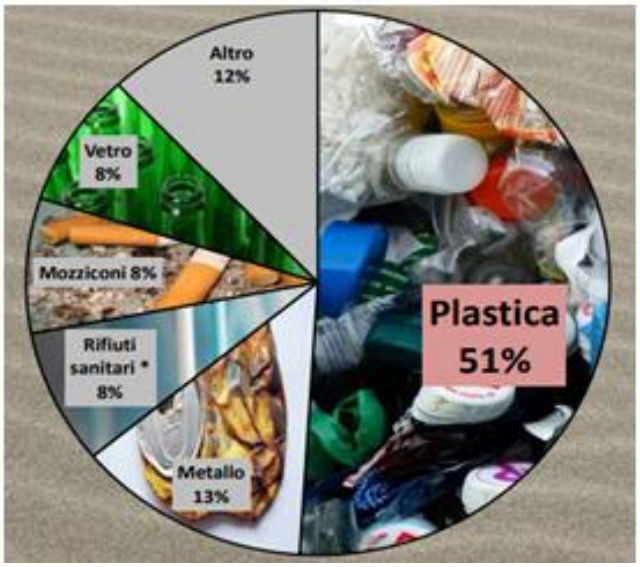
Plage du Golfe de Talamone - Orbetello (Gr) : échantillonnage effectué sur une surface de 1100 mètres carrés.
Le nombre total d'objets trouvés était de 1485 kg, dont 77% avaient une taille inférieure à 25 cm.



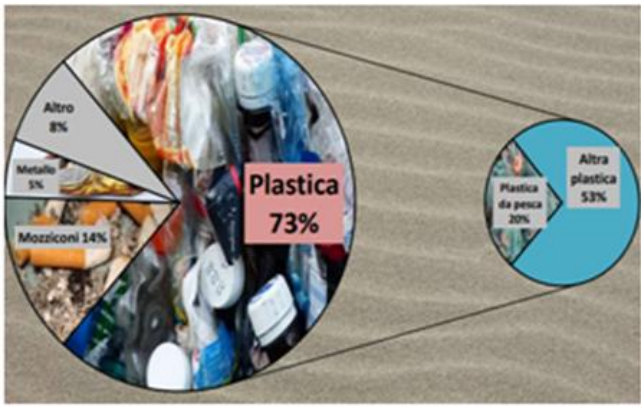
Plage de Porto di Scarlino (Gr) : échantillonnage effectué sur une surface de 695 mètres carrés.
Le nombre total d'objets trouvés était de 914 kg, dont 88% avaient une taille inférieure à 25 cm.



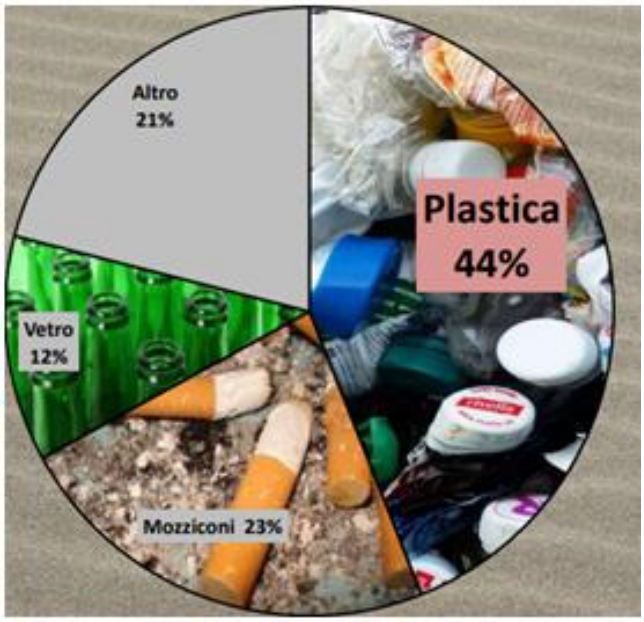
Spiaggia Coccia di Morto /Pesce Luna - Fiumicino (Rm) : échantillonnage effectué sur une superficie de 1.200 mètres carrés.
Le nombre total d'objets trouvés était de 1077 kg, dont 81% étaient plus petits que 25 cm.
Les déchets sanitaires tels que les cotons-tiges, les préservatifs, les tampons, les ampoules, etc. sont également présents.



Plage de Marechiaro - Anzio (Rm) : échantillonnage effectué sur une surface de 3000 mètres carrés.
Le nombre total d'objets trouvés était de 1294 kg, dont 97% étaient inférieurs à 25 cm.
Les déchets sanitaires tels que les cotons-tiges, les préservatifs, les tampons, les ampoules, etc. sont également présents.



Plage de Licola Mare -Pozzuoli (Na) : échantillonnage effectué sur une surface de 2500 mètres carrés.
Le nombre total d'objets trouvés était de 347 kg, dont 75 % étaient inférieurs à 25 cm.



Plage de Porto di Pollica (Sa) : échantillonnage effectué sur une surface de 10000 mètres carrés.
Le nombre total d'objets trouvés était de 73 kg, dont 51% étaient inférieurs à 25 cm.

L'analyse des objets trouvés sur 62 plages à l'aide du Tab.1 et la réorganisation des mêmes catégories dans des rubriques plus compactes ont permis d'obtenir le Tab.2.

RIFIUTI	Quantità	%
1. Plastica	9948	65,4%
2. Mozziconi di sigaretta	1035	6,8%
3. Metallo	896	5,9%
4. Rifiuti sanitari	812	5,3%
5. Carta	654	4,3%
6. Materiale da costruzione	601	4,0%
7. Vetro	498	3,3%
8. Gomma	272	1,8%
9. Tessili	257	1,7%
10. Manufatti di legno	202	1,3%
altro	40	0,2%
TOTALE RIFIUTI	**15215***	

Tableau 1Statistiques sur les déchets échoués

Comme on peut le voir dans le tableau 2, le plastique, avec 65%, est certainement la partie la plus importante. Après le plastique, il n'est pas surprenant que les mégots de cigarettes recouvrent nos plages du nord au sud (Fig.5 et Fig.6) avec 6,8%. Certains pensent que les mégots de cigarettes sont biodégradables, mais ce n'est pas vrai. Les mégots de cigarettes sont fabriqués en acétate de cellulose. Il s'agit d'un plastique qui peut se décomposer en petits morceaux, mais qui ne sera jamais biodégradable. Ce matériau répond également à toutes les directives de la ville et de l'État concernant ce qui est considéré comme des déchets toxiques. Selon No-Smoke, des données provenant de l'Ocean Conservancy montrent qu'environ 3 216 991 cigarettes ou mégots ont été collectés sur les plages et les voies navigables intérieures du monde entier en 2009 lors du nettoyage annuel international des côtes (ICC). Il y avait d'autres articles sur le tabagisme et le nettoyage des cours d'eau en Amérique. Et ils ont parlé de chiffres énormes : 18 555 briquets, 74 399 cigares et 36 397 paquets de tabac. Dans une étude menée par Elli Slaughter de l'université d'État de San Diego, un seul mégot de cigarette contenant des traces de tabac a été introduit dans un litre d'eau. Cela a entraîné des niveaux élevés de toxicité et la mort de 50 % des poissons présents dans l'eau. C'est le résultat d'un petit mégot de cigarette.

Les métaux sont également en tête de liste avec 5,9 % (des boîtes de conserve aux nombreux aérosols), suivis de 5,3 % par les déchets sanitaires (tampons, préservatifs, ampoules, etc.). Encore une fois, les matériaux de construction avec 4 % (tuiles et gravats), le verre avec 3,3 % (surtout les bouteilles), les déchets de caoutchouc (pneus, gants) avec 1,8 % et les textiles (chaussures, vêtements), tous deux enregistrés avec 1,7 % et les déchets de bois avec 1,3 %.

Que peut-on récupérer des déchets échoués ?

Les matériaux métalliques et le verre sont récupérables.

Pour les matières plastiques, certaines considérations doivent être prises en compte.

Ce que l'on appelle communément le plastique est en fait composé de différents types de polymères, chacun ayant des caractéristiques structurelles différentes, codifiées par la norme DIN 7728 et la norme ISO 1043/1 qui associe chaque polymère à une abréviation qui l'identifie. C'est pourquoi, lorsque nous parlons de plastique, nous parlons en fait de "matières plastiques".

La norme ISO (Organisation internationale de normalisation) définit, en termes abrégés, le polymère avec lequel ce matériau est fabriqué ; cette norme, transposée au niveau international, sert à différencier les différents types de plastique.

L'objectif de cette classification est de donner à chaque type de matière plastique une affiliation et un symbole spécifiques afin qu'il soit plus facile et plus immédiat de comprendre où jeter et comment recycler ce produit.

L'avènement des plastiques a commencé au 19ème siècle avec la naissance du nitrate de cellulose, une matière plastique semi-synthétique, puis en 1870 les frères Hyatt ont breveté le celluloïd, qui chimiquement était encore du nitrate de cellulose, et ce fut ensuite le tour de l'acétate de cellulose, une matière ignifuge et imperméable.

La véritable percée a eu lieu en 1910 avec la découverte de la Bakélite, une résine thermodurcissable obtenue par la condensation du phénol avec le formaldéhyde, qui était entièrement synthétique. Peu après, le processus de production du chlorure de polyvinyle (PVC) et de la cellophane a été mis au point, mais c'est en 1930 que l'on s'est rendu compte que le pétrole pouvait être une excellente matière première pour la production de plastiques.

Les plastiques ont commencé leur invasion mondiale sous toutes les formes que nous connaissons aujourd'hui. L'homme l'utilise et le jette sans réfléchir à ce que signifierait alors l'utilisation d'un matériau aussi résistant et aussi peu dégradable. Il est facile de comprendre pourquoi le plastique est entré dans nos vies de façon si importante. Il est léger, malléable, bon marché, résistant et s'adapte à toutes les formes que les industries veulent lui donner.

Les types que nous sommes le plus susceptibles de trouver sont :

- PE (polyéthylène) : le plus simple des polymères synthétiques et le plus commun des plastiques ; résine thermoplastique qui peut être divisée en polyéthylène haute densité (PE-HD) et en polyéthylène basse densité (PE-LD). Il est utilisé pour la production de sacs, de boîtes, de rubans adhésifs, de bouteilles, de sacs à ordures, de tuyaux, de jouets, etc.
- PP (polypropylène) : matériau thermoplastique utilisé pour la production de meubles, de récipients alimentaires, de bouteilles de détergents et de produits de soins personnels, de tapis, de mobilier de jardin, etc.
- PVC (chlorure de polyvinyle) : matériau thermoplastique utilisé dans la production de plateaux à œufs, de tuyaux et de films isolants, à tel point qu'on le retrouve également dans les murs, les portes, les fenêtres ou les carreaux des maisons, et même dans les couvertures de cartes de crédit.
- PET (polyéthylène téréphtalate) : résine thermoplastique, principalement utilisée pour les bouteilles de boissons gazeuses et d'eau minérale, mais aussi pour la production de fibres synthétiques.
- PS (polystyrène ou polystyrène) : polymère thermoplastique utilisé pour produire des barquettes alimentaires, des couverts, des assiettes, des bouchons, etc.
- PA (polyamides) : polymères thermoplastiques parmi les plus utilisés pour les applications mécaniques car ils ont l'avantage de posséder d'excellentes propriétés mécaniques. Ils sont principalement utilisés dans les textiles et l'industrie.

PET
Polietilentereftalato

PE-HD
Polietilene alta densità

PVC
Cloruro di polivinile

PE-LD
Polietilene bassa densità

PP
Polipropilene

PS
Polistirene o Polistirolo

Pour recycler les plastiques, la première chose à faire est de les trier correctement ; trier

les plastiques n'est pas si facile, précisément parce que les plastiques sont nombreux et ne sont pas tous recyclables, connaître les différences n'est pas toujours possible mais on peut faire attention aux symboles que l'on trouve souvent sur presque tous les récipients que l'on utilise quotidiennement.

Tous les récipients étiquetés PE PET PVC sont recyclables, les bouteilles de boissons, les bouteilles de shampoing, de gel douche et de détergent, ainsi que les films appartiennent à cette catégorie.

Les couverts, les verres et les assiettes jetables sont fabriqués en polypropylène (PP), et les couverts en particulier ne peuvent pas être recyclés même si le matériau qui les compose l'est.

Le polypropylène peut être retraité, mais le polypropylène obtenu à partir de couverts peut non seulement contenir des déchets alimentaires, mais il est également peu rentable car son élimination ne génère aucune contribution.

Les plastiques qui ne peuvent être recyclés doivent également être collectés et destinés soit à l'incinération, soit à être utilisés comme combustible de substitution pour la production d'énergie thermoélectrique. Étant donné qu'il s'agit de matériaux dérivés du pétrole, leur pouvoir calorifique est comparable à celui du charbon et ils sont donc pleinement exploitables comme combustible.

Un objet en plastique abandonné dans l'environnement met entre cent et mille ans à se dégrader, mais ce que l'humanité a compris depuis la pollution que provoque le plastique, c'est qu'il est sournois et invisible (nous parlons de microplastiques). Les microplastiques (particules de taille < 5 mm) peuvent provenir de plusieurs sources, de la dégradation d'objets en plastique soumis aux éléments ou produits par l'industrie.

Les microplastiques sont utilisés par les industries cosmétiques dans les produits commercialisés pour le nettoyage du visage ou du corps et sont les particules les plus invasives que l'on puisse trouver dans l'environnement. Les lentilles de contact sont un autre produit qui produit des microplastiques. Tous deux finissent directement dans la mer et, en raison de leur taille, on les retrouve dans presque tous les organismes aquatiques.

Le 17 juin 2008, l'Union européenne a publié la directive-cadre 2008/56/CE, mise en œuvre en Italie par le décret législatif n° 190 du 13 octobre 2010 pour la protection du milieu marin. La directive-cadre confirme non seulement la création de zones marines protégées, mais demande également à tous les États membres d'élaborer leur propre stratégie marine pour parvenir à un bon état écologique d'ici 2020. .

Pour stopper l'invasion des plastiques et des microplastiques, les États-Unis ont adopté en 2015 la loi sur les eaux sans microbilles, qui interdit aux entreprises de cosmétiques d'ajouter intentionnellement des billes de plastique aux produits à rincer. Le Parlement européen, lors de sa séance du 16 janvier 2018, a pris acte de cette catastrophe environnementale majeure en présentant sa "stratégie de lutte contre les déchets plastiques".

Dans l'un des derniers rapports de Greenpeace, 25 à 30 % des organismes marins analysés contenaient des microplastiques. Ces poissons et crustacés finissent ensuite sur nos tables et avec eux les microplastiques, dont la plupart sont constitués de polymères de polyéthylène (PE) utilisés dans la production de vaisselle jetable.

La Commission européenne, pour faire face à cette marée plastique, a publié un communiqué de presse le 28 mai 2018 avec de nouvelles directives sur l'utilisation du plastique à usage unique, interdisant certains d'entre eux et réduisant la consommation et l'utilisation des articles qui ne peuvent pas être remplacés par des produits alternatifs.

Cette directive interdit les cotons-tiges, les pailles, les perches de ballons, les agitateurs de boissons, les assiettes et les couverts ; d'ici 2025, les États membres s'engageront à collecter 90 % des bouteilles en plastique.

Soixante-dix pour cent des déchets marins sont constitués de plastique à usage unique (assiettes, verres, bouteilles, sacs) et de matériel de pêche, principalement des filets de pêche, que les pêcheurs perdent ou jettent à la mer lorsqu'ils n'en ont plus besoin.

Il n'est pas rare de voir des poissons et des tortues de mer pris au piège dans ces filets qui ne leur laissent aucune échappatoire.

La Commission européenne a donc introduit de nouvelles règles pour :

- sensibiliser les consommateurs aux méfaits des plastiques à usage unique ;
- encourager les fabricants de ces matériaux à développer des matériaux alternatifs ;
- les coûts de gestion et de collecte de ces déchets devraient, en partie, être supportés par l'industrie ;
- introduire des étiquettes expliquant au consommateur comment éliminer les déchets ;
- introduire des systèmes de consigne pour les bouteilles jetables.

Le 9 octobre 2018, la commission de l'environnement du Parlement européen a approuvé la directive sur les plastiques à usage unique du 28 mai 2018, ce qui signifie que d'ici 2021, certains produits en plastique qui représentent 49 % des déchets marins seront interdits. En plus des produits déjà énumérés dans la directive précédente, les députés ont décidé d'ajouter à la liste des matériaux interdits plusieurs autres éléments qui

n'avaient pas été mis en évidence auparavant. Tous les États membres s'engagent à réduire de 25 % la consommation des produits à usage unique pour lesquels il n'existe pas de matériaux de substitution d'ici 2025.

Échantillonnage des déchets échoués [25]

La collecte de données sur les déchets marins, présents sur les plages, permet d'acquérir des informations préliminaires pour l'étude du phénomène des échouages, notamment en ce qui concerne les quantités, les tendances et les sources possibles. Ces informations, qui servent à élaborer des mesures de réduction des apports et à tester leur efficacité, ont pour objectif ultime de réduire au minimum la quantité de déchets rejetés dans le milieu marin.

Quatre types de zones d'enquête sont définis :

- les zones urbanisées ;
- l'embouchure des rivières ;
- les zones portuaires ou toute autre indication de pollution par la navigation et la pêche ;
- des zones éloignées non directement accessibles par transport terrestre ou situées dans des zones protégées.

Au moins une zone doit être identifiée pour chaque type.

La répartition spatiale des zones pour chaque région doit être représentative de l'extension côtière et des différentes sous-régions auxquelles elles appartiennent, dans le cas de régions dont les versants appartiennent à deux sous-régions différentes.

Les plages doivent :

- être composées de sable ou de gravier et exposées à la mer ouverte (sans barrières brise-lames) ;
- être accessible aux géomètres tout au long de l'année ;
- être accessibles pour l'enlèvement éventuel des déchets marins ;
- ont une longueur minimale de 100 m et, si possible, de plus de 1 km ;
- être exempts de colonies mobiles pendant la période d'enquête ;
- de préférence ne pas faire l'objet d'une autre activité de collecte de déchets.

Il est nécessaire de vérifier si la zone d'échantillonnage a été nettoyée par les

[25] Tiré de "Programmes de surveillance de la stratégie pour le milieu marin (article 11, décret législatif 190/2010) - Annexes méthodologiques - Module 4 (déchets échoués)".

responsables ou dans le cadre de campagnes de sensibilisation du public.

La méthode

Une fois le choix des plages à prospecter effectué, il faut identifier 3 portions de plage à échantillonner, couvrant toute la LARGEUR, de l'estran au système dunaire ou à la végétation et/ou aux artefacts. Les portions de plage à échantillonner doivent avoir une LONGUEUR de 33 m et doivent être séparées, l'une de l'autre, de 50 m au maximum (Fig. 1).

Figure 4Positionnement des portions de plage à échantillonner (zones roses).

Les caractéristiques physiques et géographiques de la plage doivent être décrites, ainsi que d'autres informations concernant les éventuelles sources de pollution environnantes, telles que les rivières, les zones bâties, etc. Ces informations doivent être incluses dans la "fiche d'identification de la plage".

SCHEDA IDENTIFICATIVA DELLA SPIAGGIA				
Codice ID della spiaggia			Data	
Operatore				
1. Località geografica:				
Nome della spiaggia				
Provincia /Comune /Località				
Coordinate del tratto di spiaggia (GG°,GGGGG)				
Inizio LAT	Inizio LONG		Fine LAT	Fine LONG
Lunghezza complessiva del tratto di spiaggia indagato (porzioni più intervallo)				
2. Porzioni di spiaggia (33 m ciascuna) campionate				
Porzione 1	Inizio LAT	Inizio LONG	Fine LAT	Fine LONG
	Larghezza della porzione			
Porzione 2	Inizio LAT	Inizio LONG	Fine LAT	Fine LONG
	Larghezza della porzione			
Porzione 3	Inizio LAT	Inizio LONG	Fine LAT	Fine LONG
	Larghezza della porzione			
3. Tipologia della spiaggia:				
spiaggia limitrofa ad aree urbanizzate				Si no
nome della/e città, paese			città 1:	città 2
distanza dall'area di campionamento (km)				
spiaggia limitrofa a foci fluviali o scarichi di acque				si no
nome dei fiumi /scarichi			fiume 1	fiume 2
distanza dall'area di campionamento (km)				
spiaggia limitrofa a porti				si no
nome dei porti più vicini			porto 1	porto 2
distanza dall'area di campionamento (km)				
spiaggia limitrofa a siti industriali/discariche				si no
nome dei siti più vicini				
distanza dall'area di campionamento (km)				
presenza di stabilimenti/chioschi alle spalle				si no
spiaggia ad uso balneare				si no
accesso			veicoli	pedonale	barche
			remota		
altro				
4. Caratteristiche della spiaggia:				
sabbia		%		
ciottoli		%		
costa rocciosa		%		
pendenza		%		
5. Altre informazioni				
Sono stato raccolti i rifiuti durante questo rilevamento?				si no
Data ultima pulitura della spiaggia gg/mm/yyyy				
Eventuali eventi che abbiano influenzato il rilevamento				
NOTE (riportare le osservazioni che possono fornire indicazioni circa le principali sorgenti di marine litter presenti nell'area. A titolo di esempio: presenza di numerose reste per la coltivazione di mitili, oppure di numerosi vasi in plastica utilizzati nelle attività vivaistiche)				

Tableau 2: Fiche d'identification des plages

Les points de départ et d'arrivée de la plage et de chaque portion à échantillonner doivent être enregistrés par des coordonnées GPS (degrés sexadécimaux ; DD°,DDD) en

WGS 84 UTM 32 dans la fiche d'identification susmentionnée.

Le recensement doit être effectué en procédant systématiquement de manière orthogonale à la ligne de côte le long d'un transect, dans la portion de 33 m de plage à échantillonner.

Les éléments visibles sur le sable de plus de 2,5 cm, à l'exception des mégots de cigarettes, doivent être comptés, à l'exclusion de ceux trouvés en creusant. La recherche doit être effectuée sans déplacer le sable, en différenciant, si possible, trois catégories : échoué, déposé et d'origine indéterminée. Le nombre total d'objets appartenant à une seule catégorie parmi celles indiquées dans le tableau 3 doit être reporté sur la "feuille d'enquête sur les déchets de plage" du tableau 4.

ID	CATÉGORIES D'ÉCHANTILLONNAGE À L'ÉCHELLE DE 33 M
	Plastique et polystyrène
IT1	Enveloppes, shoppers, sacs poubelle/petits sacs en plastique, par exemple sacs de congélation/partie centrale d'un rouleau de sacs en plastique déchirable/fragments de feuilles de plastique
IT2	Bouteilles et récipients de produits cosmétiques (écrans solaires)/ bouteilles et récipients de détergents et de produits de nettoyage
IT3	Bouteilles et récipients d'huile moteur
IT4	Pièces détachées pour voitures et motos
IT5	Briquets
IT6	Penne et/ou leur bouchon
IT7	Pailles et touillettes (bar)/ couverts/ assiettes en plastique/ gobelets et couvercles en plastique/ sachets de chips, bonbons/ anneaux en plastique des bouchons de bouteilles/ bouchons et couvercles/ récipients alimentaires (par ex. porte-hamburgers)/ bouteilles et récipients pour boissons/ bidons à 4/6 anneaux/ bâtons de sucettes
IT8	Gants (gants en caoutchouc industriels/professionnels)/gants domestiques
IT9	Défenses/flotteurs/bouées
IT10	Attaches en plastique pour le jardinage/les serres et bandes en plastique pour l'emballage
IT11	Chaussures/sandales/lunettes/lunettes de soleil/combs/brosses à cheveux
EN12	Éponge synthétique/casques/fibres de verre/emballages industriels, feuilles de plastique/sacs à mailles pour les légumes (par ex. pommes de terre, oranges)/sacs d'engrais/alimentation animale
IT13	CD / boîtier de CD / tubes lumineux phosphorescents (tubes avec liquide) / jouets ou parties de ceux-ci
IT14	Pots en plastique/ seaux/ caisses et paniers/ jerrycans (récipients en plastique avec poignée)
IT15	Boîtes et caisses à poisson en polystyrène
IT16	Conteneurs à appâts en plastique/ fil et ligne de pêche en nylon (pêche)/ boîtes et caisses à poissons en plastique/ filets et morceaux de filets/ cordes et lignes
IT17	Paniers et corbeilles pour l'ostréiculture/ filets ou sacs pour moules ou huîtres (chaussettes)/ assiettes en plastique utilisées dans l'aquaculture ou la pêche/ cantines
IT18	Autres objets en polystyrène
IT19	Autres objets/fragments en plastique
	Caoutchouc
EN20	Ballons gonflables, y compris les valves, les rubans, les cordons/ ballons.

ID	CATÉGORIES D'ÉCHANTILLONNAGE À L'ÉCHELLE DE 33 M
IT21	Bottes, galoches
IT22	Pneus/ chambres à air
IT23	Elastiques (usage domestique/postal)
IT24	Autres pièces en caoutchouc
	Tessut
IT25	Rembourrage/ tapis/ sacs de jute/ toile
IT26	Sacs à dos et sacs/ chaussures et sandales/ vêtements (vêtements/ chapeaux/ serviettes)
IT27	Autres produits/parties ou filaments textiles
	Paperboard
IT28	Enveloppes/sacs en papier
IT29	Cartons/ journaux et magazines/ fragments de papier
IT30	Conteneurs Tetrapack/ gobelets en papier, barquettes alimentaires
IT31	Paquets ou parties de cigarettes
IT32	Mégots et filtres de cigarettes
IT33	Autres articles en papier
	Bois
IT34	Bouchons
IT35	Cassettes
IT36	Bâtons de Popsicle
IT37	Autres bois transformés/ouvrés/ palettes/ produits manufacturés
	Métal
IT38	Bombes aérosols
IT39	Bouchons de bouteilles/couvercles de boîtes de conserve/boîtes de boisson/bocaux ou boîtes de conserve/feuille d'aluminium (papier d'aluminium)
IT40	Appareils électriques/ appareils ménagers/ batteries/ câbles de voiture/ moto/ camion
IT41	Plombs de pêche/poids/hams
IT42	Ferraille/déchets industriels
IT43	Fûts, bidons, barils, bidons d'huile
IT44	Pots de peinture, pots de peinture
IT45	Fil métallique, treillis métallique, fil barbelé
IT46	Piles domestiques
IT47	Autres pièces/fragments de métal
	Verre/céramique
IT48	Bouteilles/assiettes et tasses/bocaux
IT49	Ampoules/tubes fluorescents
IT50	Matériaux de construction (gravats, briques)
IT51	Autres articles en verre/céramique/copeaux
	Déchets médicaux
IT52	Préservatifs
IT53	Bâtonnets Q-tips
IT54	Serviettes hygiéniques, slips, doublures, bandes de soutien, couches, tampons et applicateurs de tampons.
IT55	Autres articles sanitaires
	Déchets médicaux

ID	CATÉGORIES D'ÉCHANTILLONNAGE À L'ÉCHELLE DE 33 M
IT56	Récipients/ tubes/ blisters
IT57	Seringues/aiguilles
IT58	Autres articles médicaux (écouvillons, pansements, etc.)
	Fèces
IT59	Excréments de chien ensachés

Tableau 3Catégories d'échantillonnage

SCHEDA RILEVAMENTO RIFIUTI SULLA SPIAGGIA A SCALA 33 m				
CODICE ID SPIAGGIA				
ID (IT1-IT56)	n# items	Note: indicare note relative a specifici oggetti osservati	Sorgente: indicare quando possibile se l'oggetto/i è spiaggiato, deposto da terra o di origine indeterminata	foto ID

Tableau 4Fiche d'enquête sur les déchets

Les articles qui n'appartiennent pas à une catégorie de déchets particulière ou qui sont inconnus sont classés dans la catégorie "autres articles" et une brève description de l'article doit être incluse dans la fiche d'enquête (onglet 4). Dans la mesure du possible, des photos numériques doivent être prises afin que les déchets puissent être identifiés ultérieurement.

Après l'enquête, les déchets détectés et catalogués dans la zone couverte par l'échantillonnage doivent de préférence être collectés et éliminés.

Les enquêtes des campagnes suivantes doivent être effectuées dans les mêmes zones où les déchets ont été collectés.

La longueur linéaire de la portion de plage à échantillonner est le paramètre en fonction duquel il faut standardiser la mesure de la quantité de déchets détectés, qui sera alors exprimée comme suit

nombre d'objets /33 m.

Les objets encombrants et inamovibles doivent être marqués afin qu'ils ne soient pas

comptés une seconde fois lorsque l'échantillonnage est répété.

Les plages de référence doivent être contrôlées deux fois par an comme suit :

- Printemps, mars avec un intervalle de temps de + ou - 10 jours ;
- Automne, novembre avec un délai de + ou - 10 jours.

Préparation des échantillons pour l'analyse en laboratoire[26]

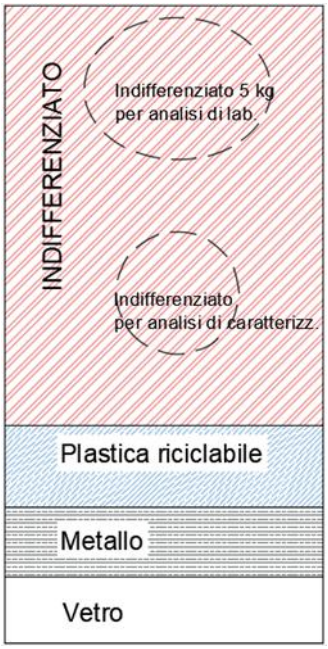
Les déchets échantillonnés dans le cadre du projet IMPATTI-NO sont d'origine et de composition différentes. Le tableau suivant montre l'échantillonnage effectué pour chaque zone portuaire :

	Numéro	Provenance	Poids (kg)	Sélection à effectuer sur l'échantillon	Description du type de sélection à effectuer (enlever le métal, le verre, ...)	Description du type d'analyse à effectuer	Déchiquetage avant envoi
Échantillons	1	un "déchargeur" dans lequel les déchets des navires, des bateaux de pêche ou d'autres navires de pêche sont déposés.	5 kg+ quantité utile pour la caractérisation chimique	Refus en l'état	Recyclage privé du verre, du métal et du plastique recyclable	- Analyse de l'humidité, des cendres, du MV, du C fixe ; - Analyse élémentaire (C, H, O, N, CI, S) ; - Pouvoir calorifique (PCS et PCI) ; - Analyse des cendres.	déchiquetés jusqu'à une taille n'excédant pas 50 millimètres
	2	un "déchargeur" dans lequel les déchets des navires, des bateaux de pêche ou d'autres navires à moteur sont déposés.	5 kg+ quantité utile pour la caractérisation chimique	Refus en l'état	Recyclage privé du verre, du métal et du plastique recyclable	- Analyse de l'humidité, des cendres, du MV, du C fixe ; - Analyse élémentaire (C, H, O, N, CI, S) ; - Pouvoir calorifique (PCS et PCI) ; - Analyse des cendres.	déchiquetés jusqu'à une taille n'excédant pas 50 millimètres
	3	plages et littoral	5 kg+ quantité utile pour la caractérisation chimique	Déchets "tels quels" à recomposer selon les pourcentages de composition du tableau 2	Recyclage privé du verre, du métal et du plastique recyclable	- Analyse de l'humidité, des cendres, du MV, du C fixe ; - Analyse élémentaire (C, H, O, N, CI, S) ; - Pouvoir calorifique (PCS et PCI) ; - Analyse des cendres.	déchiquetés jusqu'à une taille n'excédant pas 50 millimètres

[26] Selon la méthode élaborée ad hoc par le Prof. Antonio Viola et appliquée à l'activité T2.1.1 du Projet IMPACTINO

	4	Sur les navires (collecte à bord)	5 kg+ quantité utile pour la caractérisation chimique	plastiques recyclables et non recyclables	isoler uniquement des plastiques recyclables et non	- Analyse de l'humidité, des cendres, du MV, du C fixe ; - Analyse élémentaire (C, H, O, N, CI, S) ; - Pouvoir calorifique (PCS et PCI) ; - Analyse des cendres.	déchiquetés jusqu'à une taille n'excédant pas 50 millimètres
	5	plages et littoral	5 kg+ quantité utile pour la caractérisation chimique	plastiques recyclables et non recyclables	isoler uniquement des plastiques recyclables et non	- Analyse de l'humidité, des cendres, du MV, du C fixe ; - Analyse élémentaire (C, H, O, N, CI, S) ; - Pouvoir calorifique (PCS et PCI) ; - Analyse des cendres.	déchiquetés jusqu'à une taille n'excédant pas 50 millimètres

Les déchets indifférenciés sont les déchets " en l'état " ramenés sur le rivage par les pêcheurs ou collectés par les entreprises de nettoyage des plages et des côtes. La quantité de déchets de départ doit être en poids de telle sorte que, une fois la fraction de déchets recyclables éliminée, une quantité nette de 5kg puisse être envoyée au laboratoire pour traitement. Cependant, il faut ajouter une quantité aux 5kg pour permettre à votre laboratoire d'effectuer la caractérisation selon les analyses suivantes :



- Analyse d'humidité, de cendres, de MV, de C fixe ;
- Analyse élémentaire (C, H, O, N, CI, S) ;
- Production de chaleur (PCS et PCI) ;
- Analyse des cendres.

La fraction de déchets recyclables <u>à retirer</u> de la masse totale concernée :

- Le verre,
- Le métal,
- Le plastique recyclable (lorsque le trieur est certain qu'il est recyclable, sinon ce plastique fera partie des non-recyclables et restera donc dans la masse des déchets).

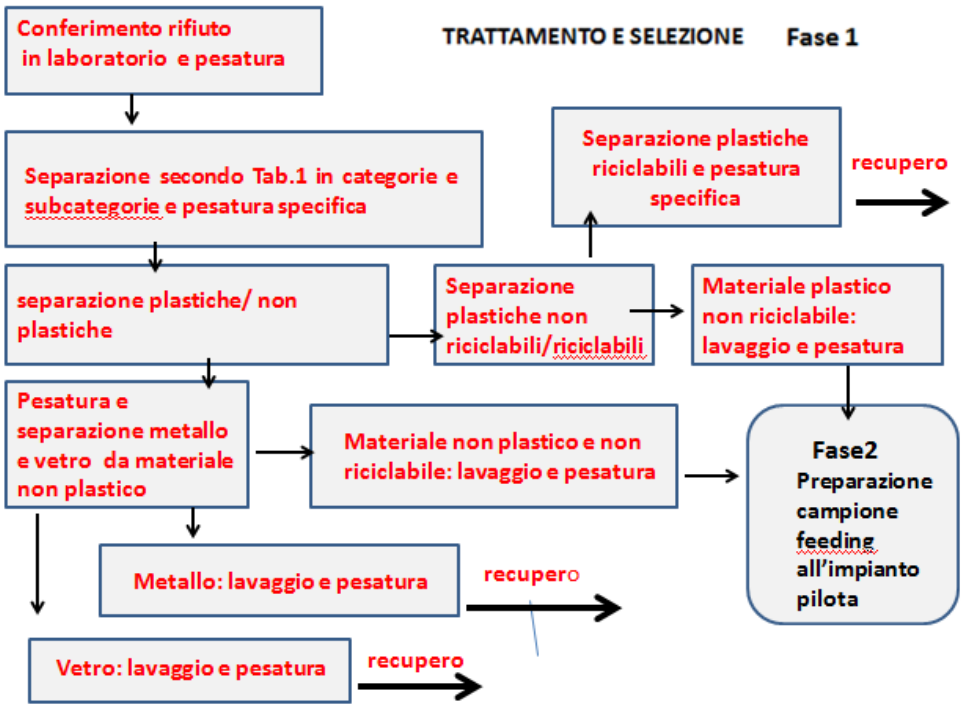
Une fois la fraction recyclable éliminée, il faut peser les différentes catégories de déchets

résiduels, en les distinguant selon la liste du tableau 1 (statistiques sur les déchets échoués) de la présente annexe.

En tenant compte de la pesée et des pourcentages en poids des catégories respectives de déchets non recyclables, l'échantillon de 5 kg et le second échantillon à soumettre à la caractérisation sont composés, tous deux respectant la composition des déchets collectés (c'est-à-dire les pourcentages des différentes catégories de déchets non recyclables).

Une fois que les échantillons de 5 kg ont été constitués, ils doivent être broyés en morceaux d'une taille maximale de 50 mm.

Le schéma suivant présente un organigramme pour simplifier la compréhension de la préparation des échantillons.



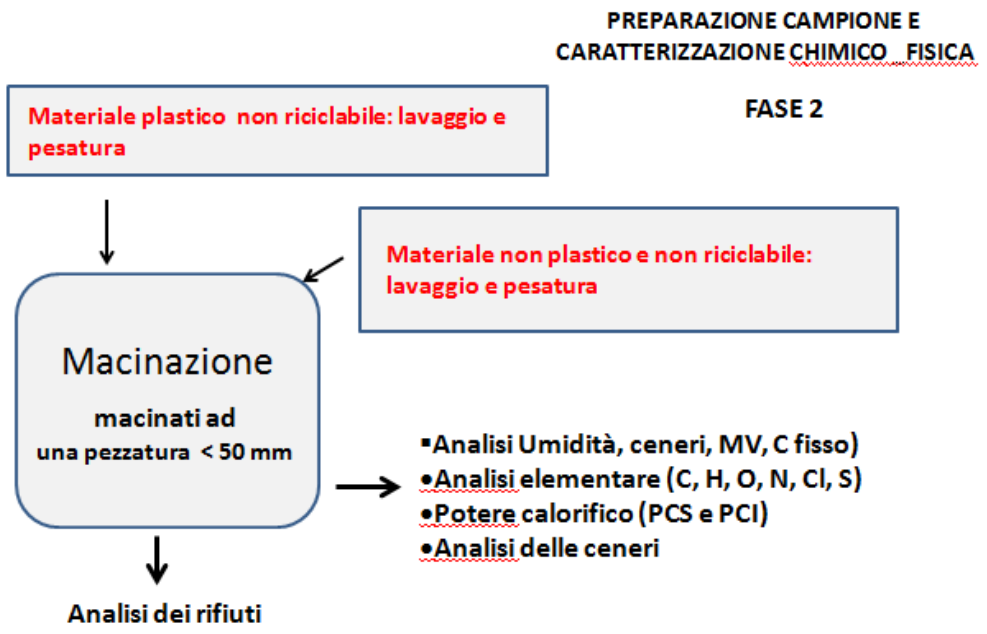


Figure 5: Schéma de préparation des échantillons pour l'alimentation de l'usine pilote

exe 3 : Protocole pour l'évaluation de l'eau contenue dans les pétroliers/chimiquiers[27]

Le transport de pétrole par voie maritime reste la solution la plus rentable lorsqu'il s'agit de couvrir de grandes distances : les grands pétroliers sont le principal moyen de transport des produits pétroliers. Non sans inconvénients : les effets néfastes des catastrophes environnementales causées par les accidents de pétroliers sont toujours présents, ainsi que les dommages environnementaux constamment causés par le trafic maritime avec le déversement d'huiles de diverses natures (McLaughlin, 2014). L'une des

[27] Rapport technique du Département des Sciences Chimiques et Géologiques de l'Université de Cagliari, dans le cadre de l'accord de collaboration stipulé avec le CIREM (Centre Interuniversitaire pour la Recherche Economique et la Mobilité) dans le cadre du projet IMPATTI-No.

principales causes de la pollution marine est le déversement dans la mer de mélanges huileux, produits principalement par le lavage de cales contenant des produits pétroliers (slop waters), les eaux de cale, les huiles de moteur ou les déversements de carburant. Il s'agit d'un problème d'un intérêt technique et scientifique considérable, notamment en ce qui concerne les effets toxiques que ces substances peuvent avoir sur l'environnement et la santé humaine. Une législation intensive promue par des organisations telles que l'Organisation maritime internationale (OMI) a conduit à l'élaboration de règles de plus en plus strictes régissant la navigation et la sécurité en mer. Grâce à la mise en œuvre de ces procédures opérationnelles, l'impact négatif du commerce maritime sur l'environnement a été considérablement réduit. L'OMI, en plus d'édicter des règles pour la construction de pétroliers modernes équipés de systèmes de sécurité de pointe, a sanctionné la convention MARPOL (MARitime POLLution) 73/78, née d'une révision des règlements antérieurs à 1973 et complétée par la conférence internationale de 1978 après les graves catastrophes environnementales causées par les pétroliers au cours de ces années. Entrée en vigueur en 1983, elle subordonne tous les navires battant pavillon des pays adhérents aux directives de la convention, quel que soit leur lieu de navigation. Entre autres objectifs, la convention, avec son annexe 1, vise à réglementer et à réduire la pollution marine par les hydrocarbures, les gaz d'échappement et autres substances nocives.

Il est d'usage pour les navires transportant des produits pétroliers d'arriver au port de destination et, après avoir livré leur cargaison, de nettoyer les citernes contenant du pétrole avec de l'eau de mer tirée à haute pression. Ce système génère un mélange d'huile et d'eau, contenant divers contaminants (Mancini et al. 2012), qui s'accumule au fond et est ensuite déversé dans la mer (Campo et al. ,2017 ; Agence européenne pour l'environnement, 2004). Cette procédure, outre le fait qu'elle entraîne une perte importante de produit, présente le grave inconvénient de provoquer le déversement d'importantes quantités de pétrole dans la mer. Dans un premier temps, MARPOL avait rendu obligatoire un système de chargement et de déchargement appelé Load On Top (LOT), stipulant que l'eau de lavage résiduelle devait être pompée dans des réservoirs spéciaux appelés Slop Tanks, à l'intérieur desquels le mélange huileux se sépare en raison de la plus faible densité du pétrole, récupérant ce dernier et pompant l'eau résiduelle dans la mer. Par la suite, un type de lavage des réservoirs plus efficace a été adopté, à savoir le Crude Oil Washing (COW), qui consiste, lors des opérations de déchargement, à verser de l'huile chauffée à haute pression sur les parois : cette

technique permet de récupérer environ 60/70% du produit, évitant ainsi la formation de grands mélanges huileux (Di Bella et al., 2015). Cependant, cela n'est fait que sur les navires pétroliers de conception récente ; or, il existe encore une flotte vétuste dépourvue de systèmes modernes de nettoyage des cales et inévitablement, même pour les navires modernes, la production d'eaux de lavage des citernes contenant des hydrocarbures à des degrés divers persiste (EMSA, 2017).

MARPOL a créé des zones spéciales qui, en raison de leurs caractéristiques océanographiques et écologiques ainsi que du trafic maritime, nécessitent des règles particulièrement restrictives ; la mer Méditerranée, incluse dans l'annexe 1 de MARPOL, est en effet l'une des mers les plus fréquentées du monde où, comme dans d'autres zones (par exemple la mer Noire), il est interdit de rejeter du pétrole ou tout mélange contenant des hydrocarbures dans la mer. Le caractère dangereux de ces eaux et les difficultés inhérentes à tout type de traitement sont liés à leur teneur en substances chimiques de diverses natures. La teneur en huile est généralement considérée comme le composant toxique le plus important, mais le mélange d'huile et de tensioactifs issus du nettoyage est également très problématique, empêchant l'eau de se séparer en deux phases distinctes (McLaughlin et al., 2014).

Ces effluents sont donc essentiellement composés d'eau très salée, d'huiles de diverses natures et de différents contaminants plus ou moins récalcitrants. Dans tous les cas, cependant, les eaux de lavage des citernes contiennent des hydrocarbures pétroliers totaux (HPT), même après traitement physique de séparation des émulsions, de l'ordre de 200/300 mgL^{-1} , alors que la convention MARPOL impose une limite de rejet dans les zones spéciales de HPT inférieure à 15 mgL^{-1} . Comme mentionné ci-dessus, la convention stipule également que dans des zones spéciales, les eaux de slop ne peuvent pas être déversées en mer mais livrées au port. Toutefois, il est prouvé que des déversements illégaux de fioul ont également lieu dans ces zones, y compris en mer Méditerranée. (Tiselius et al. 2016 ; Belgiorno et al., 2018)

Le déversement de ces déchets dans la mer, qu'il soit intentionnel ou accidentel, génère un problème environnemental lié à la qualité et à la quantité des contaminants qu'ils contiennent, qu'il s'agisse d'huiles, d'hydrocarbures, de tensioactifs ou de métaux : les effluents huileux produits par les navires ne sont en effet pas les seules sources de pollution, mais se combinent avec les eaux produites par l'extraction de produits pétroliers, le déversement d'effluents industriels ou d'eaux traitées dans la mer. Les eaux de lavage, étant un mélange d'eau de mer et de résidus pétroliers, contiennent

principalement des hydrocarbures, mais peuvent également contenir tous les autres contaminants présents dans le pétrole et ses dérivés. Le pétrole brut est un mélange extrêmement complexe de dizaines de milliers d'hydrocarbures et de non-hydrocarbures, des composés allant de petites molécules volatiles (par exemple, le méthane) à des macromolécules non volatiles très complexes sous forme colloïdale (par exemple, les asphaltènes). Tous les pétroles bruts contiennent des hydrocarbures (aliphatiques et aromatiques) et des non-hydrocarbures. Les hydrocarbures aliphatiques (souvent appelés paraffines ou saturés) représentent le plus grand pourcentage en poids des pétroles bruts conventionnels. Les hydrocarbures aromatiques comprennent les monoaromatiques (BTEX, benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes) et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).

Le pétrole brut contient des métaux, sous forme organique et inorganique, dans des concentrations totales très variables, en fonction de l'origine du pétrole. Les concentrations de nickel et de vanadium dans le pétrole brut, par exemple, vont de 2 à 200 mg/kg pour le nickel et de 0,02 à 1180 mg/kg pour le vanadium (Pereira et al., 2010). La quantité de métaux dans l'huile augmente proportionnellement à sa fraction résiduelle, car les métaux sont liés aux fractions moléculaires plus lourdes. La plupart des métaux sont éliminés lors de la séparation des asphaltènes. Des métaux et des espèces organométalliques sont également incorporés lors du raffinage du pétrole. Dans les processus de raffinage du pétrole, le vanadium est considéré comme un marqueur possible de la libération de métaux traces dans l'environnement. Les concentrations de métaux dans les eaux de slop ont également été évaluées pour leur contribution à la charge métallique dans les sédiments (Tiselius et al., 2017). Les concentrations prévues de pétrole et de métaux déversés dans le milieu marin à partir de ces eaux ont été estimées comme étant de 4 à 8 ordres de grandeur inférieures aux concentrations toxiques rapportées dans la littérature. Cependant, les données de toxicité disponibles sont basées sur une exposition à court terme et il existe à ce jour peu d'informations sur les effets toxiques liés aux faibles concentrations de contaminants provenant des rejets fréquents d'eaux de cale et d'autres activités opérationnelles de navigation (Magnusson et al., 2018).

Un groupe important de produits chimiques potentiellement présents dans les eaux de slop sont les surfactants. De nombreux tensioactifs sont connus pour être toxiques en tant que tels, mais les mélanges d'huiles et de tensioactifs peuvent être plus toxiques que chacun des composants individuels, soit en raison des effets synergiques de la

toxicité actuelle des deux composants, soit parce que le dispersant dissout une plus grande partie du pétrole brut, ce qui le rend plus biodisponible pour les organismes exposés (par exemple, Greer et al., 2012).

Vers la fin des années 1970, des composés ont commencé à être ajoutés aux essences, des éthers, pour augmenter l'indice d'octane et comme antidétonants, en remplacement du plomb tétraéthyle et du benzène : parmi ces composés synthétiques oxygénés, le plus représentatif est certainement le méthyl-tertio-butyl-éther (MTBE). Le MTBE est un éther aliphatique de formule structurelle CH3OC (CH3) 3, produit par la réaction de l'isobutylène avec le méthanol sur un catalyseur acide ; c'est un liquide inflammable, volatil, clair, incolore à température ambiante et qui a une odeur terpénique caractéristique. Il est chimiquement stable et ne se polymérise pas et ne se décompose pas à température ambiante. Sa moindre toxicité par rapport au plomb a conduit à une augmentation de la proportion de MTBE dans l'essence, ce qui en fait un contaminant redoutable de l'eau et du sol. En effet, la grande solubilité de cette molécule dans l'eau dans des conditions environnementales favorables (48 g/L) est sa principale caractéristique, et la difficulté de son assainissement la rend très récalcitrante ; son utilisation intensive a entraîné une contamination étendue des eaux souterraines et de surface. Bien qu'il n'existe actuellement aucune norme pour le MTBE dans l'eau potable en Europe, la concentration maximale admissible pour les hydrocarbures dissous ou émulsifiés est de 10 ng/L (CEE, 1989). L'Agence américaine de protection de l'environnement (EPA) a classé les MBTE comme "cancérogènes pour l'homme par toutes les voies d'exposition" (Brown et al. 2001 ; Deuchar et al. 2000).

La composition particulièrement problématique des eaux de slop, avec leur salinité élevée et leurs phases fortement émulsionnées, rend donc difficile leur caractérisation et leur traitement ultérieur. Même après la séparation par gravité qui a lieu dans les cuves de décantation sur le navire ou dans le port, la séparation des phases n'est pas suffisante et les contaminants peuvent ne pas passer complètement d'une phase à l'autre. En outre, les méthodes analytiques normalement utilisées pour leur analyse ne fournissent pas d'informations sur la spéciation chimique ou la biodisponibilité des contaminants.

Procédure de caractérisation

La caractérisation est le premier obstacle à franchir en ce qui concerne la nature problématique des eaux SLOP qui mettent à l'épreuve la reproductibilité et la répétabilité des méthodes analytiques réalisées sur des échantillons où la salinité est élevée et les

phases fortement émulsionnées. Même après la séparation par gravité qui a lieu dans les cuves de décantation sur le navire ou dans le port, la séparation des phases n'est pas suffisante et les contaminants peuvent ne pas passer complètement d'une phase à l'autre. L'acidification et l'extraction ultérieure de l'ensemble de l'échantillon ne garantissent pas non plus une image représentative du niveau de pollution, car il n'est pas possible d'avoir des informations sur la spéciation des métaux et donc leur biodisponibilité. Ce rapport présente l'utilisation d'une nouvelle technique dans le but de simplifier l'analyse des métaux lourds dans les eaux de décantation. Les métaux lourds peuvent être présents en concentrations non négligeables dans les produits pétroliers et donc aussi dans les eaux de slop. Pour certains métaux (Cd, Hg, Pb), des limites de concentration très basses ont été fixées dans les eaux marines par la législation en raison de leur toxicité et de leur capacité à se bioamplifier le long des chaînes trophiques. L'échantillonnage passif (EP) permet aux contaminants (inorganiques et organiques) présents sous des formes labiles et biodisponibles dans des solutions aqueuses d'être accumulés sur des supports appropriés, exposés dans la solution pendant un temps défini (Vrana et al., 2005). C'est précisément la capacité à détecter la nature biodisponible des substances présentes qui rend ce type d'échantillonnage si important. Par rapport aux méthodes d'analyse traditionnelles, les résultats peuvent être utilisés pour une évaluation plus correcte des risques environnementaux. L'extrême dilution des contaminants dans l'eau de mer est le facteur critique qui souligne la fonctionnalité des SP : alors que l'échantillonnage ponctuel doit concentrer les analytes en solution pour atteindre la limite de détection, les SP sont capables d'accumuler et de concentrer les contaminants in situ, imitant l'exposition d'un organisme ; l'analyse ultérieure des contaminants extraits permet de quantifier leur concentration (moyenne pondérée dans le temps), éliminant les problèmes liés à la complexité de la matrice. Dans le cadre du produit T2.1.1, ce projet vise donc à définir un protocole pour l'utilisation d'échantillonneurs passifs comme méthode analytique alternative pour la mesure des métaux traces lourds (et des métalloïdes) dans les eaux de lavage des réservoirs de navires.

Les espèces métalliques sont présentes dans les solutions aqueuses (y compris les eaux de lavage des réservoirs) sous différentes formes chimiques, en tant qu'ions libres, complexes inorganiques, espèces organométalliques ou grands complexes organiques. Le devenir final des métaux dans les différents compartiments de l'environnement et l'impact sur les organismes biologiques dépendent principalement de leur forme chimique. On sait que la toxicité des métaux peut être liée à leur labilité et à leur mobilité

dans l'environnement marin, ce qui détermine leur disponibilité pour le biote. En ce sens, plusieurs études ont montré que l'absorption est liée uniquement à l'activité des ions libres ou des formes métalliques labiles du métal plutôt qu'à sa concentration totale.

Échantillonneurs passifs pour les métaux traces

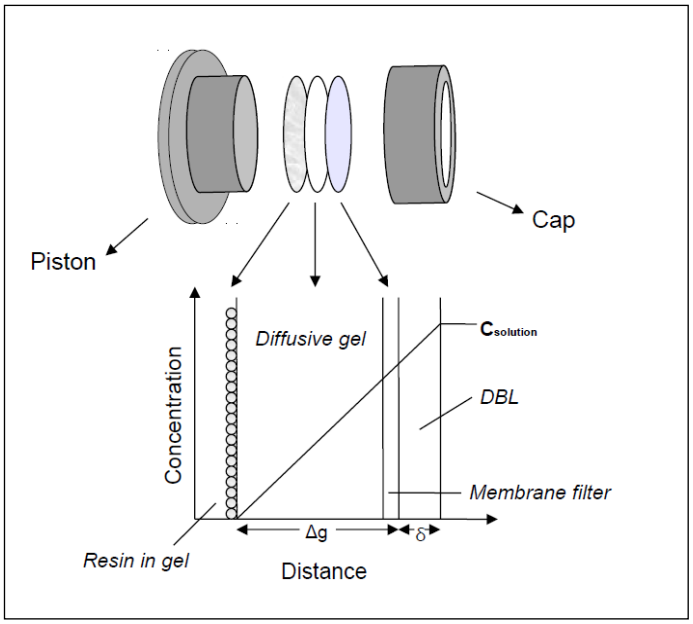


Figure 6 Structure schématique d'un échantillonneur DGT (d'après Schintu et al, 2014).

Les DGT (Diffusive Gradients in Thin Films) ont été développés par Davison et Zhang (1994) à l'Université de Lancaster, au Royaume-Uni. Les DGT sont un outil de surveillance des espèces métalliques labiles dans les eaux naturelles et ont été utilisés pour mesurer une large gamme d'analytes inorganiques dans les eaux naturelles et les sédiments. Des informations détaillées sur les principes de fonctionnement du DGT ont été publiées ailleurs (par exemple, Davison et Zhang, 2012).

Un échantillonneur DGT est un dispositif simple qui accumule les solutés sur un ligand après leur passage à travers un gel diffusif. La technique est basée sur la création d'un gradient de concentration constant de la solution vers le ligand (Zhang et Davison, 1995). Les métaux-traces sont généralement mesurés à l'aide d'une couche de résine chélatrice Chelex 100. Selon la première loi de diffusion de Fick, la concentration en solution (Cb) peut être calculée à partir de la masse de métal (M) accumulée dans la couche de résine après un temps d'exposition connu (t). A la fin de l'exposition, les ions chélatés par la résine sont élués avec HNO_3 1M et déterminés analytiquement.

Calcul de la concentration mesurée avec le DGT.

1) La masse du métal dans la résine gel (M) peut être obtenue à l'aide de l'équation

suivante

$M = Ce\ (V_{HNO3} + V_{gel})/fe$ (1)

où Ce est la concentration du métal élué dans la solution de HNO3 1M (en ng/l), V_{HNO3} est le volume de HNO3 ajouté à la résine de gel, V_{gel} est le volume de la résine de gel (généralement 0,16 ml) et fe est le facteur d'élution pour chaque métal, généralement 0,8.

2) La concentration de métal mesurée par le DGT (C_{DGT}) peut être calculée en utilisant l'équation :

$C_{DGT} = MDg/(DtA)$ (2)

où Dg est l'épaisseur du gel de diffusion (0,8 mm) plus l'épaisseur de la membrane filtrante (généralement 0,14 mm), D est le coefficient de diffusion du métal dans le gel), t est le temps d'exposition et A est la surface d'exposition (A=3,14 cm2).

Les DGT utilisés ont été fournis par DGT Research Ltd. (Lancaster, UK), et consistent en un gel de diffusion de polyacrylamide de 0,8 mm d'épaisseur et une résine Chelex-100.

Ce rapport décrit un essai expérimental réalisé en laboratoire sur un échantillon d'eau de lavage de citerne prélevé à Sarroch (Cagliari) en janvier 2020, dont les caractéristiques chimiques avaient été préalablement analysées selon les méthodes officielles. Comme il s'agit de résultats préliminaires, ils ne seront pas présentés dans ce rapport. En outre, les expériences sur les eaux de slop de différentes origines ont repris après la période de lockdown imposée par la pandémie COVID-19 au cours de laquelle l'activité du laboratoire a été suspendue.

Échantillonnage

Quinze litres d'échantillon, après prélèvement, ont été transportés dans un fût en polyéthylène haute densité et conservés à une température constante, sans aucun traitement préalable. Une aliquote de 5 litres a été prélevée au laboratoire pour être utilisée dans l'expérience.

Dans deux récipients HDPE (polyéthylène haute densité) de 10 litres, on a placé l'échantillon et une solution de référence, réalisée en ajoutant du chlorure de sodium à de l'eau ultra pure jusqu'à atteindre la conductivité de l'eau de glissement. Les récipients ont été décontaminés dans un bain d'acide HNO3 à 10 % pendant 24 heures et rincés à l'eau ultra pure, tout comme la verrerie et les supports en plexiglas utilisés. Les concentrations connues des métaux à tester ont également été ajoutées à la référence (Cd, Cr, Hg, Ni, Pb, Cu et Zn, mais la liste peut être plus longue en fonction des résines utilisées sur les

DGT).

Les DGT (voir figure) ont été immergés dans les deux récipients fixés dans des supports en plexiglas pouvant accueillir six échantillonneurs, trois génériques pour les métaux (résine Chelex) et trois spécifiques pour le mercure (gel 3MFS). Pour assurer l'écoulement du liquide, le récipient a été rendu solidaire d'un agitateur maintenu à une vitesse constante. Les milieux contenant les DGTs ont été suspendus par des tiges et attachés à celles-ci de manière à rester totalement immergés. Les paramètres de température, de pH et de conductivité ont été mesurés avant le dépôt et lors de l'échantillonnage. Pour le calcul de la concentration en métaux, le temps d'immersion et d'échantillonnage par minute a été enregistré. La température a été enregistrée quotidiennement et à différents moments de la journée.

(De gauche à droite et de haut en bas) : Insertion des DGT dans la solution de référence ; Prélèvement des DGT de la solution d'échantillon ; Nettoyage des fenêtres d'exposition ; Les deux récipients contenant respectivement la solution de référence et l'échantillon.

Sur le terrain, la période de dépôt du DGT est normalement de 5 jours ; dans ce cas, nous avons gardé les échantillonneurs déposés pendant 6 jours. Dès que les milieux ont été retirés, les DGT ont été enlevés et les fenêtres d'exposition ont été nettoyées à l'eau ultra pure ; elles ont ensuite été ouvertes, la membrane contenant la résine a été séparée et placée dans un flacon en plastique pour la digestion dans 2 ml de solution d'acide nitrique 1M (Ultrapur 60% Merck) maintenue dans l'obscurité pendant 24 heures. Les analyses ont ensuite été réalisées par spectrophotométrie d'absorption atomique (four graphite). Les expériences actuelles visent à optimiser les relations entre le volume

de l'échantillon, l'agitation et le temps d'exposition.

BIBLIOGRAPHIE

Achten, C., Kolb, A., Püttmann, W. (2001). Méthode sensible pour la détermination du méthyl tert-butyl éther (MTBE) dans l'eau par l'utilisation de headspace-SPME/GC-MS (2001) Analytical and Bioanalytical Chemistry, 371 (4), pp. 519-525.

Belgiorno, V. ; Naddeo, V. ; Zarra, T. ; Cesaro, A. (2018), Traitements biologiques avancés Edizioni Aster - Editorial Series in Environmental Engineering. ISBN : 978-0-244-41961-5

Brown, J.S., Bay, S.M., Greenstein, D.J., Ray, W.R. Concentrations of methyl-tert-butyl ether (MTBE) in inputs and receiving waters of Southern California (2001) Marine Pollution Bulletin, 42 (10), pp. 957-966.

Campo, R., Giustra, M.G.. De Marchis, M., Freni, G., di Bella, G. (2017). Characterization and treatment proposals of shipboard slop wastewater contaminated by hydrocarbons) Water (Suisse), 9 (8), art. no. 581.

Campo, R., Giustra, M.G.. Marchis, M. De, Bella, G. Di, 2017. Caractérisation et propositions de traitement des eaux usées de slop de bord contaminées par des hydrocarbures. Eau 9, 581

Di Bella, G. ; Di Prima, N. ; Di Trapani, D. ; Freni, G. ; Giustra, M.G. ; Torregrossa, M. ; Viviani, G. (2015). Performance des systèmes de bioréacteurs à membranes (MBR) pour le traitement des déchets de bord : évaluation de la biodégradation des hydrocarbures et de l'activité de la biomasse sous variation de salinité. J. Hazard. Mater. 2015, 300, 765-778.

Deuchar J. et Hardy G. (2000). Analyse de l'éther méthyl-tertiaire-butylique (MTBE) et d'autres composés oxygénés du pétrole dans l'eau. National Groundwater and Contaminated Land Centre et National Laboratory Service, septembre 2000.

Di Bella, G., Di Prima, N., Di Trapani, D., Freni, G., Giustra, M.G.. Torregrossa, M., Viviani, G., 2015. Performance des systèmes de bioréacteurs à membrane (MBR) pour le traitement des déchets de bord : évaluation de la biodégradation des hydrocarbures et de l'activité de la biomasse en fonction des variations de salinité. J. Hazard. Mater. 300, 765-778

EMSA (2017). La gestion des déchets d'exploitation des navires à bord des navires - EMSA-OP-02-2016

Agence européenne pour l'environnement (2004). (WHS12) Fiches d'information. Rejets illégaux d'hydrocarbures en mer.

Agence européenne pour l'environnement (2004). (WHS12) Fiche d'information sur l'indicateur. Rejets illégaux d'hydrocarbures en mer.

Greer, C.D., Hodson, P.V., Li, Z., King, T., Lee, K. (2012). Toxicité du pétrole brut dispersé chimiquement dans une cuve à vagues pour les embryons de harengs de l'Atlantique (Clupea hareng). Environmental Toxicology and Chemistry, 31 (6), pp. 1324-1333.

Mancini G., Cappello S., Yakimov M., Polizzi A., Torregrossa M., 2012, Biological Approaches to the Treatment of Saline Oily Waste(waters) Originated from Marine Transportation, Chemical Engineering Transactions, 27, 37-42.

Organisation maritime internationale. MARPOL : Articles, protocoles, annexes, interprétations unifiées de la Convention internationale de 1973 pour la prévention de la pollution par les navires, telle que modifiée par le protocole de 1978 y relatif ; Association internationale des sociétés de classification (IACS) : Londres, UK, 2006.

Magnusson, K., Jalkanen, J.-P., Johansson, L., Smailys, V., Telemo, P., Winnes, H. Risk assessment of bilge water discharges in two Baltic shipping lanes (2018) Marine Pollution Bulletin, 126, pp. 575-584.

McLaughlin, C., Falatko, D., Danesi, R., Albert, R. (2014). Caractérisation des effluents d'eaux de cale de navires avant et après traitement. Environmental Science and Pollution Research, 21 (8), pp. 5637-5652.

Pereira, JSF, Moraes, DP, Antes, FG et al, (2010). Détermination des métaux et des métalloïdes dans le pétrole brut léger et lourd par ICP-MS après digestion par combustion induite par micro-ondes. Microchemical Journal , 96, 4-11.

Tiselius P, Magnusson K (2017) Toxicité des eaux de cale traitées : la nécessité d'un contrôle réglementaire révisé. Mar Pollut Bull 114:860-866.

Davison, W., Zhang, H. (1994). Mesures de spéciation in situ de composants à l'état de traces dans les eaux naturelles à l'aide de gels à couche mince. Nature 367, 546-548.

Davison, W., Zhang, H. (2012). Progrès dans la compréhension de l'utilisation des gradients de diffusion dans les couches minces (DGT) : retour aux sources. Environmental Chemistry, 9 (1), pp. 1-13.

Marras, B., Montero, N., Marrucci, A., Bettoschi, A., Atzori, M., Schintu, M (2020). Valeurs seuils opérationnelles de la DGT pour les métaux dans l'eau de mer des zones

côtières protégées en Sardaigne (Méditerranée occidentale). Marine Pollution Bulletin, 150, art. no. 110692,

Schintu, M., Marrucci, A., Marras, B. (2014). Technologies d'échantillonnage passif pour la surveillance des contaminants organiques et inorganiques dans l'eau de mer. Current Environmental Issues and Challenges, pp. 217-237.

Vrana, B., Mills, G.A., Allan, I.J., Dominiak, E., Svensson, K., Knutsson, J., Morrison, G., Greenwood, R (2005). Techniques d'échantillonnage passif pour la surveillance des polluants dans l'eau. Tendance. Anal. Chimique. 24(10), 845-868 (2005)

Zhang, H., Davison, W. (1995). Caractéristiques de performance des gradients de diffusion dans les films minces pour la mesure in situ des métaux traces dans les solutions aqueuses. Analytical Chemistry 67, 3391-3400.