



ORGANISATION DES NATIONS UNIES
POUR LE DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL



DIRECTIVES TECHNIQUES



GESTION ÉCOLOGIQUEMENT RATIONNELLE DES
VÉHICULES EN FIN DE VIE EN **CÔTE D'IVOIRE**

2021



ORGANISATION DES NATIONS UNIES
POUR LE DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL

DIRECTIVES TECHNIQUES

GESTION ÉCOLOGIQUEMENT RATIONNELLE DES VÉHICULES EN FIN DE VIE EN CÔTE D'IVOIRE



« Gestion rationnelle des polluants organiques persistants (POP) non intentionnels et des diphényles éthers polybromés (PBDE) pour réduire leurs émissions du secteur des déchets industriels »

GEF 9263 ONUDI 150266

Table des matières

Liste des figures	5
Liste des tableaux	7
Abréviations	8
Définitions	10
1. Introduction	13
1.1 Contexte du projet	13
1.2 Objectifs et contenu	15
1.3 Profil du pays lié aux VFV	15
1.4 Pratiques de gestion non-écologiquement rationnelle des VFV	21
2. Cadre réglementaire général sur les VFV	34
2.1 Définitions, classification et compositions des VFV	34
2.2 Réglementation nationale et internationale sur les VFV	37
2.2.1 Cadre légal international	37
2.2.2. Cadre politique et légal national	40
3. Environnement, santé, sécurité	42
3.1 Contamination environnementale	42
3.2 Exposition des travailleurs	43
3.3 Exposition des communautés	44
3.4 Focus : POP-PBDE	45
4. Considération économiques	48
4.1 Viabilité économique du traitement des VFV	48
4.2 Système de financement du traitement des VFV	51

4.3	<i>Le potentiel des VFV dans une économie circulaire</i>	52
5.	Bonnes pratiques dans la gestion écologiquement rationnelle des VFV	55
5.1	<i>Collecte, transport, stockage et manutention des VFV et leurs fractions</i>	57
5.1.1	<i>Collecte</i>	57
5.1.2	<i>Transport</i>	60
5.1.3	<i>Stockage</i>	61
5.1.4	<i>Manutention</i>	64
5.2	<i>Installation de traitement des VFV</i>	66
5.2.1	<i>Zones de travail</i>	66
5.2.2	<i>Gestion du site</i>	67
5.2.3	<i>Infrastructures environnementales</i>	68
5.3	<i>Equipements et outils</i>	70
5.3.1	<i>Équipements de protection individuelle</i>	70
5.3.2	<i>Outils pour le démantèlement manuel</i>	72
5.4	<i>Traitement des VFV : dépollution et démantèlement</i>	75
5.4.1	<i>Dépollution</i>	76
5.4.2	<i>Démontage et déchiquetage</i>	85
5.5	<i>Stockage et élimination des matériaux issus du démantèlement des VFV</i>	90
5.6	<i>Focus : polluants organiques persistants dans les VFV</i>	99
5.6.1	<i>Composants des VFV contenant des POP</i>	99
5.6.2	<i>Ségrégation, stockage et élimination des composants contenant des POP</i>	100
	Bibliographie	110
	Annex 1 - Estimation du nombre de VFV entre 2007 et 2016	118

Liste des figures

Figure 1 - Nombre de véhicules en service et en fin de vie en Côte d'Ivoire	16
Figure 2 - Sites de traitement de VFV et DEEE	17
Figure 3 - Chaîne de valeur VFV et DEEE	18
Figure 4 - Pièces de rechange récupérées à partir des VFV	19
Figure 5 - Réutilisation de la tôle des VFV dans la production de nouveaux articles	19
Figure 6 - Exemples de mauvaises pratiques de stockage des VFV	23
Figure 7 - Exemples de mauvaises pratiques de stockage des VFV	23
Figure 8 - Exemples de mauvaises pratiques de stockage des composants de VFV	24
Figure 9 - Exemple de mauvaise pratique : plastique apporté à l'aciérie avec de la ferraille	26
Figure 10 - Exemple de mauvaises pratiques de démantèlement manuel	27
Figure 11 - Exemples de mauvaises pratiques de fusion et combustion	30
Figure 12 - Exemple de mauvaises pratiques de brûlage à ciel ouvert	31
Figure 13 - Exemple de mauvaises pratiques de décharge à ciel ouvert	32
Figure 14 - Composition massique d'un véhicule récent	36
Figure 15 - Vue d'ensemble des sources, répartition environnementale, voie d'exposition et principaux risques pour l'être humain des PBDE	45
Figure 16 - Modèle simplifié de l'économie circulaire	53
Figure 17 - Illustration globale du cycle de vie et de gestion des véhicules et VFV	56
Figure 18 - Balance portable	58
Figure 19 - Extincteur	58

Figure 20 - <i>Cage métallique pliable et empilable</i>	59
Figure 21 - <i>Petits bacs plastiques</i>	59
Figure 22 - <i>Grand conteneur en plastique pour la manutention avec chariots élévateurs</i>	59
Figure 23 - <i>Exemples de bonnes pratiques de collecte et transport des VFV</i>	60
Figure 24 - <i>Exemples de bonnes pratiques de stockage des VFV et leurs fractions</i>	62
Figure 25 - <i>Stockage des déchets électroniques dans des cartons sous zone couverte avec sol en béton, marquage/signalisation, et ventilation</i>	62
Figure 26 - <i>Exemples de dispositif de levage des véhicules</i>	65
Figure 27 - <i>Chariot de manutention</i>	65
Figure 28 - <i>Flux de VFV et fractions dans l'installation de démantèlement</i>	66
Figure 29 - <i>Diagramme schématique du traitement typique d'un VFV dans l'Union Européenne</i>	75
Figure 30 - <i>Processus de dépollution</i>	84
Figure 31 - <i>Applications pratiques des tests évier/flotteur pour le tri des plastique</i>	106
Figure 32 - <i>Identification systématique des plastiques</i>	107
Figure 33 - <i>Viabilité environnementale des solutions de gestion des fractions plastiques dangereuses</i>	109

Liste des tableaux

Tableau 1 – <i>Pratiques de gestion non-écologiquement rationnelle des VFV et leurs principales implications en terme de santé, environnement, sécurité</i>	33
Tableau 2 - <i>Valeurs d'orientation pour la composition des matériaux et les liquides/lubrifiants contenus dans un VFV</i>	35
Tableau 3 – <i>Possible séquence de dépollution</i>	83
Tableau 4 - <i>Pièces réutilisables et recyclables des VFV</i>	88
Tableau 5 - <i>Aperçu des méthodes de stockage et d'élimination pour différents types de matériaux</i>	98
Tableau 6 - <i>Méthodes d'identification et de séparation des plastiques RFB</i>	101
Tableau 7 - <i>Codes ISO 1043 pour les retardateurs de flamme couramment utilisés</i>	103
Tableau 8 - <i>Estimation du nombre de VFV entre 2007 et 2016</i>	117

Abréviations

ACI	Aciérie de Côte d'Ivoire
AFECAMCI	Association des Ferrailleurs et des Casses Modernes de Côte d'Ivoire
ARPAC	Association des recycleurs de pièces d'autos et de camions au Québec
CFC	Chlorofluorocarbures
CRT	Tube cathodique
DEEE	Déchets d'équipements électriques et électroniques
EEE	Équipements électriques et électroniques
EPI	Équipement de Protection Individuelle
FEM	Fonds pour l'Environnement mondial
GES	Gaz à effet de serre
GPL	Gaz de pétrole liquéfié
HBB	Hexabromobiphényle
HBCD	Hexabromocyclododécane
HCFC	Hydrochlorofluorocarbures
HFC	Hydrofluorocarbures
HIPS	Polystyrène choc (de l'anglais High impact polystyrene)
IDIS	Système d'informations de démantèlement international
MINEDD	Ministère de l'Environnement et du Développement Durable
MPE	Meilleures pratiques environnementales
MPS	Matières premières secondaires

MTD	Meilleures techniques disponibles
ONUUDI	Organisation des Nations unies pour le Développement industriel
PBDD/PBDF	Dibenzo-p-dioxines/Dibenzofuranes polybromés
PBDE	Polybromés diphényles éthers
PCB	Polychlorobiphényle
PCDD/PCDF	Polychlorodibenzo-p-dioxines/Polychlorodibenzo-furanes
PCT	Polychlorinated terphenyls
PNUE/UNEP	Programme des Nations unies pour l'Environnement
POP	Polluants organiques persistants
POPNI	Polluants organiques persistants non intentionnels
PUR	Mousse polyuréthane
PVC	Polychlorure de vinyle
RBA	Résidus de broyage automobiles
REP	Responsabilité élargie du producteur
SACO	Substances appauvrissant la couche d'ozone
SICTA	Société ivoirienne de contrôles techniques automobiles
SMIC	Salairé minimum de croissance
SONATT	Société nationale des transports terrestres
TPP	Technologies plus propres
UNITAR	Institut des Nations unies pour la formation et la recherche
VFV	Véhicules en fin de vie
VHU	Véhicule hors d'usage

Définitions¹

Stockage : accumuler les VFV collectés à partir de plusieurs sources dans un espace spécifiquement dédié où ils peuvent être stockés en toute sécurité pendant une période prolongée.

Collecte : collecte de VFV auprès des utilisateurs tels que les ménages, les entités commerciales, industrielles et institutionnelles. Comprend le stockage préliminaire des VFV à des fins de transport pour un traitement ultérieur.

Composant : partie fonctionnelle distincte d'un VFV (par exemple, moteur, batterie, filtres, pneus, etc.).

Déchets ultimes : déchets qui ne sont plus valorisables, ni par recyclage, ni par valorisation énergétique (Actu-Environnement, 2021).

Démantèlement (démontage, désassemblage) : processus de séparation et de ségrégation des VFV en ses différents composants et fractions. Le démontage peut être effectué manuellement ou mécaniquement. Le démontage manuel est effectué sur les articles individuels à la main, en utilisant des outils pour ouvrir et démonter le produit. Le démontage mécanique est généralement effectué dans un broyeur pour briser l'unité en petits morceaux qui sont ensuite traités pour se séparer en diverses fractions.

Dépollution : traitement sélectif au cours duquel les déchets dangereux et autres composants sont éliminés des VFV.

Élimination : désigne toute opération qui n'entraîne pas de réparation, de recyclage, de valorisation ou de réutilisation et comprend un traitement physico-chimique ou biologique, l'incinération et le dépôt dans une décharge sécurisée.

Fraction : flux de matière généré par le traitement des VFV (par exemple fer, cuivre, aluminium, fractions plastiques).

¹ Source : Adopté de WEEELABEX (sauf mention contraire).

Fractions dangereuses : composants ou pièces contenant des substances dangereuses ou toxiques pour l'environnement et/ou la santé humaine.

Fractions précieuses : composants ou pièces qui peuvent être vendus à un prix - contenant généralement des matériaux qui peuvent être recyclés et récupérés.

Gestion écologiquement rationnelle des déchets dangereux ou d'autres déchets :

« toutes mesures pratiques permettant d'assurer que les déchets dangereux ou d'autres déchets sont gérés d'une manière qui garantisse la protection de la santé humaine et de l'environnement contre les effets nuisibles que peuvent avoir ces déchets » (Convention de Bale) ou un « système assurant que les déchets et les matières mises au rebut sont gérés d'une manière qui économise les ressources naturelles et protège la santé humaine et l'environnement contre les effets nocifs que peuvent engendrer ces déchets et matières » (OECD, 2007).

Manutention : les activités telles que le levage, le chargement, le déchargement, le démontage, etc.

Matières premières secondaires (MPS) : matériau issu du recyclage de déchets et pouvant être utilisés en substitution totale ou partielle de matière première vierge. (Dictionnaire Environnement, 2010).

Meilleures techniques disponibles (MTD) : désigne la version la plus évoluée d'un procédé, d'une installation ou d'un mode opératoire du point de vue de son aptitude pratique à limiter les rejets, émissions et déchets. À cet égard, le terme « technique » englobe non seulement la technologie utilisée, mais aussi les méthodes de conception, de construction, d'entretien, d'exploitation et de démontage de l'installation (UNEP, 2012, Protocol Additionnel).

Meilleures pratiques environnementales (MPE) : désigne l'application de la combinaison la plus appropriée de mesures et de stratégies de lutte antipollution (UNEP, 2012, Protocol Additionnel). La MPE constitue une série d'habitudes individuelles ou collectives qui, exercées par chacune des personnes qui forment une organisation, permettent la gestion correcte de l'environnement. La MPE permet à l'industrie de tendre

vers la durabilité à l'échelle mondiale et contribue ainsi à la durabilité de l'entreprise elle-même (CAR/PP, 2004).

Scorie : sous-produit d'élaboration métallurgique, ayant une forte teneur en silicates et oxydes métalliques (Dictionnaire Larousse).

Ségrégation : séparation des produits, des composants ou des fractions selon des catégories spécifiées.

Transformation et traitement : impliquent des opérations qui entraînent des modifications de la matière première.

Traitement : comprend le démantèlement, la séparation, le déchiquetage, le tri, le classement, l'emballage, le cisaillement, le compactage, le concassage, la granulation, la réparation ou la rénovation, ou la découpe des déchets en différents composants pour la récupération.

1. Introduction

1.1 Contexte du projet

La consommation croissante de véhicules est fortement liée au développement économique global, y compris la hausse des niveaux de revenu disponible, l'essor de l'urbanisation et de la mobilité et l'industrialisation continue de certaines régions du monde. En conséquence, les quantités de véhicules en fin de vie (VFV) produits ne cessent d'augmenter à l'échelle mondiale, et devaient atteindre environ 80 millions d'unités par an en 2020 à l'échelle mondiale selon plusieurs estimations (Karagoz, 2019 ; Petronijevic, 2020). Ces flux de déchets à croissance rapide représentent une menace sanitaire s'ils ne sont pas traités correctement, car ils contiennent un ensemble de matériaux et substances dangereux, tels que les POP-PBDE, utilisés pour le matelassage des sièges, des appuie-têtes et des plafonds et pour les couches d'enduction des textiles. Le recyclage et/ou l'élimination de ces flux de déchets posent des problèmes d'exposition humaine et de contamination de l'environnement ainsi que de sécurité (par exemple, risque d'atmosphères explosives pendant le traitement de mousse PUR) (UNEP et Convention de Stockholm, 2012). Par ailleurs, la gestion des VFV représente une opportunité économique et environnementale à travers la récupération des matériaux de valeur permettant d'éviter le gaspillage de ressources naturelles et d'énergie, de sécuriser l'approvisionnement de l'industrie en matières premières, et de diminuer les impacts environnementaux. En effet, la gestion et le recyclage des déchets emploient entre 19 et 24 millions de femmes et d'hommes dans le monde, dont quatre millions travaillent dans le secteur formel du traitement des déchets et du recyclage.

La gestion des véhicules en fin de vie est un défi dans de nombreux pays en développement, y compris en Côte d'Ivoire, qui est le destinataire des véhicules usagés provenant des pays industrialisés. En effet, en 2015, la Côte d'Ivoire avait le parc automobile le plus vieux d'Afrique de l'Ouest avec une moyenne d'âge des véhicules de 16 à 20 ans (contre 8 à 10 ans en France pour la même année) (Business France, 2018 ; Pierret, 2016). Selon les statistiques de la Société ivoirienne de Contrôles Techniques Automobiles (SICTA) en charge des visites techniques automobiles et de celles de l'ex-Société nationale des transports terrestres (SONATT) en charge des opérations d'immatriculation

des véhicules, le nombre cumulé de véhicules immatriculés en Côte d'Ivoire jusqu'en 2015 était estimé à environ 800.000 véhicules (Kouassi, 2020). Le marché du neuf était en augmentation (11 400 véhicules neufs vendus en 2018, en progression de 14 % par rapport à 2017), mais le secteur restait largement dominé par les importations de voitures d'occasion appelées « France au revoir » en provenance de France, de Belgique et d'Allemagne (Business France, 2018). Afin de limiter la circulation des véhicules usés, la Côte d'Ivoire a interdit par un décret de 2018 l'importation de véhicules de tourisme d'occasions de plus de 5 ans dans le but de réduire le nombre d'accidents de la route, diminuer les émissions de gaz à effet de serre, et limiter la pollution qui induit des problèmes de santé pour les populations (Gourlay, 2019).

Les conséquences négatives sur les écosystèmes et sur la santé humaine de ces rejets industriels, couplé à un manque d'infrastructures et de services de gestion et recyclage des VFV rend indispensable la démonstration et la dissémination des bonnes pratiques en matière de gestion écologiquement rationnelle des polluants provenant de ces déchets en Côte d'Ivoire.

Dans le cadre d'une coopération continue avec le Fonds pour l'Environnement mondial (FEM) l'Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONU/IDI) met en œuvre, en collaboration avec le gouvernement de Côte d'Ivoire, le projet financé par le FEM intitulé : « *Gestion rationnelle des polluants organiques persistants non intentionnels (POPNI) et des diphényles éthers polybromés (PBDE) pour réduire leurs émissions du secteur des déchets industriels* » (uPOP/CI) ». Le projet, tel qu'approuvé par le FEM le 4 Octobre 2019, allie intérêt économique et intérêt environnemental. Il ambitionne de mettre en place un cadre réglementaire et institutionnel adapté à la gestion environnementale des VFV, de renforcer les capacités techniques des acteurs du secteur et de mettre à niveau la chaîne de valeur pour améliorer les opportunités économiques du secteur.

Le projet uPOP-CI entend apporter des solutions spécifiques à l'émission du PBDE, des dioxines et furanes, composés chimiques toxiques issus des matériaux plastiques contenu dans des véhicules en fin de vie et du brûlage à ciel ouvert des déchets électroniques.

1.2 Objectifs et contenu

Le présent document vise à fournir aux autorités compétentes et aux acteurs de la gestion des VFV – notamment les acteurs impliqués dans la collecte, le démantèlement et le recyclage - des directives techniques pour la gestion écologiquement rationnelle des VFV.

Grâce à ces directives techniques, les autorités et les acteurs seront amenés à mieux :

- Connaître les pratiques actuelles de gestion des VFV en Côte d'Ivoire et savoir identifier les mauvaises pratiques (chapitre 1) ;
- Évaluer le cadre stratégique et légal lié aux VFV, y compris la définition, la classification et la composition des VFV, ainsi que les réglementations internationales et nationales applicables (chapitre 2) ;
- Comprendre les problématiques environnementales, de santé et de sécurité liées à la gestion des VFV (chapitre 3) ;
- Comprendre les avantages et limites financiers liés à la gestion des VFV et le potentiel des VFV dans une économie circulaire (chapitre 4) ;
- S'appropriier les meilleures pratiques pour une gestion écologiquement rationnelle des VFV, notamment sur la collecte, le transport, le stockage et la manutention des déchets et matériaux, les installations de traitement, les outils et équipements, le processus de dépollution et de démantèlement, ainsi que l'élimination des déchets ultimes (chapitre 5).

1.3 Profil du pays lié aux VFV

Comme dans de nombreux pays en voie de développement, la gestion actuelle des VFV en Côte d'Ivoire se fait en grande partie de manière non-écologiquement rationnelle. Les VFV sont collectés et démantelés pour la valorisation des métaux et autres matières susceptibles d'être vendus à des recycleurs ou des fonderies secondaires, mais les opérations de dépollution sont, dans la plupart des cas limitées ou insuffisantes, ce qui entraîne des risques pour l'environnement, les travailleurs et les communautés, y compris une exposition (directe ou indirecte) aux métaux lourds, aux POP, et à d'autres contaminants préoccupants sur le plan sanitaire et environnemental.

En Côte d'Ivoire, la non déclaration des véhicules en fin de vie à l'Administration du Ministère des Transports entraîne un mauvais suivi et une mauvaise gestion de ces

engins. Il est donc difficile de disposer de statistiques fiables sur les véhicules en fin de vie existant sur le territoire ivoirien (Kouassi, 2020). Konan et Echui (2017) ont estimé le parc automobile national en service fin 2016 à 636 551 véhicules. En utilisant un taux de rebuts de 5%, le nombre de véhicules en fin de vie entre 2007 et 2016 a été estimé à 31 828 véhicules (voir également Annex 1).

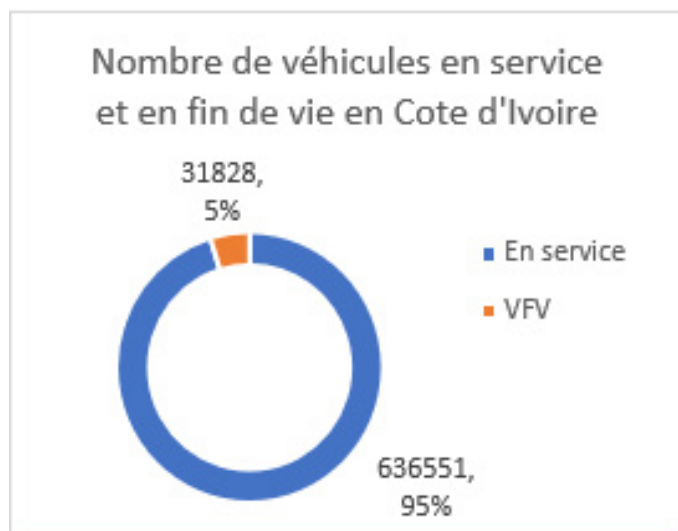


Figure 1 - Nombre de véhicules en service et en fin de vie en Côte d'Ivoire (Konan et Echui, 2017)

L'Association des Ferrailleurs des Cassettes Modernes de Côte d'Ivoire (AFECAMCI) estime que sur leurs sites, 5 000 véhicules hors d'usage sont reçus chaque mois (total 60,000/an) (GEF, 2018).

En Côte d'Ivoire, le secteur informel est composé de plusieurs acteurs de spécialités diverses pré-collecteurs, collecteurs, réparateurs, cassettes, recycleurs, etc. Le secteur informel a pour missions la collecte, le tri, le stockage et le démantèlement des VFV et cela d'une manière informelle sans réglementation en la matière (Zadi, 2020). La ville d'Abidjan est une plaque tournante de la filière VFV/DEEE. En effet les plus grandes cassettes sont disséminées au sein des dix communes d'Abidjan et regroupent une importante concentration d'acteurs. Les cassettes des communes du nord sont spécialisées en VFV et celle du sud en DEEE. Des distributeurs, collecteurs et réparateurs isolés sont également éparpillés dans toutes les communes d'Abidjan. Les acteurs de la filière sont organisés en associations et syndicats reconnus par le Ministère de l'artisanat, notamment l'AFECAMCI et l'Association des Fournisseurs de Ferrailles et Métaux Usés de Côte d'Ivoire (AFFMUCI) (pour plus de détails, se référer à : Appia, 2020).

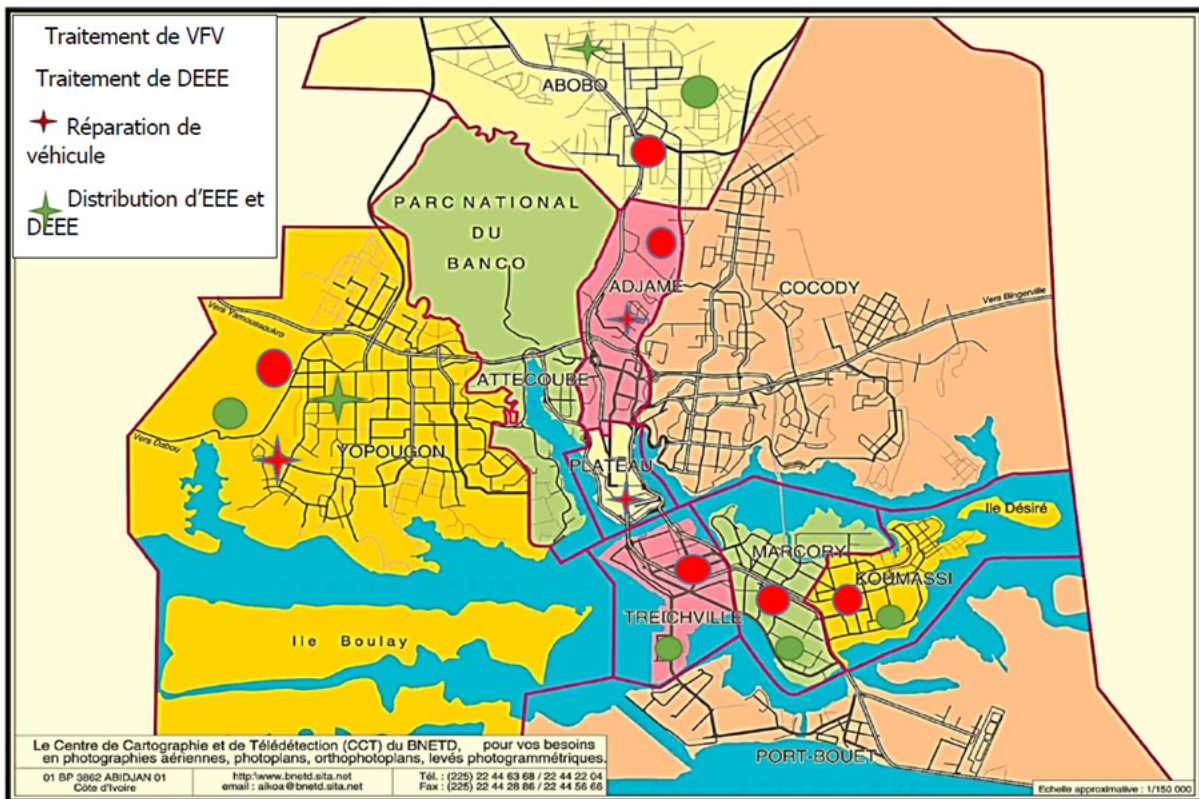


Figure 2 - Sites de traitement de VFV et DEEE (Appia, 2020)

Les différentes catégories d'acteurs sont implantées sur les mêmes sites et travaillent dans des petits hangars (casernes de fortune servant d'ateliers). Certains ferrailleurs sont spécialisés pour certaines opérations ou pour la valorisation de certains matériaux. En termes de répartition des tâches par genre, alors que les hommes sont principalement impliqués dans la réparation, la récupération et le recyclage des VFV, les femmes travaillent principalement dans le secteur de la restauration et dans la collecte et la vente de pièces détachées (par exemple les petits métaux). Elles servent d'intermédiaire entre le démantèlement et les usines de transformation des métaux recyclés. Les femmes sont également impliquées dans le recyclage de petits déchets tels que les métaux et les plastiques (Kouassi, 2020 ; GEF, 2018).

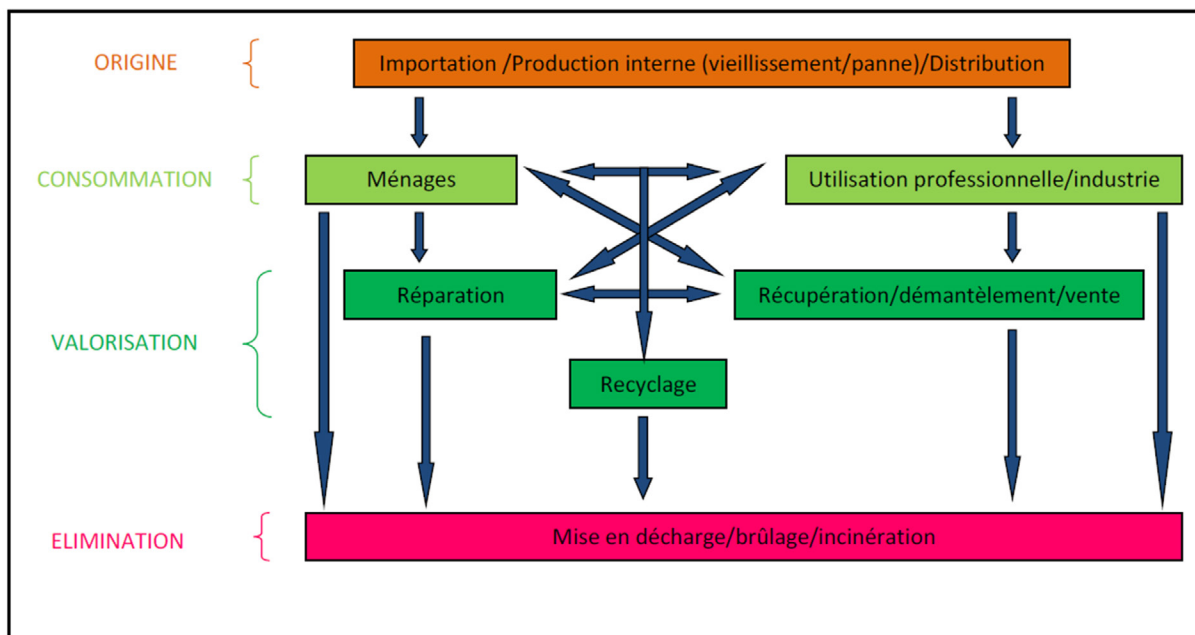


Figure 3 - Chaîne de valeur VFV et DEEE (Appia, 2020)

Collecte et stockage

Les véhicules en fin de vie proviennent de deux différentes sources :

- Les voitures non fonctionnelles ou les pièces de véhicules importées de l'étranger, généralement d'Europe, via des conteneurs d'expédition.
- Les véhicules en fin de vie au sein de la Côte d'Ivoire et (parfois, mais plus rarement) des pays limitrophes.

Les VFV sont retrouvés d'une part, le long de certaines voies ou dans des garages disséminés de manière non réglementée et non organisée, d'autre part, dans les ménages et les administrations publiques ou les établissements privés. Il n'existe pas de structures ou entreprises agréées chargées de l'enlèvement de ces épaves, bien que des initiatives communales pour leur ramassage aient été par moment entreprises. Les épaves de véhicules usagés sont généralement stockées dans les garages. Elles sont achetées par des récupérateurs qui négocient les prix avec leurs propriétaires. Une fois acquises, les épaves sont acheminées vers les casses pour être démantelées (Kouassi, 2020).

Prétraitement : démantèlement

Les activités de démantèlement sont conduites de façon manuelle. Le démantèlement s'effectue dans les casses et consiste à découper, trier et récupérer les pièces détachées et les éléments tels que les pièces mécaniques pouvant servir à nouveau : le fer, le cuivre, l'aluminium et au dégarnissage de l'aménagement intérieur. La tôle est récupérée pour être valorisée en aciérie ou exportée.



Figure 4 - Pièces de rechange récupérées à partir des VFV ©MINEDD



Figure 5 - Réutilisation de la tôle des VFV dans la production de nouveaux articles ©MINEDD

Les métaux nobles sont également récupérés en coupant mécaniquement les matériaux protecteurs ou en incinérant ces matériaux lorsque l'opération mécanique nécessite du temps. L'opération de brûlage est une source d'émissions de dioxines et furannes et de PBDE.

Des activités de dépollution, de nettoyage et de vidange des fluides techniques émis lors du processus de démantèlement sont effectuées mais le traitement de ces rebus n'est souvent pas correctement réalisé. Les déchets non valorisables sont stockés en vue de leur élimination en décharge. Leur contact avec l'humidité peut entraîner la lixiviation du PBDE. Les systèmes de climatisation des VFV sont démontés et valorisés, laissant s'échapper les gaz chlorofluorocarbures (CFC), qui sont nuisibles à la couche d'ozone et la qualité de l'air en général. Les démanteleurs sont les plus en danger dans le cadre de la contamination aux POP car ils ne portent pas d'équipements de protection individuelle (EPI) (Kouassi, 2020).

Traitement : recyclage

Les pièces mécaniques réutilisables issues des démantèlements sont vendues sur place dans les casses ou des magasins de pièces d'occasions. Ces établissements mettent également en vente des pièces détachées neuves ou de secondes mains acquises auprès d'équipementiers de constructeurs automobiles installés en Côte d'Ivoire ou provenant pour la plupart du Ghana, du Nigeria, des pays d'Asie, ou d'Europe.

Après la récupération de toutes les pièces réutilisables, le reste de la carcasse métallique découpée est acheminé par des transporteurs vers les usines spécialisées de traitement et transformation des aciers, de l'aluminium et de produits semi-finis comme les câbles décapés par brûlage.

Traitement ultime : mise en décharge, dépôt sauvage et incinération

En fin de cycle de vie, la ferraille est valorisée en aciérie. La ferraille est acheminée avec une partie des polymères contenus dans le véhicule (joints, mousse, etc.). L'unité industrielle procède au tri de ces déchets autant qu'elle peut, mais une partie se trouve inévitablement brûlée dans le four à arc. Ainsi, le risque de produire des dioxines et des furanes, existe, surtout que le traitement des fumées du four n'est pas efficace, de l'aveu même du responsable de l'aciérie. Il produit aussi des poussières qu'il convient d'analyser sur le plan des dioxines et furannes.

Des opérations de brûlage se produisent en décharge, occasionnant l'émission de dioxines et furannes et de PBDE. La mousse polyuréthane (PUR), issue des carcasses de véhicules, utilisée comme combustible par les femmes, est susceptible de générer l'émission de dioxines et furannes et la libération de gaz CFC (Kouassi, 2020).

De manière générale, le secteur manque de cadre législatif et institutionnel, de sensibilisation, mais également de moyens techniques pour la gestion écologiquement rationnelle des POP issus des VFV.

L'absence de lois sur la gestion des VFV a pour conséquence l'utilisation de pratiques inappropriées, dont le brûlage à l'air libre, causant la production non intentionnelle de

POP. Pourtant, aucune disposition de protection environnementale n'est prise pour protéger le personnel ou le lieu d'exercice. Le cadre institutionnel relatif aux POP est caractérisé par une multiplicité des acteurs et des restructurations fréquentes entraînant des conflits de compétences en rapport avec leurs attributions et responsabilités, fragilisant ainsi l'action de l'État dans le secteur. De plus, le secteur est dominé par des intervenants informels dû au manque d'infrastructures appropriées et de personnel qualifié pour la gestion écologiquement rationnelle des POP (Kouassi, 2020). Le manque de compétences techniques en matière de gestion des VFV, de sensibilisation aux risques sanitaires, d'accès aux technologies appropriées et de financement adéquat du secteur public favorisent les mauvaises pratiques de gestion des VFV et les risques sanitaires et environnementaux pour les populations.

Les activités liées aux VFV sont menées par des travailleurs qui ne sont pas informés des dangers relatifs à leur activité ou ne peuvent mettre en œuvre des mesures de sécurité. Ils travaillent sans équipements de protection, ne connaissent pas la toxicité de certaines parties des VFV, et opèrent parfois de manière nocive pour l'environnement, par exemple en incinérant les câbles pour récupérer les métaux précieux ou en se débarrassant des fractions sans valeur en les jetant dans les cours d'eau ou dans les décharges sauvages (Kouassi, 2020).

1.4 Pratiques de gestion non-écologiquement rationnelle des VFV

Les *Principes directeurs pour la gestion durable des métaux de seconde fusion* décrivent les pratiques de gestion non-écologiquement rationnelle (ou « mauvaises pratiques » ou « pratiques irrationnelles ») comme les « pratiques connues ou suspectées d'avoir des impacts négatifs graves (généralement multiples) sur l'environnement, la santé et la sécurité des travailleurs/de la communauté, et la qualité et la quantité de métaux secondaires récupérés, lorsqu'elles sont appliquées par tout opérateur économique dans l'un des processus concernés (collecte, traitement manuel et mécanique, traitement métallurgique et élimination) » (ISO IWA, 2017).

Le tableau ci-dessous fournit une vue d'ensemble des mauvaises pratiques existantes dans le secteur des VFV et leurs implications (élaboré à partir de Karcher et al., 2018)² :

² Le traitement mécanique n'est pas couvert dans ce document car peu utilisé en Côte d'Ivoire. L'amalgamation, la lixiviations chimiques rudimentaire (telles que la lixiviation par bain acide et la lixiviation au cyanure) ne sont pas traités dans ce document car peu applicable aux VFV. Pour des détails sur ces mauvaises pratiques, se référer aux directives techniques DEEE.

Étape

Mauvaises pratiques et leurs principales implications en termes de santé, environnement, sécurité



Collecte et stockage

Les **mauvaises pratiques en matière de collecte** liées à la qualité de la manutention, de la logistique et des installations comprennent, sans s'y limiter :

- Pratiques de manipulation dangereuses après la collecte et avant le transport (par exemple, élimination incontrôlée des acides des batteries plomb-acide usagées).
- Pratiques de manipulation dangereuses en vue du stockage (non-isolément des contacts de la batterie) qui présentent un risque d'incendie.
- Méthodes de stockage inappropriées (par exemple, surem-pilement non sécurisées pouvant s'effondrer sur les travail-leurs et endommager les matériaux).
- Collecte sélective de fractions de valeur facilement accessi-bles (par exemple, les équipements EEE dans les véhicules) sans tenir compte d'autres fractions de valeur (gaspillage des ressources).
- Utilisation de véhicules de collecte qui ne sont pas adaptés au remorquage de véhicules en fin de vie (par exemple manque d'attaches, dépassement des limites de poids).
- Manque d'équipement approprié pour faciliter le chargement et le déchargement des véhicules en toute sécurité (par ex-emple, rampes, grues).
- Installations de stockage sans protection contre les condi-tions climatiques pouvant affecter la qualité des matériaux.
- Absence de stockage séparé et sûr (à température contrôlée) pour les fractions combustibles (par exemple les batteries), les articles, et les déchets dangereux présentant des risques potentiels pour la santé et l'hygiène.



Collecte
et
stockage



Figure 6 - Exemples de mauvaises pratiques de stockage des VFV ©Ministère de la Salubrité, de l'Environnement et du Développement Durable, 2016.



Figure 7 - Exemples de mauvaises pratiques de stockage des VFV ©MINEDD



Collecte
et
stockage



Figure 8 - *Exemples de mauvaises pratiques de stockage des composants de VFV @Keshav Parajuly*

De telles pratiques peuvent entraîner un certain nombre de risques, notamment la contamination des écosystèmes environnants par des métaux lourds solubles, la contamination croisée de polluants, l'exposition des travailleurs à des produits chimiques et des blessures, ou encore des accidents de véhicule.



Transport et commerce

Les pratiques non conformes dans le transport et commerce sont également variées. Elles impliquent notamment :

- Les pratiques de manipulation dangereuses avant le transport (par exemple, élimination incontrôlée des acides des batteries plomb-acide usagées).
- La vente des fractions traitées à un fournisseur en aval qui opère de manière non conforme et dangereuse avec des conséquences pour la sécurité des travailleurs et l'environnement.
- La violation de la législation (nationale et internationale) applicable qui limite et prescrit les pratiques commerciales et de transport acceptables.
- La documentation inexistante ou incomplète des dossiers d'expédition et/ou falsification du permis d'exportation et d'importation pertinent (corruption d'agents).
- Le commerce de cargaisons délibérément faussement étiquetées et déclarées pour éviter les obligations locales et internationales de traitement des déchets souvent coûteuses (telles que les coûts d'élimination sûre) et les droits d'importation.
- La cargaison mal emballée qui ne respecte pas les normes minimales requises fixées par les réglementations internationales en matière de transport afin d'éviter les coûts.
- L'utilisation d'équipements, d'installations et de moyens de transport défectueux et dangereux en termes d'intégrité structurelle et de norme technique requise.
- L'utilisation de types de services de transport employant une main-d'œuvre non formée et non protégée opérant de manière non conforme (par exemple, sans licence), non protégée (risque d'accidents) et non assurée.



Transport et commerce



Figure 9 - Exemple de mauvaise pratique : plastique apporté à l'aciérie avec de la ferraille ©GEF, 2018

Les mauvaises pratiques de transport peuvent causer des accidents de véhicules pouvant entraîner des blessures ou la mort. Ils peuvent provoquer des fuites, des déversements ou des explosions avec des conséquences sur l'environnement. De plus, la santé et la sécurité des travailleurs sont mises en danger lorsqu'ils sont exposés à des biens d'utilisateurs finaux non conformes en l'absence de mesures de protection (par exemple des biens contenant des métaux lourds et des retardateurs de flamme chimiques). Comme ces pratiques échappent au radar des autorités et peuvent se produire dans des juridictions internationales, il existe également un risque de dommages environnementaux non détectés, plus longs et plus importants.



Démantèlement manuel

Le **démontage manuel dangereux** implique un certain nombre de mauvaises pratiques, telles que :

- Briser, écraser ou forcer l'ouverture de pièces ou composants, au lieu d'utiliser des dispositifs plus sûrs pour faciliter une ouverture contrôlée (par exemple, un tournevis).
- Ne pas porter les équipement de protection individuelle requis.
- Briser et écraser des pièces contenant du mercure (par exemple interrupteurs d'éclairage, composants de systèmes de freinage antiblocage et de réglage actif de la suspension) sans porter d'EPI et sans séparation ou isolement approprié des constituants dangereux.
- Éliminer sans contrôle les acides de batteries plomb-acide usagées.
- Couper les batteries plomb-acide usagées avec des coutelas pour accéder au plomb sans utiliser d'EPI.



Figure 10 - Exemple de mauvaises pratiques de
démantèlement manuel ©UNITAR



Démantèlement manuel

Les pratiques dangereuses de démantèlement manuel exposent les travailleurs et la communauté à la poussière et aux fumées, aux substances dangereuses, aux produits chimiques et aux métaux lourds (par exemple, le mercure, le plomb, le cadmium, etc.). Les travailleurs peuvent également être blessés lors des pratiques d'écrasement, de destruction et d'ouvertures forcées. De telles pratiques peuvent également entraîner une contamination de l'environnement par des produits chimiques, des gaz et des liquides nocifs (acides, huiles).



Traitement métallurgique

La **fusion rudimentaire** à faible technologie consiste à exposer des déchets et matériaux secondaires contenant des métaux à des sources de chaleur localisées et élevées telles qu'une cuisinière électrique, un chalumeau ou une grille sur un feu de charbon pour faciliter diverses formes de fusion. Les mauvaises pratiques observées comprennent :

- La refusion pour dessouder des composants de valeur par immersion dans un bain de plomb ou par exposition à une chaleur élevée afin de casser les pièces et morceaux souhaités par la contrainte thermique induite.
- Les fonderies de plomb exploitées illégalement qui extraient le plomb des batteries de voitures.



Traitement métallurgique

La **combustion rudimentaire** à faible technologie consiste à mettre le feu à un tas de matériaux contenant du métal à une température assez élevée :

- Les opérateurs « modulent » généralement la température en alimentant le feu avec des composants, en particulier des pneus de voiture et des mousses de réfrigérateur pour augmenter la température, et des plastiques ignifuges pour refroidir le feu. Les émissions qui en résultent contiennent un cocktail non spécifié de diverses substances hautement toxiques, telles que des dioxines, des retardateurs de flamme gazéifiés et des produits chimiques appauvrissant la couche d'ozone, en plus des particules plus grosses, de la suie et des cendres.
- La combustion rudimentaire a diverses utilisations, par exemple éliminer les matières plastiques obstruantes en polychlorure de vinyle (PVC) entourant le cuivre dans les câbles, récupérer le treillis en acier contenu dans les pneus usagés, etc.





Traitement métallurgique

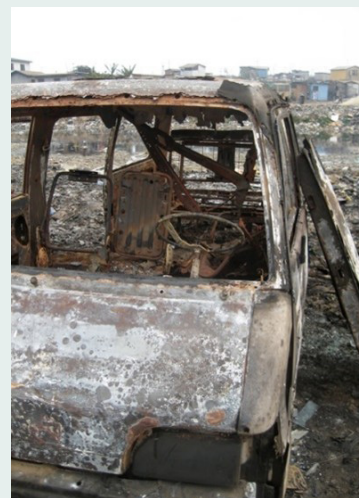


Figure 11 - Exemples de mauvaises pratiques de fusion et combustion ©UNITAR

Les pratiques de fusion et de combustion à faible technologie sont des pratiques dangereuses d'isolement, de libération et de récupération des métaux. Elles sont généralement effectuées sans licence par des opérateurs non qualifiés et non autorisés, manuellement et sans EPI, et en l'absence d'équipements de contrôle de la température appropriés (et donc sans mesures de contrôle de la pollution). Ils peuvent entraîner la libération de fumées (en particulier de plomb) et d'autres substances si les activités sont effectuées dans un environnement ouvert et non protégé sans filtration d'air ou ventilation. Ces substances peuvent être inhalées par les travailleurs et les communautés environnantes, causant divers dommages à la santé et une grave contamination environnementale. Un mélange complexe et très toxique de produits chimiques en suspension dans l'air, notamment des dioxines et d'autres POP, peut être produit. De telles pratiques peuvent également causer de graves brûlures aux travailleurs.



Élimination

Le **brûlage à ciel ouvert** consiste généralement à allumer un feu dans un terrain ouvert dans le but de réduire les volumes de déchets restants. Certains feux sont maintenus allumés pendant des semaines à l'état couvant, grâce à l'alimentation systématique de nouveaux déchets domestiques et industriels (y compris généralement des boîtiers en plastique, des pneus et des mousses halogénées provenant de réfrigérateurs). Après avoir été dans ces feux « froids » pendant si longtemps, tous les résidus métalliques, par exemple sous forme de boîtes ou de clous, sont cuits dans les cendres restantes et sont régulièrement récupérés.



Figure 12 - Exemple de mauvaises pratiques de brûlage à ciel ouvert ©UNITAR



Élimination

De telles pratiques exposent les travailleurs à la suie et aux cendres avec une concentration de produits chimiques dangereux qui ne sont pas gazéifiés ou qui ont été nouvellement générés. Un processus de combustion incontrôlé peut émettre des volumes substantiels (sous forme de cendres, de suie et de fumée) de produits chimiques nocifs mélangés, y compris divers métaux lourds, dioxines, béryllium et hydrocarbures aromatiques polycycliques. Le plomb, le mercure, le cadmium et les ignifugeants polybromés sont tous des substances toxiques persistantes et bioaccumulables, qui sont ensuite transmises à l'ensemble de la chaîne alimentaire humaine. Les communautés environnantes sont susceptibles d'être fortement affectées par la fumée typiquement âcre et noire transportant certaines des substances les plus toxiques et cancérigènes connues à ce jour.

La **décharge à ciel ouvert** est la pratique du rejet incontrôlé et aléatoire de déchets solides et liquides (et de matériaux dont la valeur est perçue comme nulle/faible) dans l'environnement, sans intention de traitement ultérieur. L'environnement de déversement « ouvert » peut être, par exemple, une rue, un fossé, une rivière ou tout type de plan d'eau, ou un trou creusé spécifiquement dans le but d'y déverser les déchets.



Figure 13 - Exemple de mauvaises pratiques de décharge à ciel ouvert ©UNITAR

La décharge à ciel ouvert incontrôlée expose directement les travailleurs à des constituants dangereux solides, liquides ou en suspension dans l'air, et affecte souvent négativement l'ensemble de la communauté environnante. Des substances toxiques persistantes et bioaccumulables sont transmises à la chaîne alimentaire humaine au travers des cultures vivrières produites sur des sols contaminés et irrigués avec de l'eau contaminée. Des combinaisons et des concentrations variables de déchets généraux et dangereux peuvent grandement affecter l'ensemble de la biosphère par la contamination du sol et de l'eau.

Tableau 1 – *Pratiques de gestion non-écologiquement rationnelle des VFV et leurs principales implications en terme de santé, environnement, sécurité (élaboré à partir de : Karcher et al, 2018)*

Outre les problèmes de santé, de sécurité et d'environnement, les pires pratiques dans la gestion des VFV affectent également l'efficacité de récupération des matières et fractions de valeur pour diverses raisons : perte de matière, faibles taux de récupération, contamination des matériaux, perte de fonctionnalité limitant la réutilisation (SRI, 2018b).

2. Cadre réglementaire général sur les VFV

2.1 Définition, classification et composition des VFV

Un véhicule en fin de vie peut être défini comme un véhicule qui est considéré comme un déchet parce que le propriétaire s'en débarrasse, a l'intention de le jeter ou est tenu de le jeter. Si un véhicule est désigné comme déchet principalement en raison de la volonté du propriétaire de le jeter, l'état d'un véhicule peut également le rendre déchet, par exemple à la suite d'un accident. Lorsqu'ils ne sont pas dépollués ou traités correctement, les VFV sont considérés comme des déchets dangereux en raison des batteries au plomb-acide et des liquides tels que l'huile moteur brûlée et les fluides de climatiseur et d'autres pièces présentant des risques potentiels pour la santé humaine et l'environnement, y compris les pneus, les poids d'équilibrage en plomb, et convertisseurs catalytiques.

Les véhicules se composent de diverses pièces de construction, qui sont produites avec divers matériaux et substances. Indépendamment de son âge et de son poids, un véhicule est composé d'environ 75% de métal, ferreux et non ferreux. Les 25% restants proviennent de pneus, de liquides et d'autres matériaux. Lorsque les véhicules sont mis au rebut, ils contiennent différents déchets ayant des composants en verre, en métal, en plastique, en tissu et en caoutchouc. Ils comprennent également des fluides tels que l'huile usée, l'antigel, les lubrifiants et l'essence ou le diesel, et contiennent de plus en plus de composants électroniques contenant des métaux lourds et précieux (EPA, 2017). Les véhicules sont également de plus en plus équipés de composants électroniques contenant des matériaux précieux, tels que l'or, l'argent, le palladium, le tantale et d'autres terres rares (Commission Européenne, 2021). Une voiture de tourisme moyenne se compose des composants et des matériaux d'exploitation suivants (UBA, 2015) :

Matériaux de composition	
Matériel	Quantité
Acier	400 kg
Plastiques	125 kg
Moteur à combustion	100 kg
Matériau isolant/ coussin	50 kg
Autres composants en caoutchouc	35 kg
Moteurs électriques	10 kg
Mousse PUR	10 kg
Verre de sécurité	6 kg
Verre composite	4 kg
Câbles et câblage	4 kg
Pneus	5 unités

Matériel d'exploitation dans un VFV	
Matériel	Quantité
Carburant	5-10 Litre
Liquide de refroidissement	7 Litre
Huile moteur	4 Litre
Réfrigérant	1-4 Litre
Huile de transmission	2 Litre
Huile d'amortisseur	1 Litre
Lubrifiant	1 Litre
Liquide de frein	0,7 Litre
Huile différentielle	0,5 Litre
Huile de direction assistée	Non spécifié

Tableau 2 - Valeurs d'orientation pour la composition des matériaux et les liquides/lubrifiants contenus dans un VFV (UBA, 2015)

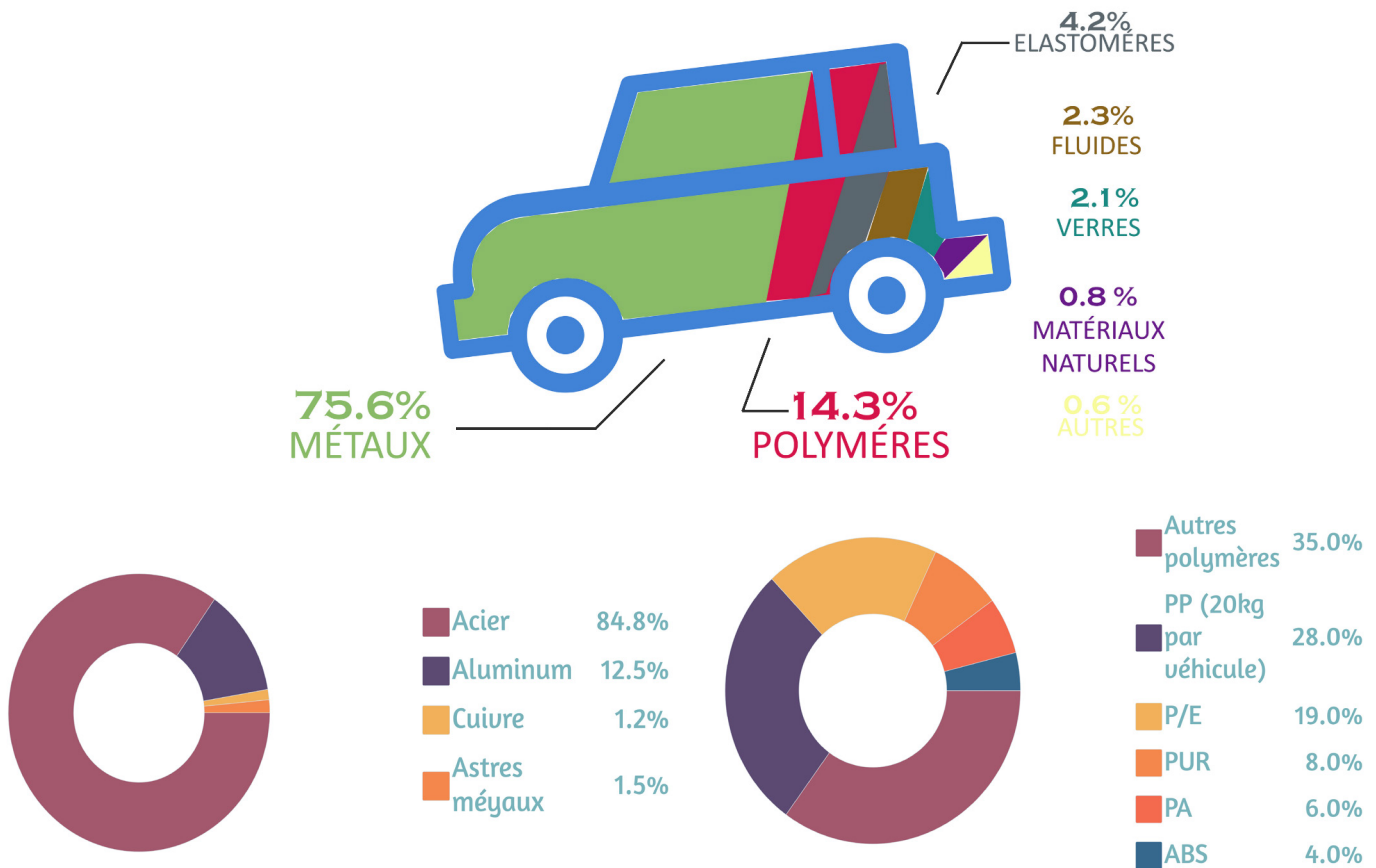


Figure 14 – Composition massique d'un véhicule récent (Indra, 2019)

Avant leur dépollution, les VFV sont classifiés comme déchet dangereux car ils comprennent un ensemble de substances polluantes :

- Des **POP-PBDE** - y compris le c-pentaBDE et le c-octaBDE - même s'ils sont interdits dans les pays de l'Union européenne depuis 2004, aux Etats-Unis depuis 2012, et plus généralement dans le monde suite à leur inscription en 2009 à l'Annexe A de la liste des POP de la Convention de Stockholm qui prévoit l'interdiction d'utilisation et de production de ces substances. Le secteur des transports peut être considéré comme un stock important et un flux de réutilisation/recyclage pour les POP-PBDE en raison de la durée de vie relativement longue des véhicules - en particulier dans les pays en développement tel que la Côte d'Ivoire - et un taux élevé de réutilisation et d'exportation. Les contaminants POP dans les VFV pourraient également inclure les biphényles polychlorés (PCB) et les dibenzo-p-dioxines polychlorées et dibenzofuranes polychlorés (PCDD/PCDF).
- Des **substances appauvrissant la couche d'ozone** (SACO) et/ou des **gaz à effet de serre** (GES).
- Des **métaux lourds**, comme le cuivre, le cadmium, le plomb, le nickel et le zinc (UNEP and Stockholm Convention, 2017, p.16, p.54).

2.2 Réglementation nationale et internationale sur les VFV

2.2.1 Cadre légal international

Il n'y a pas de réglementation internationale générale spécifique aux VFV, c'est pourquoi les instruments sur les déchets dangereux s'appliquent. La Côte d'Ivoire a ratifié un certain nombre d'instruments internationaux contrôlant les déchets dangereux. Ces instruments sont les Convention de Bâle, de Rotterdam, de Stockholm, de Bamako et de Montréal.

La **Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination** (ratifiée en 1994) vise à protéger la santé humaine et l'environnement contre les effets néfastes des déchets dangereux, y compris les déchets électroniques (à moins que ces derniers ne soient dépollués). Les principaux objectifs et dispositions de cette convention sont les suivants :

- La réduction de la production de déchets dangereux et la promotion d'une gestion écologiquement rationnelle des déchets dangereux, quel que soit le lieu d'élimination ;
- La restriction des mouvements transfrontières de déchets dangereux, sauf lorsqu'ils sont perçus comme étant conformes aux principes d'une gestion écologiquement rationnelle ; et
- Un système de réglementation applicable aux cas où les mouvements transfrontières sont autorisés (Convention de Bâle, 1989).

Article 2 de la Convention de Bâle

L'Article 2 de la Convention de Bâle définit les « déchets » comme « des substances ou objets qu'on élimine, qu'on a l'intention d'éliminer ou qu'on est tenu d'éliminer en vertu des dispositions du droit national » et l'« élimination » comme « toute opération prévue à l'annexe IV de la présente Convention ». Il est important de noter que les dispositions nationales concernant la définition des déchets peuvent différer et que le même matériau qui est considéré comme un déchet dans un pays peut ne pas être un déchet dans un autre pays.

La **Convention de Bamako** (ratifiée en 1994) interdit l'importation de tout type de déchets dangereux en Afrique et exige en outre un contrôle strict et axé sur les restrictions des mouvements transfrontières et de la gestion des déchets dangereux en Afrique. La Convention couvre plus de déchets que la Convention de Bâle car elle inclut les déchets radioactifs, tout déchet présentant une caractéristique dangereuse ou un constituant répertorié comme un déchet dangereux, les définitions nationales des déchets dangereux, ainsi que les déchets faisant l'objet de restrictions sévères ou qui ont fait l'objet d'interdictions (UNEP, n.d.). Les VFV, qui sont reconnus comme déchets dangereux avant leur dépollution sont donc couverts par la Convention de Bamako.

La **Convention de Rotterdam sur la procédure de consentement préalable en connaissance de cause pour certains produits chimiques et pesticides dangereux faisant l'objet du commerce international** (ratifiée en 2004) vise à promouvoir la responsabilité partagée et les efforts de coopération entre les Parties dans le commerce international de certains produits chimiques dangereux afin de protéger la santé humaine et l'environnement contre les dommages potentiels. La Convention contribue également à l'utilisation écologiquement rationnelle de ces produits chimiques dangereux, en facilitant l'échange d'informations sur leurs caractéristiques, en prévoyant un processus décisionnel national sur leur importation et exportation et en diffusant ces décisions aux Parties (Convention de Rotterdam, 1998).

La **Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants** (ratifiée en 2004) vise à protéger la santé humaine et l'environnement contre ces polluants. Entre autres, les dispositions de la Convention exigent de chaque partie de :

- Interdire et/ou éliminer la production et l'utilisation, ainsi que l'importation et l'exportation, des POP produits intentionnellement qui sont énumérés à l'annexe A de la Convention (article 3) ;
- Restreindre la production et l'utilisation, ainsi que l'importation et l'exportation, des POP produits intentionnellement qui sont énumérés à l'annexe B de la Convention (article 3) ;
- Réduire ou éliminer les rejets de POP produits non intentionnellement qui sont énumérés à l'Annexe C de la Convention (article 5) ;
- Veiller à ce que les stocks et déchets constitués de, contenant ou contaminés par des POP soient gérés de manière sûre et écologiquement rationnelle (article 6) (Convention de Stockholm, 2001).

Meilleures techniques disponibles (MTD) et les meilleures pratiques environnementales (MPE) dans la Convention de Stockholm

En vertu de la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants, les Parties sont tenues de réduire leurs rejets des substances chimiques énumérées à l'annexe C, provenant de sources anthropiques (résultant de l'intervention de l'homme) et, dans la mesure du possible, d'éliminer les rejets non intentionnels de ces produits chimiques. À cet effet, selon l'article 5, les Parties doivent élaborer des plans d'action afin d'identifier, caractériser et gérer les rejets de substances chimiques inscrites à l'annexe C. De plus, les Parties sont tenues de mettre en œuvre ou de promouvoir les meilleures techniques disponibles et les meilleures pratiques environnementales, comme décrit dans les *Directives sur les meilleures techniques disponibles et les meilleures pratiques environnementales en liaison avec l'article 5 et l'annexe C de la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants* (Secrétariat de la Convention de Stockholm, 2008 ; UNEP et Stockholm Convention, 2013, Toolkit).

En application de l'article 7 de la Convention de Stockholm, le Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MINEDD) de Côte d'Ivoire a élaboré et transmis son premier plan national de mise en œuvre de la Convention de Stockholm sur les Polluants Organiques Persistants au Secrétariat de ladite Convention. Une mise à jour du plan a été réalisée en 2016. Le document couvre notamment le secteur des transports et fournit une estimation des quantités des PBDE dans les véhicules d'occasion importés en Côte d'Ivoire (Ministère de la Salubrité, de l'Environnement et du Développement Durable, 2016, p.98-99).

Le **Protocole de Montréal sur les substances qui appauvrissent la couche d'ozone** (ratifié en 1993) réduit progressivement la consommation et la production de près de 100 substances chimiques artificielles appelées substances appauvrissant la couche d'ozone (SAO) de manière progressive, avec des calendriers différents pour les Pays en voie de développement. En vertu de ce traité, toutes les parties ont des responsabilités spécifiques liées à l'élimination des différents groupes de SAO, au contrôle du com-

merce des SAO, à la communication annuelle des données, aux systèmes nationaux d'octroi de licences pour contrôler les importations et exportations de SAO, et d'autres questions (UNEP, 2021).

Une réglementation générique des VFV existe toutefois au niveau Européen, est peut servir d'exemple de bonne pratique pour le législateur de Côte d'Ivoire. La **Directive 2000/53/CE du Parlement européen et du Conseil du 18 septembre 2000 relative aux véhicules hors d'usage** (Parlement européen, 2000) établit les mesures visant à prévenir et à limiter les déchets produits par les véhicules hors d'usage et leurs composants, en assurant leur réutilisation, recyclage et valorisation. Elle vise également à améliorer l'efficacité, au regard de la protection de l'environnement, de tous les opérateurs économiques intervenant dans le cycle de vie des véhicules.

2.2.2. Cadre politique et légal national

La Côte d'Ivoire a adopté plusieurs politiques et stratégies, y compris : le Plan National d'Action Environnementale de 1996 ; la Stratégie Nationale de Gestion Durable des Déchets de 2002 ; le Plan Stratégique pour la Gestion des Déchets Dangereux dans le district d'Abidjan en 2006 ; la Stratégie Nationale de Gestion des Déchets 2016-2020 ; et la Stratégie Nationale de Gestion de Produits chimiques 2016-2020.

Sur la base de ces expériences, la Côte d'Ivoire a élaboré un certain nombre d'instruments juridiques applicables au secteur des VFV, y compris la gestion des déchets dangereux et des véhicules d'occasion.

- La **Constitution ivoirienne** d'octobre 2016 prévoit que « Le droit à un environnement sain est reconnu à tous sur l'ensemble du territoire national » et stipule spécifiquement que « Le transit, l'importation ou le stockage illégal et le déversement de déchets toxiques sur le territoire national constituent des crimes imprescriptibles» (articles 27 et 40).

- La **Loi 88-651** du 7/7/1988 relative à la protection de la santé publique et de l'environnement contre les effets des déchets industriels toxiques et nucléaires et des substances nocives interdit (article 1) et pénalise (article 2) les transactions de déchets toxiques et nucléaires.
- La **Loi 96-766** du 3/10/1996 portant code de l'environnement interdit généralement l'importation de déchets dangereux (articles 81 et 82) et sanctionne leur déversement illégal (articles 93 à 102).
- Le **Décret 97-678** du 3/12/1997 relatif à la protection du milieu marin et lagunaire interdit le rejet de déchets dans les eaux marines, lagunaires et côtières (article 17).
- Le **Décret 00710** du 15/04/2008 relatif à l'importation et à l'exportation de déchets d'origine industrielle régleme nte l'importation et l'exportation des déchets industriels destinés à la valorisation.
- Le **Décret 2017-792** du 6/12/2017 portant limitation de l'âge des véhicules d'occasion importés en Côte d'Ivoire. Le Décret fixe à 5 ans l'âge d'importation des véhicules de type tourisme communément appelés « véhicules personnels » et ceux destinés à usage de transport en commun de type taxi. Les minicars de 9 à 34 places et les camionnettes allant jusqu'à 5 tonnes d'occasion sont limités à 10 ans d'exploitation. Les camions de plus de 5 places seront limités désormais à 20 ans. Enfin, les cars d'occasion de plus de 34 places auront un maximum d'exploitation de 15 ans.

Bien que le Code de l'environnement doive donner une orientation précise à la gestion des produits chimiques, les dispositions relatives aux POP sont absentes ou vagues. L'élaboration de textes juridiques nationaux transposant en droit national la Convention de Stockholm et d'autres conventions (Bâle et Rotterdam), favoriserait leur bonne mise en œuvre.

3. Environnement, santé et sécurité

Les activités entreprises par l'industrie du recyclage des véhicules peuvent avoir un impact négatif sur l'environnement et la santé des travailleurs et des communautés si elles ne sont pas gérées correctement. Les implications pour la santé, la sécurité et l'environnement de la collecte, du transport, du stockage et du traitement de grandes quantités de matières dangereuses et/ou hautement inflammables doivent être correctement évaluées en consultation avec les agences gouvernementales appropriées.

3.1 Contamination environnementale

Les huiles, graisses, carburants, solvants et autres produits chimiques (acides de batterie) peuvent être libérés dans l'environnement pendant le traitement des véhicules et peuvent contaminer les eaux souterraines, les eaux de surface et le sol en raison de mauvaises pratiques de gestion (élimination non conforme, manque de surfaces imperméables, mauvais contrôle des déversement). La poussière, les fumées et les particules provenant de la combustion peuvent entraîner des problèmes de pollution de l'air et des nuisances olfactives (Environment Protection Authority Victoria, 2020). Le démantèlement des systèmes de climatisation des VFV, laissent s'échapper les gaz CFC, nocifs pour la couche d'ozone et pour la qualité de l'air en général (Zakarya et Touré, 2018).

En outre, les sites de démantèlement peuvent souffrir de bruits et vibrations et d'un risque d'incendie accru en raison du stockage de matériaux inflammables (tels que les pneus usagés et les carrosseries non traitées) et l'utilisation d'équipements qui génèrent des étincelles (Environment Protection Authority Victoria, 2020).

Le traitement des résidus de broyage automobile (RBA) est également une question importante. Les types de matériaux dans les résidus de broyage automobiles se sont diversifiés en raison de l'emploi de matériaux légers pour améliorer le rendement énergétique, et de l'avancement de l'informatisation des automobiles. Le traitement et le recyclage de RBA est difficile car il a un pouvoir calorifique élevé et une teneur élevée en cendres, et contient également des particules fines non séparables. Les métaux lourds et les retardateurs de flamme contenant des POP restent souvent dans les RBA

et peuvent induire une génération involontaire de POP pendant les processus de traitement thermique (Sakai, 2014).

En Côte d'Ivoire, une série d'opérations aboutit à la production de dioxines, furanes et PBDE, notamment l'incinération de matériaux de protection pour récupérer les métaux nobles, et l'utilisation de mousse de polyuréthane comme combustible. De plus, les déchets non récupérés dans les aciéries sont stockés dans une zone adjacente en attendant d'être mis en décharge sans procédure de décontamination. Le contact avec l'humidité peut entraîner la lixiviation des PBDE et contaminer toute la zone. Le diagnostic dans la ville d'Abidjan a clairement montré que les POP sont présents dans les écosystèmes environnementaux, notamment dans l'air à travers les émissions de dioxines et furanes, l'eau et le sol à travers les mêmes dioxines et furanes et les PBDE. En effet, il a été démontré dans de nombreux articles scientifiques et techniques qu'il existe un potentiel de lixiviation des PBDE du plastique vers l'eau. Il est à noter que le milieu naturel très humide est favorable à cette lixiviation (Zakarya et Touré, 2018).

3.2 Exposition des travailleurs

L'absence de réglementations en matière de santé et de sécurité au travail entraîne un ensemble de risques pour les travailleurs du démantèlement et du recyclage informels des VFV, notamment :

- **Accidents** (coupures, chutes, lésions oculaires dues à des projection, électrocution, brûlure chimiques et thermiques, etc.) ;
- **Douleurs** variées dues aux conditions de travail (fatigue, douleurs musculaires, maux de têtes en raison du bruit et des vibrations) ;
- **Exposition à des produits chimiques** : gasoil, essence, solvants, nettoyeurs, lubrifiants, huiles usées, décapants, rejets des pots d'échappement (par exemple monoxyde de carbone, dioxyde de carbone, monoxyde d'azote, dioxyde d'azote, acides, aldéhydes, matières organiques, ozone, dioxyde de soufre) particules (plomb, tétra-éthyle, suies, hydrocarbures lourds, carbone), produits cancérigènes, mutagènes et toxiques (huiles minérales, amiante des freins, filtres à huile, réfrigérants des systèmes d'air climatisé, benzène dans l'essence, éthers de glycol ou polyglycols contenus dans l'antigel, dans les liquides de freins et de suspension);

- **Exposition à des produits biologiques** : tétanos par effraction cutanée et contact avec la terre ou du matériel souillés, mycoses, surinfection des plaies, hépatites virales B ou C si outils de travail souillés par le sang d'un porteur sain ou d'une personne malade non diagnostiquée (Laraqui et al., 2014).

Les travailleurs devraient avoir des formations spécifiques sur le processus de dépollution et la santé et la sécurité en général. Les gestionnaires de site doivent également être conscients de la nécessité de mettre en place une politique de santé et de sécurité appropriée et de procéder aux évaluations des risques requises.

3.3 Exposition des communautés

Les femmes et enfants vivent, travaillent et jouent dans ou à proximité des sites informels de recyclage de VFV. Ces communautés peuvent être exposées en inhalant des fumées toxiques et des particules de matière, par contact cutané avec des agents corrosifs et des produits chimiques, et en ingérant de la nourriture et de l'eau contaminés. Les enfants sont également confrontés à des risques liés à d'autres voies d'exposition. Certains produits chimiques dangereux peuvent être transmis de la mère à l'enfant pendant la grossesse et l'allaitement. Les jeunes enfants qui jouent dehors ou dans la nature portent souvent à la bouche leurs mains, des objets et de la terre, ce qui augmente le risque d'exposition. Les fœtus, les nourrissons, les enfants et les adolescents sont particulièrement vulnérables aux dommages causés par l'exposition aux substances toxiques contenues dans les déchets VFV et DEEE (de plus en plus présents dans les véhicules) en raison de leur physiologie, de leur comportement et des autres voies d'exposition (Landrigan & Goldman 2011; Pronczuk de Garbino 2004 ; Forti et al., 2020).

Les différentes substances chimiques contenues dans les véhicules en fin de vie, telles que le plomb, le mercure, le cadmium, le chrome, les PCB, les PBDE et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), sont connues pour avoir de graves répercussions sur presque tous les systèmes organiques (UNICEF and Pure Earth, 2020 ; Argonne National Laboratory, 2010 ; Grant et al. 2013).

3.4 Focus : POP-PBDE

Les risques sanitaires associés aux POP-PBDE ont fait l'objet de plusieurs études et d'évaluations, résumés dans UNEP et Convention de Stockholm, 2012. Les POP-PBDE sont persistants dans l'environnement, bioaccumulables³ et présentent un potentiel élevé de propagation à longue distance dans l'environnement. Les problèmes de santé connus pour être associés aux congénères PBDE comprennent les problèmes de la glande thyroïde, l'altération de la structure du foie et des reins, des tumeurs se développant dans les tissus hépatiques. La suppression immunitaire a également été indiquée comme un problème de santé possible. Plus récemment, il a été suggéré que les PBDE sont des perturbateurs endocriniens, les femmes qui ont été exposées subissant une perturbation du cycle menstruel et des difficultés accrues lors de la conception (O'Driscoll, 2016).

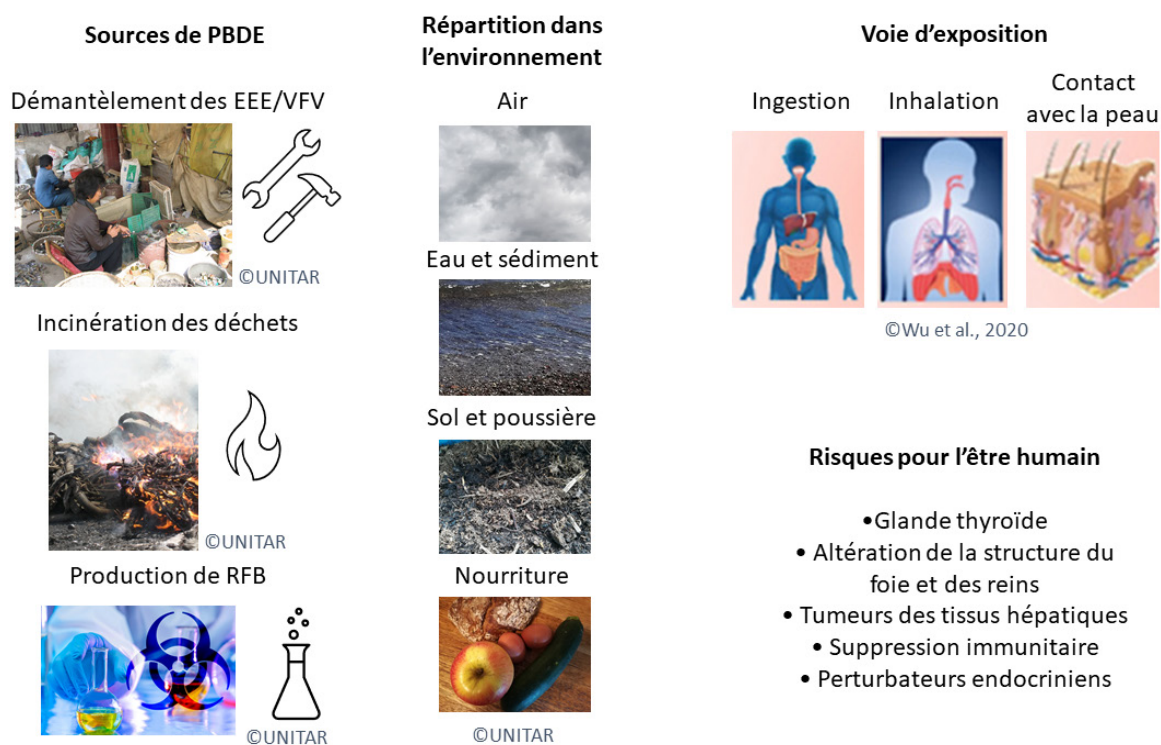


Figure 15 – Vue d'ensemble des sources, répartition environnementale, voies d'exposition et principaux risques pour humain des PBDE (élaboration UNITAR à partir de: Wu et al, 2020 et Jiang et al, 2019)

³ Les programmes de surveillance de l'environnement en Europe, en Asie, en Amérique du Nord et dans l'Arctique ont trouvé des traces de plusieurs PBDE dans le lait maternel humain, les poissons, les oiseaux aquatiques et ailleurs dans l'environnement. Les congénères particuliers, les éthers diphenyliques tétra- à hexabromés, sont les formes les plus fréquemment détectées chez les animaux sauvages et les humains. Source : WHO, 2008.

Dans certaines régions, les expositions actuelles de POP-PBDE se trouvent déjà à des niveaux où les effets nocifs sur la santé sont mesurés dans les études épidémiologiques. L'examen technique des implications du recyclage du c-pentaBDE et c-octaBDE a conclu que les groupes suivants sont considérés à haut risque :

- Les travailleurs impliqués dans des procédés de traitement des VFV à faible technologie ;
- Ceux qui vivent dans les zones des pays en voie de développement/transition où des opérations intensives et à faible technologie sont effectuées sur les VFV ;
- Les travailleurs impliqués dans la fabrication, le recyclage et l'installation des matériaux contenant de la mousse PUR ;
- Les travailleurs des fonderies et d'autres industries de transformation des VFV (éventuellement exposés aux PBDE des cartes de circuits imprimés ou du plastique, et les dibenzo-p-dioxines et dibenzofuranes polybromés connexes (rejets de PBDD/PBDF) ;
- Les femmes en âge de procréer et celles qui sont enceintes, en raison des effets neurodéveloppementaux sur le fœtus ;
- Les nouveau-nés et les nourrissons allaités, en particulier dans les pays ou dans les localités où les charges corporelles en polluants sont déjà élevées (UNEP et Convention de Stockholm, 2012).

Des émissions de PBDE peuvent provenir d'activités de recyclage, de démantèlement et de broyage des véhicules (et DEEE). Les pratiques élémentaires de récupération des matériaux et d'élimination de ces déchets (tel que le brûlage à l'air libre) utilisées principalement dans le secteur informel peuvent dès lors être une source de contamination et exposer les recycleurs et la population globale aux contaminants. D'autres POP, tels que les dioxines et furanes peuvent également être générés lors de l'incinération d'articles contenant des PBDE (UNEP et Convention de Stockholm, 2012 ; UNEP, 2006), notamment les câbles ou autres pièces en plastique.

Outre les problèmes d'exposition humaine et de contamination de l'environnement, le recyclage et/ou l'élimination des déchets de ces flux de déchets peuvent également générer des problèmes de sécurité (par exemple, risque d'atmosphères explosives pendant le traitement de mousse PUR, en particulier le déchiquetage). Dans ces cas, un système de déchiquetage fermé sous vide avec aspiration de vapeur et capture quantitative des CFC, hydrochlorofluorocarbures (HCFC), et hydrofluorocarbures (HFC) et des hydrocarbures et un traitement approprié (pour les HCFC, par exemple dans un courant d'azote) est absolument nécessaire (UNEP et Convention de Stockholm, 2017, p.16).

4. Considération économiques

Compte tenu de la consommation croissante de matériaux et des prix croissants des matières premières telles que l'acier, le cuivre, l'aluminium et autres, les VFV sont considérées comme une ressource précieuse pour de nombreux matériaux différents. Le recyclage efficace et efficient des VFV est donc une tâche essentielle pour récupérer le maximum possible des ressources contenues dans les VFV.

4.1 Viabilité économique du traitement des VFV

De nombreux matériaux différents peuvent être obtenus à partir des VFV, comme des métaux ferreux (71%), du verre (3%), des plastiques (8%), des liquides (2%), du caoutchouc (5%), des métaux non ferreux (7%), et autres (4%). Les VFV peuvent donc être considérés comme une ressource plutôt qu'un déchet. L'industrie du recyclage automobile est une industrie axée sur le marché, et les automobiles sont aujourd'hui les produits les plus recyclés au monde, avec plus de 25 millions de tonnes de matériaux recyclés à partir des VFV chaque année (Rovinaru et al., 2019).

Les composants électroniques contenant des matériaux précieux (or, argent, palladium, tantale, etc.) qui sont de plus en plus présents dans les véhicules sont également une ressource précieuse. Grâce au démantèlement manuel opéré en Côte d'Ivoire (par opposition au déchiquetage qui est la méthode de traitement conventionnelle dans les pays développés), il est possible d'assurer une bonne séparation et récupération de ces matériaux (ainsi que les câbles contenant du cuivre), et ainsi générer des revenus supplémentaires. De nombreux composants électriques et électroniques ont une longue durée de vie et peuvent être vendus comme pièces de rechange s'ils sont séparés et en bon état (Commission Européenne, 2021).

Selon les statistiques de recyclage automobile, plus de 80% d'une voiture peut être recyclée (Rovinaru et al., 2019) :

- Les **pièces d'occasion** seront revendues à l'export ou sur le marché national (professionnels ou particuliers).
- Les **pneumatiques** seront principalement orientés vers les secteurs de la valorisation énergétique ou de la valorisation matière.
- D'**autres matériaux** tels que le câblage, les unités électroniques, le plastique des pare-chocs, etc. seront commercialisés vers les filières du recyclage (Indra, 2019).
- Les 20% restants qui ne peuvent pas être recyclés sont étiquetés comme « **résidus de broyage automobile** », ce qui comprend les pièces de métal ferreux et non ferreux, la saleté, le verre, le tissu, le papier, le bois, le caoutchouc et le plastique (Rovinaru et al., 2019).

En raison de la présence de ces matériaux de valeur, la gestion des VFV peut donc être une opportunité pour les entrepreneurs de créer des entreprises de recyclage durables et de créer des emplois verts. Cependant, la viabilité économique de la collecte et du recyclage des VFV dépend d'un ensemble de facteurs :

- La **quantité** de matériel de valeur qui peut être extraite. Comme mentionné, les différents matériaux de valeur peuvent être récupérés de manière plus efficace par démantèlement manuel tel qu'opéré en Côte d'Ivoire.
- **Le prix d'achat/vente à un moment donné des matières premières secondaires (MPS) et/ou fractions**, qui dépend lui-même de la demande, du prix des matériaux vierges, des accords commerciaux en place entre les différents partenaires, etc. Pour chacune des fractions obtenues, des partenaires en aval doivent être trouvés. Certaines fractions, comme le cuivre, l'acier et l'aluminium, peuvent généralement être traitées localement. Pour d'autres fractions, il existe un marché mondial aux caractéristiques assez volatiles où les prix proposés pour la même fraction peuvent varier grandement (GIZ, 2019).

- **Les divers coûts de la collecte, du transport, du stockage, du tri, du traitement et du recyclage.** Certaines pièces telles que les moteurs, les engrenages et certaines autres pièces intactes peuvent avoir une valeur élevée tandis que d'autres, comme les jantes de roue et les portes, ont une valeur inférieure. Les revenus de ces pièces de valeur peuvent couvrir une partie des frais de traitement. Certaines autres fractions ont une valeur négative (ce qui signifie que les coûts de démantèlement et d'élimination sont généralement plus élevés que les revenus réalisables), comme les composants contenant des POP. Pour couvrir les coûts de traitement de ce type de fractions, il est nécessaire de mettre en place un système de financement spécifique (voir section suivante). Le démontage est difficile à calculer car divers facteurs peuvent affecter le résultat, tels que la complexité des composants, les méthodes de fixation, la fragilité des pièces, la résistance à l'usure et la facilité d'identification et de manipulation (Anthony et al., 2017).

Opportunités économiques en Côte d'Ivoire

Les véhicules en fin de vie sont une source indéniable de tôles de bonne qualité qui sert à confectionner de nouveaux ustensiles pour les ménages (seaux, mangeoires, etc.) et fournit la majeure partie de la matière première pour l'aciérie de Côte d'Ivoire (ACI), à hauteur de 7000t/mois. Cette aciérie a déclaré un prix d'achat de la ferraille à 95 franc CFA, soit un chiffre d'affaire pour les ferrailleurs intermédiaires de l'ordre de 12 millions d'euros par an. La part revenant aux ferrailleurs-chiffonniers serait de 70%, soit 8.5 millions d'euro/an. En supposant que chaque ferrailleur gagne le SMIC, le nombre d'emploi serait de l'ordre de 7000 emplois. A cela s'ajouterait le secteur du transport qui est indispensable à cette filière aussi bien en amont qu'en aval. Au prix du fer à béton dans le marché ivoirien et le rendement de ce fer à béton, ACI en ferait un chiffre d'affaire de l'ordre de 30 millions d'euros, dont une TVA pour l'état de l'ordre de 5,4 millions d'euros (Zakarya et Touré, 2018).

Il est primordial pour l'industrie du recyclage de prendre en compte ces différents aspects afin de s'assurer que le traitement des VFV, en plus d'être écologiquement rationnel, soit économiquement viable. Le développement d'un plan d'affaire⁴ et une gestion des risques prenant en compte une série de facteurs différents - tels que les conditions-cadres juridiques, les flux/quantités potentiels de véhicules, le personnel et l'infrastructure requis, les marchés en aval ainsi que les mise en place de l'installation - permettra de planifier stratégiquement la chaîne de gestion des VFV.

4.2 Système de financement du traitement des VFV

Avant toute mise en œuvre d'un système de gestion des déchets, il est primordial de déterminer le système de financement, en particulier définir ce qui doit être financé, comment, et par qui. Le but est de disposer d'un financement adéquat pour assurer un traitement écologiquement rationnel et mettre en œuvre des activités en aval pour l'ensemble des déchets produits dans le pays au cours d'une période donnée. Idéalement, le système de financement couvre également des activités de soutien plus larges, notamment la surveillance et la mise en œuvre, ainsi que la sensibilisation et la recherche. Le mécanisme par lequel les parties prenantes contribuent financièrement aux différentes activités varie et de nombreux modèles existent. Pour les pays en développement en particulier, les objectifs du système, les domaines d'intervention et les principes choisis doivent être traduits en une configuration de financement de base qui correspond aux ambitions. Le financement détermine dans une large mesure les responsabilités des parties prenantes concernées aux niveaux local, national, régional et mondial (Goodship et al., 2019).

4 Etapes clés pour le développement d'un Plan d'Affaire d'une station de traitement (Source : GIZ, 2019)

1. Analyse des conditions-cadres juridiques
2. Obtenez des informations sur la production et les flux de VFV dans la région
3. Analyse des parties prenantes (y compris les concurrents potentiels)
4. Estimation de l'apport potentiel (quantités)
5. Définition des coûts d'achat potentiels et/ou des frais de recouvrement
6. Planification des modes de collecte/transport
7. Développement de la chaîne de processus et des étapes de démantèlement appliquées en tenant compte des quantités d'intrants attendues et du mélange de matériaux
8. Planification du personnel, du matériel et des infrastructures nécessaires
9. Estimation des fractions de production attendues (composition et quantités des matériaux)
10. Identification des options potentielles en aval pour les fractions dangereuses et recyclables
11. Conception de l'aménagement de l'usine en tenant compte de l'espace requis pour le stockage, les lieux de travail, le transport interne et les bureaux
12. Élaboration d'accords de coopération avec des partenaires en aval (y compris les options de transport)
13. Définition des coûts (coûts d'investissement et frais de fonctionnement)
14. Calcul des revenus

D'un point de vue général, trois principaux acteurs pourraient assumer la responsabilité financière de la gestion des véhicules en fin de vie (Gregory et al., 2009) :

- **Producteurs** : il s'agit de la mise en œuvre de divers degrés du principe de la responsabilité élargie des producteurs (REP). On peut faire valoir que même si un producteur peut assumer la responsabilité financière « en vertu de la loi », les clients finiront par payer les coûts de fin de vie sous forme d'augmentation du prix du produit, même si aucun frais externe initial n'est payé au moment de la vente.
- **Consommateurs** : cela peut être considéré comme une mise en œuvre du « principe pollueur-payeur », selon lequel le pollueur est reconnu comme la personne responsable de la mise au rebut d'un véhicule en fin de vie (ou de l'achat de l'appareil plusieurs années auparavant). En pratique, cela consiste à inclure une contribution de recyclage anticipée dans le prix d'achat du véhicule.
- **Toute la société** : comme les VFV sont un problème de société, ayant un impact non seulement sur les consommateurs mais aussi sur l'ensemble de la population (à la fois en termes d'impacts environnementaux et sociétaux), on peut également affirmer que les systèmes pourraient être financés par l'ensemble de la société (c'est-à-dire par les contribuables) (Gregory et al., 2009).

4.3 Le potentiel des VFV dans une économie circulaire

Dans le modèle d'une économie circulaire, les VFV doivent être considérés comme une source importante de matières premières secondaires. En raison des problèmes liés à l'extraction minière primaire, des fluctuations des prix du marché, de la rareté des matériaux, de leur disponibilité et de l'accès aux ressources, il est devenu nécessaire d'améliorer l'extraction des ressources secondaires et de réduire la pression qui s'exerce sur les matériaux vierges. En recyclant les VFV, les pays pourraient limiter leur demande en matière première (adapté de Forti et al., 2020).

Afin de récolter efficacement les ressources à travers cette « mine urbaine », il est nécessaire de surmonter le modèle économique inefficace du « je prends, j'utilise, je jette » et d'adopter le système d'économie circulaire qui vise à maintenir la valeur des produits le plus longtemps possible et à éliminer les déchets. Les modèles d'économie circulaire devraient permettre l'augmentation de la valeur des produits lorsqu'ils deviennent des déchets, tout en réduisant les pressions environnementales liées à l'extraction

des ressources, aux émissions et aux déchets. Fermer la boucle des matériaux implique la réduction du besoin en nouvelles matières premières, en élimination des déchets et en énergie, tout en créant une croissance économique, de nouveaux emplois « verts » et des opportunités commerciales (adapté de Baldé et al., 2017).



Figure 16 – Modèle simplifié de l'économie circulaire (ADEME, 2021)

Un modèle d'économie circulaire repose sur un ensemble de conditions préalables que les pays doivent mettre en œuvre :



- Proposer une législation pour **promouvoir des modèles d'économie circulaire** dans lesquels les VFV sont traités comme une ressource plutôt que comme un déchet. Cette approche devrait être prise en considération par le législateur de Côte d'Ivoire.



- **Promouvoir la réutilisation, la réparation, la redistribution et la remise à neuf** avant le recyclage des matériaux. De nombreuses pièces automobile peuvent ainsi être réutilisées, directement ou après remise en état. Ces pratiques sont déjà largement mises en œuvre en Côte d'Ivoire grâce aux collecteurs, réparateurs, démonteurs, recycleurs. Des campagnes de sensibilisation auprès des communautés et des travailleurs permettraient de promouvoir encore davantage ces pratiques.



- Mettre en place un **système de gestion efficace**, en partant d'une bonne collecte des VFV, en évitant qu'ils restent le long de certaines routes ou dans des garages dispersés de manière non réglementée et non organisée et deviennent des épaves. Des matériaux précieux sont facilement perdus en raison de processus de collecte, de séparation et de traitement imparfaits. Des campagnes de sensibilisation auprès des consommateurs (ménages et gros consommateurs) et travailleurs (collecteurs, recycleurs) sont primordiales afin d'expliquer l'importance d'une collecte efficace des VFV.



- **Optimiser la conception des véhicules** pour permettre le démontage et la réutilisation des composants, ou la récupération de matériaux de valeur, et pour faciliter le retrait des composants dangereux. Cet aspect est à prendre en compte au niveau des producteurs de véhicules (donc peu applicable en Côte d'Ivoire).

5. Bonnes pratiques dans la gestion écologiquement rationnelle des VFV

Un traitement approprié des VFV permet de protéger l'environnement, ainsi que la santé et la sécurité des travailleurs et communautés environnantes, et offre des opportunités de récupération des ressources et de la valeur en termes de pièces de rechange et de matériaux recyclables.

Le processus de gestion des VFV comprend trois étapes principales :

1. Collecte, transport, stockage
2. Pré-traitement/préparation (dépollution, démantèlement, tri)
3. Traitement et élimination.

Une fois qu'un véhicule arrive à sa fin de vie et est collecté, les pièces de rechange peuvent être récupérées pendant le processus de démontage pour faciliter la réutilisation de ces pièces avec ou sans réparation supplémentaire. Après une dépollution et un démantèlement appropriés des VFV, les fractions non réutilisables passent par un processus de déchiquetage et de tri résultant en des fractions de recyclage de différents métaux ferreux et non ferreux, plastiques, verre, etc. pour le recyclage des matériaux. Les résidus de broyage résultant du processus de déchiquetage et de tri passent par un processus de traitement supplémentaire, au cours duquel davantage de matériaux sont détournés vers le chemin de récupération des matériaux et de l'énergie et le reste pour l'élimination. En fonction de l'infrastructure disponible dans le pays - des fonderies secondaires et des recycleurs de plastique - les fractions recyclables peuvent être récupérées en tant que matières premières destinées à l'industrie nationale. Si de telles infrastructures n'existent pas dans le pays, les fractions recyclables devraient être exportées à l'étranger. Le processus de gestion des VFV est illustré dans la figure ci-dessous.

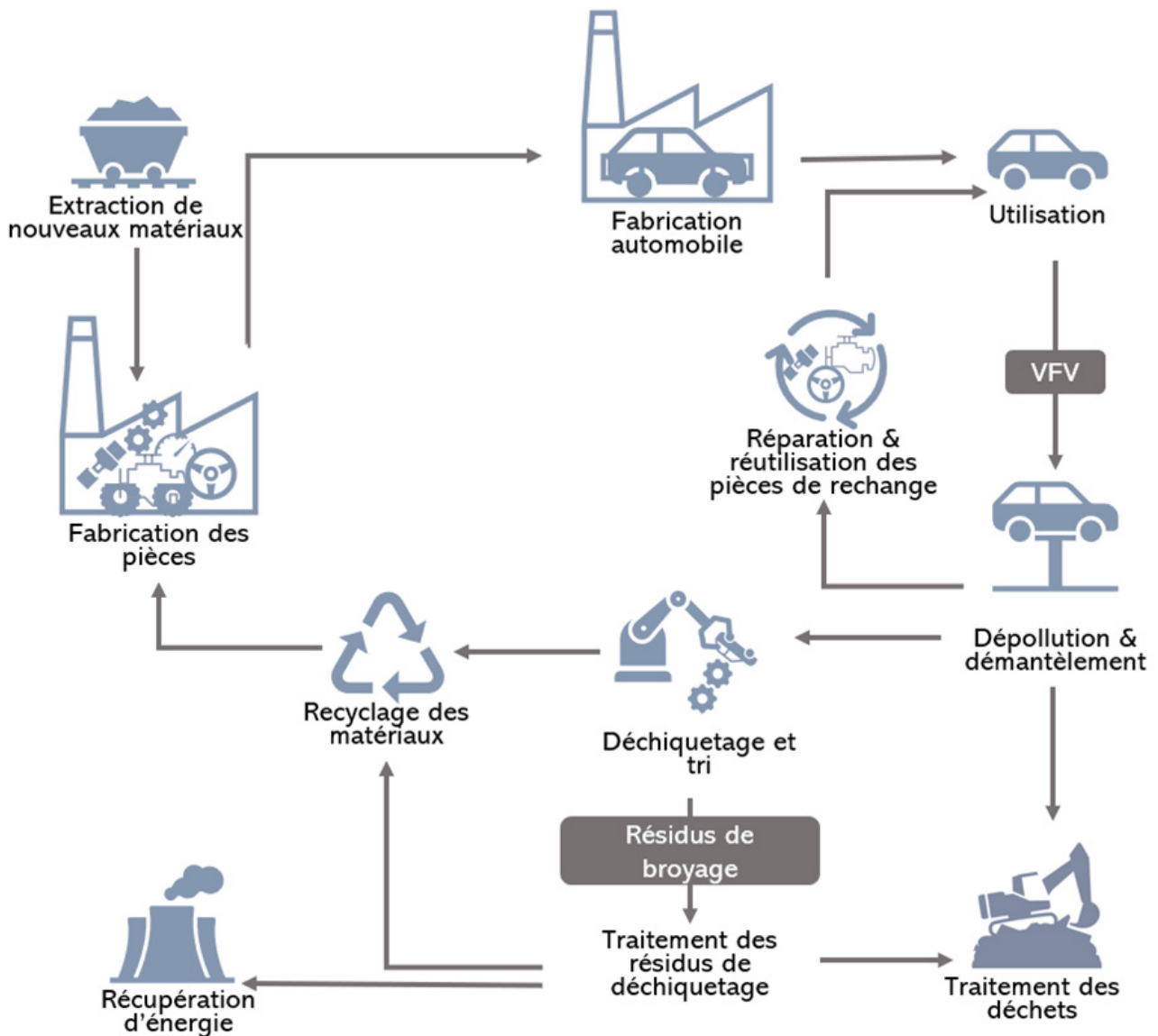


Figure 17 - Illustration globale du cycle de vie et de gestion des véhicules et VFV (élaboration UNITAR à partir de : Malaysia Automotive Institute, 2017)

Ce chapitre présente les bonnes pratiques en matière de collecte, transport, stockage et manutention des véhicules en fin de vie et leurs fractions (section 1) ; les exigences d'un site de traitement (section 2) ; les équipements de protection individuelle et outils nécessaires pour la manipulation et le démantèlement des VFV (section 3) ; le processus de dépollution et démantèlement (section 4) ; et l'élimination des matériaux issus du démantèlement des véhicules en fin de vie (section 5). Enfin, la dernière section (6) se focalise sur le traitement spécifique des composants de VFV contenant des POP.

5.1 Collecte, transport, stockage et manutention des VFV et leurs fractions

5.1.1 Collecte

Bonnes pratiques de collecte :

- Assurer la **collecte de tous les véhicules en fin de vie** (peu importe leur état et potentielle valeur marchande) sans contrepartie financière afin d'éviter que les véhicules à valeur réduite ou nulle ne soient laissés à l'abandon. Toutefois, l'Etat peut prévoir que la remise de VFV n'est pas entièrement gratuite dans le cas où le véhicule hors d'usage ne contient pas les composants essentiels d'un véhicule, notamment le moteur et la carrosserie, ou s'il contient des déchets qui lui ont été ajoutés.
- La collecte d'un VFV devrait s'accompagner de certaines **formalités administratives** afin de permettre le suivi et une meilleure gestion et ainsi disposer de statistiques fiables sur les véhicules en fin de vie existant sur le territoire ivoirien :
 - ▷ Délivrance d'un certificat de destruction par le centre de traitement au propriétaire du véhicule.
 - ▷ Annulation de l'immatriculation ou notification du certificat de destruction auprès de l'autorité compétente (l'Administration du Ministère des Transports).

Modèles de collecte :

- Points de collecte permanents ou temporaires dans diverses communes où les particuliers peuvent déposer leur ancien véhicule en transit vers un établissement classé ;
- Enlèvement du véhicule : collecte avec une dépanneuse ou un « camion grappin » à la demande du propriétaire, notamment dans le cas où le VFV n'est plus roulant.
- Dans le cas où le propriétaire n'est pas connu (véhicules abandonnés), il est important de déterminer le(s) responsable(s) de la requête d'enlèvement du véhicule (par exemple la commune).

La collecte du secteur informel fournit un réseau efficace et étendu pour la collecte, il est donc nécessaire de relier la collecte du secteur informel aux canaux formels de traitement.

Équipement typique nécessaire dans un centre de collecte

Balance pour enregistrer le poids des composants entrant et sortant du centre de collecte. La balance doit idéalement être facile à déplacer, avec capacité de peser au moins jusqu'à 200 kg.



Figure 18 – Balance portable ©Deepali Sinha Khetriwal

Bouche d'incendie et/ou **extincteurs** en cas d'incendie.



Figure 19 – Extincteur

Des récipients/bacs pour le stockage de composants de différentes tailles et de différents matériaux. Des cages métalliques et les contenants en plastique sont couramment utilisés.



Figure 20 – *Petits bacs plastiques* ©Dea Wehrli



Figure 21 – *Cage métallique pliable et empilable* ©Deepali Sinha Khetriwal



Figure 22 – *Grand conteneur en plastique pour la manutention avec chariots élévateurs*
©Deepali Sinha Khetriwal

5.1.2 Transport

Un ensemble de mesures doit être mises en œuvre pour le transit et le mouvement des VFV et des composants/fractions démontées entre les sites de collecte, de traitement et le recycleur afin d'assurer la sécurité du chargement, mais également du véhicule et des personnes :

- Utiliser un moyen de transport approprié au transport et chargement de véhicules, par exemple une dépanneuse ou un camion grappin.
- Le chargement et le déchargement des VFV doivent être effectués avec soin et en utilisant des outils et des équipements appropriés (par exemple pour le levage, la fixation).
- Respecter la charge maximum du véhicule de transport, éviter la surcharge. De plus, il est recommandé d'équilibrer la charge uniformément sur le véhicule de manière à ce qu'il y ait un mouvement minimum de la charge pendant le transport.
- Les transporteurs doivent obtenir une autorisation préalable pour la collecte et le transport de déchets dangereux.



Figure 23 – Exemples de bonnes pratiques de collecte et transport des VFV ©UNITAR

5.1.3 Stockage

Un stockage suffisant et organisé est important pour stocker les véhicules et matériaux entrants, en traitement, et les fractions triées et séparées en attente d'expédition pour un traitement ultérieur. Les opérations de stockage doivent être effectuées en évitant d'endommager les composants contenant des fluides et gaz ou les composants récupérables et les pièces de rechange.

Zones de stockage

Les zones de stockage doivent :

- Être organisées et entretenues de manière à assurer un accès et une sortie en toute sécurité de l'installation de collecte.
- Être sécurisées, pour éviter les dommages et le vol des composants et pour éviter l'accès par des personnes non autorisées.
- Avoir des zones de stockage désignées pour les pièces détachées démontées.
- Avoir des surfaces imperméables résistantes aux intempéries (toit, conteneurs fermés ou couverts) notamment pour le stockage des pièces de rechange contaminées par l'huile et les pneus. Les VFV collectés en attente de traitement (dépollution, démantèlement) peuvent rester dehors. Toutefois, il est préférable que les aires de stockage des pièces détachées et les aires de stockage et rechapage des pneus soient sur des surfaces imperméables.
- Disposer de dispositifs de collecte des fuites pour toutes les zones de stockage non couvertes.
- Avoir une bonne signalisation indiquant les différentes zones du site et de stockage.

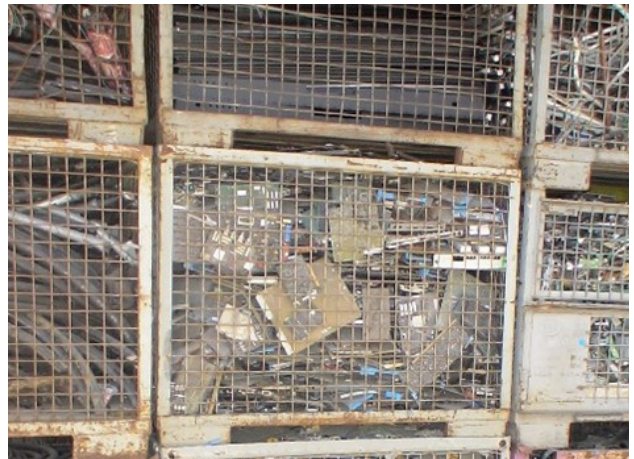


Figure 24 – Exemples de bonnes pratiques de stockage des VFV et leurs fractions ©UNITAR

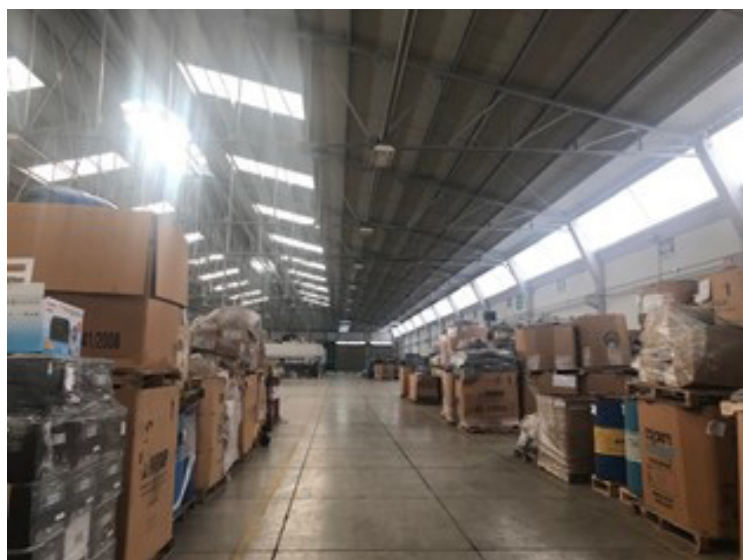


Figure 25 – Stockage des déchets électroniques dans des cartons sous zone couverte avec sol en béton, marquage/signalisation, et ventilation
©Deepali Sinha Khetriwal

Durée de stockage

- Les déchets doivent être stockés au maximum 1 an avant leur élimination ou 3 ans avant leur valorisation afin d'éviter le risque de fuites suite à un stockage prolongé et le risque de non-traitement de grandes quantités de déchets en cas de mise hors service de l'entreprise (Environment Agency for England and Wales, 2011).
- La quantité maximale de déchets dangereux triés et séparés stockée sur le site ne doit pas dépasser plus de 10% de la capacité de stockage de l'installation à un moment donné, et pas plus de 1 tonne ne doit être stockée pour élimination, selon la valeur la plus basse. Cela n'inclut pas les VFV en attente de dépollution et démontage manuel, de réparation ou de remise à neuf (adapté de Environment Agency for England and Wales, 2011).

Stockage des déchets et fractions dangereuses

Des équipements et des infrastructures environnementaux sont nécessaires pour le confinement et le stockage des déchets, en particulier des déchets dangereux et liquides.

- Des boîtes de collecte et de stockage correctement étiquetées doivent être placées à proximité des aires et tables de démantèlement pour la séparation et le stockage des composants démontés. Chaque boîte doit être facilement accessible et remplaçable lorsqu'elle est pleine pour garantir la mise en œuvre d'un processus logistique interne fluide.
- Les déchets et fractions dangereuses – batteries, filtres à huile, des condenseurs contenant des Polychlorinated biphenyls et polychlorinated terphenyls (PCB/PCT) et tout composant dangereux identifié dans l'IDIS⁵ - doivent être placés dans des boîtes de stockage/conteneurs spécifiques dans une zone désignée avec un rayonnage approprié pour y placer les boîtes (sacs, big-bags, caisses, palettes, poubelles, etc.).

⁵ Le système d'informations de démantèlement international (IDIS) offre une navigation facile vers une vaste base de données contenant des informations pratiques sur le prétraitement, les problèmes liés à la sécurité comme le déploiement et la manipulation des airbags et la manipulation des batteries haute tension, sur les pièces potentiellement recyclables et d'autres éléments liés à la sécurité mentionnés dans la Directive Européenne sur les véhicules hors d'usage (par exemple plomb dans les batteries ou mercure et plomb dans les appareils électroniques). Il est disponible en tant que système en ligne pour les ordinateurs de bureau et les tablettes mobiles avec des mises à jour continues ou en tant que version hors ligne produite et mise à jour une fois par an. Les deux systèmes sont gratuits pour tous les opérateurs de traitement de véhicules commerciaux en fin de vie dans tous les pays couverts par l'IDIS. <https://www.idis2.com/>

- Les déchets liquides - carburant, huile moteur, huile de boîte de vitesses, huile de transmission, fluide hydraulique, liquides de refroidissement, antigel, liquides de frein, liquides de climatisation - doivent être collectés séparément dans des réservoirs/conteneurs d'une capacité suffisante avec des couvercles hermétiques et stockés dans une zone avec des sols imperméables et des structures de toit adéquates pour éviter les déversements.
- Les déchets inflammables (par exemple batteries et plastiques), doivent être stockés correctement dans un endroit séparé et bien ventilé pour éviter les incendies.



Les déchets dangereux ne doivent pas être mélangés, ni avec une catégorie différente de déchets dangereux, ni avec d'autres déchets, substances ou matériaux.

5.1.4 Manutention

Une manipulation correcte des VFV peut aider à minimiser les risques et les accidents. Des outils appropriés pour le démontage manuel, en particulier pour la décontamination et le retrait des composants dangereux (par exemple, batteries au plomb, plastique RFB) et des composants/fractions de valeur sont importants pour assurer une manipulation sûre et appropriée.

Une bonne manipulation peut:

- Minimiser les rejets de substances dangereuses dans l'environnement en raison des bris et des fuites pendant la manipulation et le transport, en particulier pendant le chargement et le déchargement. Les bris peuvent être évités en utilisant des conteneurs appropriés - boîtes en carton, palettes, sacs et cages, ainsi que des équipements de manutention tels que des chariots élévateurs, chariots à roulettes, camion grappin, rampes, dispositifs de levage, etc. ;
- Maximiser le potentiel de réutilisation/rénovation en prévenant les dommages qui réduisent le potentiel de réutilisation ou causent des dommages irréparables. La collecte sécurisée, l'empilage et le stockage appropriés à l'abri de la pluie, de l'humidité, de la poussière et des températures extrêmes préviennent les dommages ;

- Soutenir les bonnes pratiques d'entretien en effectuant des contrôles réguliers et continus des véhicules et matériaux stockés ;
- Améliorer l'ergonomie lors de la manipulation des VFV et limiter les accidents/douleurs liés aux conditions de travail. Les ateliers/tables de démontage doivent être d'une hauteur et d'une taille appropriées adaptées à l'équipement à démonter. L'utilisation de gants, le port de chaussures et de lunettes de sécurité appropriées réduisent le risque de blessure pour les travailleurs. L'utilisation de chariots à roues, chariots élévateurs appropriés, rampes, réduit les accidents dus au levage, au déplacement, au chargement/déchargement de charges lourdes ;
- Favoriser un tri et une séparation efficaces des VFV en fractions de valeurs et fractions dangereuses. Cela impliquera de trier les produits et les fractions dans des conteneurs et zones dédiés et d'éviter l'élimination des produits/fractions de manière inappropriée (par exemple l'élimination des batteries dans les déchets généraux).



Figure 26 – Exemples de dispositif de levage des véhicules



Figure 27 – Chariot de manutention

5.2 Installation de traitement des VFV

Idéalement, les véhicules en fin de vie ne devraient être gérés que par des centres de traitement agréés, qui devraient avoir la capacité de dépolluer et de mettre au rebut les VFV conformément aux directives environnementales et de sécurité appropriées.

Dans de nombreux cas, en particulier dans les pays qui développent leur infrastructure de gestion des déchets, la collecte et le traitement des VFV sont dominés par le secteur informel, qui n'est ni enregistré ni autorisé. Dans le cas où il y aurait un secteur informel actif ou dominant, la feuille de route devrait être de formaliser le secteur, avec des connexions et des liens plus étroits avec les centres de traitement agréés pour canaliser les produits et les fractions qui nécessitent un traitement et une transformation contrôlés. **Le secteur informel peut effectuer le démontage manuel et le prétraitement de la plupart des produits, mais les processus qui incluent la combustion, le chauffage, la fusion et les traitements chimiques ne doivent pas être effectués dans le secteur informel.**

5.2.1 Zones de travail

Différents types d'activités sont menés dans un site de traitement des VFV, c'est pourquoi il doit avoir différentes zones de travail.

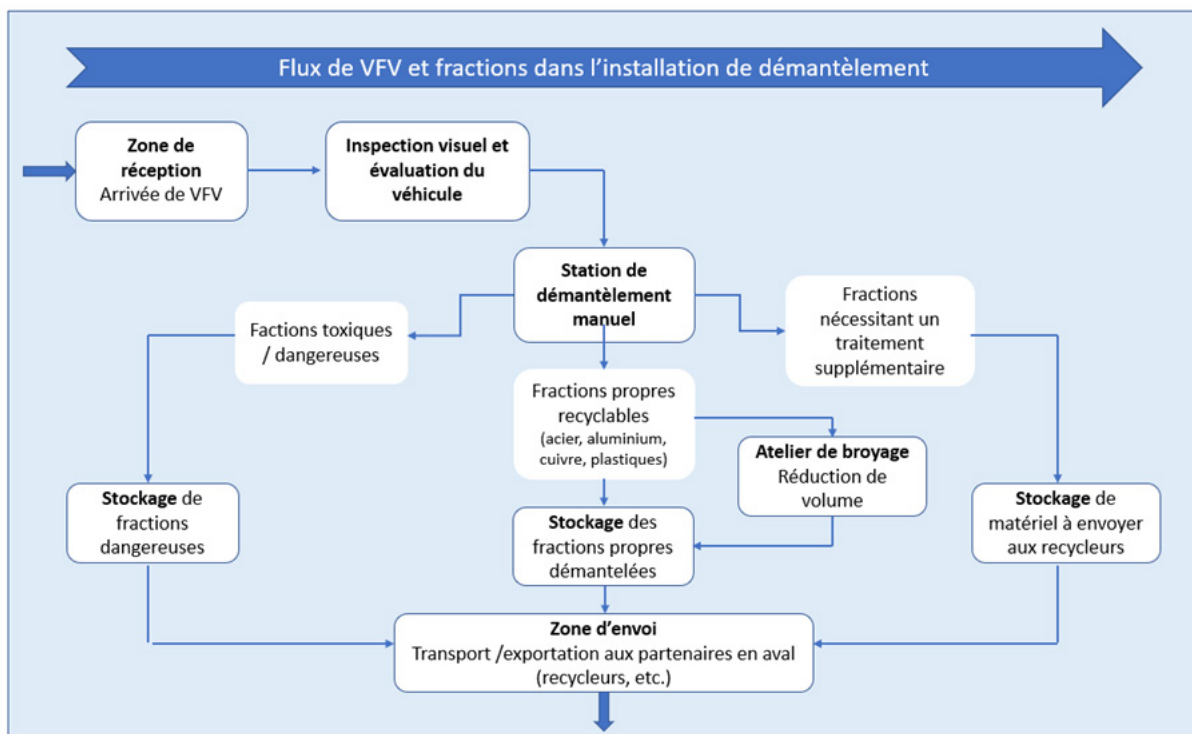


Figure 28 – Flux de VFV et fractions dans l'installation de démantèlement (élaboration

UNITAR)

En particulier, un centre de traitement doit avoir :

- **un espace de bureau** (pour les tâches administratives telles que la tenue de registres, garantir des procédures opérationnelles standard, des séances d'information des employés, des plans de gestion environnementale, etc.) ;
- **une zone de réception** (pour stocker temporairement les véhicules entrants avant le démontage) ;
- **une zone de démontage** (zone de travail principale pour la dépollution et le démantèlement) ; et
- **une ou plusieurs zones de stockage** (pour le stockage des déchets et rebuts). Les centres de traitement et de stockage pour les VFV doivent avoir des surfaces imperméables avec des installations de collecte des liquides et des équipements appropriés pour le traitement de l'eau. Le site de traitement doit également disposer d'un stockage approprié pour les pièces démontées, y compris d'un stockage imperméable pour les pièces contaminées par l'huile.

Une attention particulière doit être portée au flux interne de véhicules : de la pondération de la matière entrante, au stockage intermédiaire avant le traitement, aux différentes étapes du traitement et enfin au stockage des fractions résultantes. L'aménagement doit être planifié de manière à éviter les dommages et la pollution dus à la casse, aux fuites ou à la corrosion pendant les opérations, le stockage et le transport.

5.2.2 *Gestion du site*

L'établissement doit disposer d'un personnel responsable (propriétaire ou gestionnaire) pour assurer l'inspection appropriée du site et des différentes zones de travail, des outils et des machines. Les inspections doivent être régulières (inspection hebdomadaire pour vérifier les petits déversements et inspection annuelle complète des zones de travail) et les enregistrements des résultats d'inspection doivent être conservés correctement. Le personnel travaillant dans l'installation doit être suffisamment formé sur les procédures d'exploitation, l'utilisation appropriée des outils et machines et les précautions nécessaires lors de leur utilisation, et la manipulation des déchets, en particulier les déchets dangereux (y compris les liquides pour prévenir et contrôler les déversements). Idéalement, des instructions claires doivent être partagées rappelant les pratiques de sécurité au travail (par exemple ne pas fumer, ne pas marcher pieds nus, se laver les mains régulièrement, etc.).

Le stockage, le traitement, le transport et l'exportation des déchets dangereux sont souvent réglementés par les lois nationales et internationales. Il est important de s'assurer que les papiers de travail sont en conformité avec les permis, licences et documents de notification requis. Tenir un registre des VFV et fractions collectés, transportés et recyclés est une bonne pratique.

Le personnel responsable doit également assurer la sécurité du site pour éviter l'accès à des personnes non autorisée, les dommages et le vol de fractions/composants.

Une assurance ou d'autres ressources financières pouvant fournir une sécurité pour couvrir les risques et les responsabilités résultant d'accidents et d'événements imprévus, y compris les blessures, les dommages causés par les incendies, etc., ou les rejets accidentels de polluants est une bonne pratique.

5.2.3 Infrastructures environnementales

Contrôle des émissions involontaires, déversements et incendies

- Le traitement des VFV devrait être effectué à l'intérieur d'un bâtiment, il ne doit y avoir aucune émission de source ponctuelle dans l'air à l'extérieur du bâtiment.
- Par mesure de précaution, les activités ne doivent pas être menées à proximité d'une source d'eau, en particulier il est préférable de garder au moins 50 mètres de distance avec les sources d'eau utilisées pour l'approvisionnement en eau destinée à la consommation humaine (UK Environment Agency, 2016).
- Le site devrait avoir des toits capables d'éloigner la pluie, une surface imperméable sans fissures, une hauteur suffisante pour éviter les inondations pendant les précipitations et une bonne ventilation pour éviter les incendies.
- La pluie et les eaux de surface non contaminées doivent être séparées de l'eau contaminée et des autres liquides. Ces derniers peuvent être transportés hors site dans un camion-citerne pour élimination ou récupération.

- L'installation devrait assurer la prévention de tous les types de déversements. Dans la zone de réception, les fuites de tout VFV récemment arrivé doivent être détectées et les petits déversements doivent être nettoyés immédiatement. Le personnel devrait être formé par les autorités compétentes pour faire face aux déversements importants et devrait demander l'aide des autorités compétentes (le Ministère de l'Environnement et du Développement Durable à travers le CIAPOL) en cas de déversement de substances dangereuses.
- Pour éviter les incendies, les déchets inflammables, y compris les pneus et les carburants liquides, doivent être stockés correctement dans un endroit séparé et bien ventilé.
- Le site doit être équipé d'installations de collecte des liquides et de décanteurs et bac dégraisseur pour collecter les graisses, huiles, matériaux lourds.

Contrôle de la poussière et du bruit

Le processus de démontage, même effectué manuellement, génère de la poussière et du bruit. Le démontage des VFV et la rupture accidentelle de composants peuvent créer de fines poussières et vapeurs chimiques. Cette poussière peut contenir des métaux tels que le plomb, le cadmium ou le béryllium, ainsi que des produits chimiques ignifuges et peut nuire à la santé des travailleurs en cas d'inhalation et/ou d'ingestion. Les risques comprennent des lésions du système nerveux, du système reproducteur, des malformations congénitales, des maladies pulmonaires et des problèmes de thyroïde.

Pour assurer un environnement sûr aux travailleurs et au voisinage, des mesures de contrôle de la poussière et du bruit sont importantes :

- Des systèmes de contrôle de la poussière comprenant des hottes d'aspiration reliées à un cyclone, un filtre à manches et une ventilation par une cheminée de trois mètres de hauteur au-dessus du niveau du toit au-dessus de la zone de démontage sont recommandés.
- Éviter d'utiliser des balais qui peuvent soulever de la poussière dans l'air. Utiliser une lingette/serpillère humide.
- La maîtrise du bruit est importante dans les opérations de réduction de volume notamment à travers des capot d'insonorisation.

5.3 Equipements et outils

5.3.1 Équipements de protection individuelle

Il est nécessaire de porter un équipement de protection individuelle (EPI) adapté lors du démontage manuel et lors des déplacements dans les lieux de stockage et recyclage des déchets.

EPI	Utilisation
<p data-bbox="177 757 497 788">Lunettes de protection</p> 	<p data-bbox="603 810 1372 949">Pour éviter les coupures et les blessures aux yeux. Pour éviter la pénétration de particules de poussière dans les yeux.</p>
<p data-bbox="204 1061 470 1128">Casque/protection auditive</p> 	<p data-bbox="603 1151 1050 1182">Pour éviter une perte auditive.</p>
<p data-bbox="177 1348 497 1379">Masque anti-poussière</p> 	<p data-bbox="577 1344 1398 1590">En cas de manipulation de pièces contenant des matières toxiques/poussières, des masques ou respirateurs appropriés doivent être portés pour éviter les conséquences sur la santé des gaz et poussières toxiques.</p> <p data-bbox="577 1662 1398 1854">Pendant les opérations normales, de simples masques industriels et un revêtement facial empêchent la poussière et d'autres particules fines de pénétrer dans le système respiratoire.</p>

Gants de travail robustes



Gants résistants aux coupures pour éviter les coupures/griffures.

Chaussures de travail robustes



Pour protéger les pieds des objets lourd et pointus qui peuvent provoquer des blessures.

Vêtements de protection/tabliers



Pour protéger contre les éclaboussures et la poussière. Qui sont robustes et faciles à nettoyer.

Veste/Pantalon haute visibilité (lors des déplacements dans le site): pour signaler visuellement la présence de l'utilisateur, afin de le détecter et de bien le voir dans des situations dangereuses, dans toutes les conditions de luminosité.

Outils	Utilisation
<p data-bbox="268 421 408 454">Tournevis</p> 	<p data-bbox="603 439 1374 636">Manuel et motorisé, une gamme de tournevis permet l'ouverture et le démontage de divers appareils et composants. Les tournevis électriques peuvent réduire l'effort et le temps requis pour le démontage.</p>
<p data-bbox="304 719 371 752">Clés</p> 	<p data-bbox="603 775 1374 860">Une clé pour desserrer des éléments, comme des écrous et des boulons.</p>
<p data-bbox="288 1003 387 1037">Pinces</p> 	<p data-bbox="603 1066 1374 1151">Les pinces sont utilisées pour retirer les composants collés.</p>
<p data-bbox="209 1294 467 1328">Pinces coupantes</p> 	<p data-bbox="603 1357 1374 1442">Une pince coupante est nécessaire pour séparer les câbles et les fils.</p>
<p data-bbox="268 1585 408 1619">Marteaux</p> 	<p data-bbox="603 1603 1374 1800">Un marteau est utilisé pour frapper les pièces de tôles et d'acier. La face arrière du marteau peut être utilisée pour ouvrir des boîtiers ou séparer des éléments collés.</p>

Outils

Utilisation

Kit de démontage de pare brise



Le démontage du pare-brise peut être effectué en utilisant une ficelle métallique spéciale avec des poignées amovibles aux deux extrémités.

Dispositif de levage (pont élevateur/monte-charge)



Des dispositifs de levage (parfois à roues) sont utilisés pour soulever les VFV suffisamment haut pour accéder à la partie inférieure pour drainer les fluides et retirer les composants tels que le catalyseur.

Chariot élévateur



Un chariot élévateur ou toute autre machinerie alternative est utilisé pour déplacer les VFV et les fractions lourdes en vrac entre les zones de réception, de démontage et de stockage.

Pompes manuelles



Les petites pompes d'extraction d'huile manuelles sont utilisées pour retirer l'huile moteur, le liquide de transmission, l'huile pour engrenages, les liquides de refroidissement et le liquide de frein.

Outils

Utilisation

Conteneurs



Des conteneurs de différentes tailles sont utilisés pour le stockage approprié des huiles, de l'antigel, du liquide lave-glace, etc.

Bacs à huile



Bacs à huile ou bacs d'égouttage pour récupérer les fluides.

Kit de déversement d'huile



Les kits de déversement d'huile sont utilisés pour nettoyer les déversements

5.4 Traitement des VFV : dépollution et démantèlement

Les VFV contiennent des matériaux et des composants dangereux, qui doivent être retirés et séparés avant le processus de déchetage et de recyclage des matériaux.

La figure ci-dessous donne un exemple des flux de matières lors du recyclage des VFV dans le cadre du système de gestion de l'Union Européenne. Le poids du VFV après le démontage est réduit à 60–90% du poids d'origine. Une collecte exhaustive de matériel est importante afin de réduire la quantité de résidus de broyage automobile et d'éviter la contamination par des substances dangereuses dans les RBA. Les carcasses de voitures résultant du processus de démontage sont placées dans des broyeurs/déchetageuses. Les matériaux déchetés sont séparés par un séparateur à air et les restes de ces processus, les RBA légers, sont retirés. Par la suite, les fers et les métaux non ferreux sont séparés par des séparateurs magnétiques ou des collecteurs de métaux non ferreux. Les restes de ces processus sont les RBA lourds. Les pourcentages de fers et de métaux non ferreux dans la masse d'un véhicule sont de 35 à 65% et les quantités de RBA (légers et lourds) sont de 12 à 32%. Bien que les RBA soient dans de nombreux cas envoyés en décharge, le recyclage des RBA, la séparation des matériaux des ressources secondaires, la collecte des scories par les fours de fusion et la récupération d'énergie sont de plus en plus courantes.

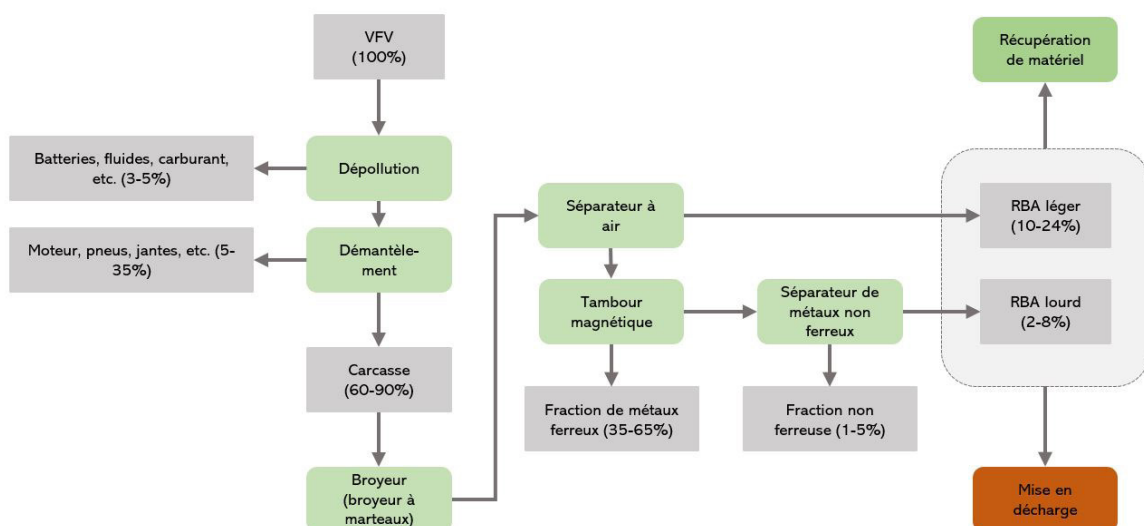


Figure 29 – Diagramme schématisant le traitement typique d'un VFV dans l'Union européenne (élaboration UNITAR)

Exigences de dépollution selon la Directive européenne VHU (Parlement européen, 2000)

- Retrait des batteries et des réservoirs de gaz liquéfié ;
- Retrait ou neutralisation des composants susceptibles d'exploser (par exemple, airbags) ;
- Retrait, collecte et stockage séparés des carburants, des huiles de carter, des huiles de transmission, des huiles de boîte de vitesse, des huiles hydrauliques, des liquides de refroidissement, de l'antigel, des liquides de frein et des fluides de circuits d'air conditionné ainsi que de tout autre fluide présents dans le véhicule hors d'usage, à moins qu'ils ne soient nécessaires pour la réutilisation des parties concernées ;
- Retrait, dans la mesure du possible, de tous les composants recensés comme contenant du mercure (comme les interrupteurs au mercure utilisés pour les commandes d'éclairage et les thermostats bimétalliques).

Un certain nombre d'opérations doivent être menées pour dépolluer correctement un VFV. La séquence de dépollution peut être représentée à travers les trois étapes suivantes:

1. **Activités préliminaires**

Ces activités préparent le VFV pour la prochaine étape du processus (élimination des fluides et autres éléments). Les activités à mener sont les suivantes (à réaliser de préférence dans l'ordre indiqué) :

- Évaluer le véhicule sur les dangers pour la santé et la sécurité (selon les exigences de dépollution mentionnées ci-dessus)
- Utiliser l'IDIS ou tout autre guide du fabricant pour obtenir des informations de dépollution sur le VFV, si nécessaire

- Déterminer si le VFV a des airbags
- Retirer la batterie
- Retirer le carburant, l'huile et les autres bouchons de remplissage
- Régler la commande de chauffage au maximum
- Retirer les roues/pneus
- Retirer les poids d'équilibrage des roues

2. Élimination des fluides et autres éléments

Tous les fluides de différents types (par exemple, huiles, à base d'eau, etc.) qui sont enlevés devront être stockés dans des conteneurs séparés dans une zone de stockage délimitée avant d'être récupérés ou éliminés par un spécialiste. Au minimum, des conteneurs séparés seront nécessaires pour les carburants (essence et diesel séparés); huiles (huiles de graissage, de transmission, de direction assistée et d'amortisseur ensemble); liquide de frein (séparé); et liquides à base d'eau (liquide de refroidissement et lave-vitre ensemble).





3. Retrait ou déploiement des airbags


Tous les dispositifs pyrotechniques, tels que les airbags ou les prétensionneurs pyrotechniques de ceinture de sécurité, doivent être retirés ou déployés car ils sont classés comme composants explosifs. Les dispositifs pyrotechniques sont déployés mécaniquement ou électriquement selon le type de véhicule et l'année. Il est donc nécessaire d'évaluer chaque véhicule pour le type et la quantité d'airbag, ainsi que tout autre dispositif pyrotechnique qui pourrait être présent afin d'adopter une procédure sûre. L'avis des fabricants doit être sollicité s'il n'est pas fourni dans l'IDIS.




La séquence de dépollution est indiquée dans le tableau et la figure ci-dessous. Comme une séquence d'opérations différente peut être plus appropriée pour d'autres types d'équipement, les installations de traitement peuvent développer une séquence alternative. Cependant, si une séquence d'opérations différente est développée, il faut considérer qu'elle peut généralement prendre jusqu'à 20 minutes dans la séquence de vidange par gravité de l'huile moteur. Bien qu'un certain nombre d'opérations sous le véhicule puissent être effectuées en parallèle, la séquence d'opérations montrée dans le tableau ci-dessous maximise le temps de vidange par gravité de l'huile moteur.

Face du véhicule	Opération	Photos
Dessus	Retirer la batterie	
Dessus	Retirer le bouchon de remplissage de carburant et le bouchon de remplissage d'huile	
Dessus	Régler le chauffage au maximum	
Dessus	Retirer les roues et les pneus et séparez les poids d'équilibrage	

Face du véhicule	Opération	Photos
Dessus	Retirer toutes les pièces identifiées comme contenant du mercure	
	Mettre le véhicule sur un châssis de dépollution ou un dispositif de levage	
Dessous	Vidanger l'huile moteur et retirer le filtre à huile pour le broyage ou l'élimination	 

Face du véhicule	Opération	Photos
Dessous	Vidanger l'huile de transmission, y compris le différentiel arrière si applicable	
Dessus	Dégazer l'unité de climatisation de dégazage (si le véhicule en est équipé)	
Dessous	Vidanger le liquide de refroidissement	
Dessous	Vidanger le liquide de frein	

Face du véhicule	Opération	Photos
Dessous	Retirer le catalyseur (si le véhicule en est équipé)	
Dessus	Vidanger le liquide de lave glace	
Dessus	Vidanger le(s) réservoir(s) de frein/embrayage	
Dessus	Vidanger le réservoir de direction assistée (si le véhicule en est équipé)	

Face du véhicule	Opération	Photos
Dessous	Vider le réservoir de carburant	
Dessous	Vidanger les amortisseurs ou retirer le liquide de suspension	
Dessous	Replacer les bouchons de vidange/installez des bouchons en plastique	

Retirer le véhicule du cadre de dépollution ou du dispositif de levage



Face du véhicule	Opération	Photos
Dessus	Déployer les airbags et autres pièces pyrotechniques in situ (si le véhicule en est équipé et capables d'effectuer cette opération)	
Dessus	Retirer les airbags et autres pièces pyrotechniques (si le véhicule en est équipé, et ne peuvent pas être déployés in situ)	

Tableau 3 – Possible séquence de dépollution (élaboration UNITAR)

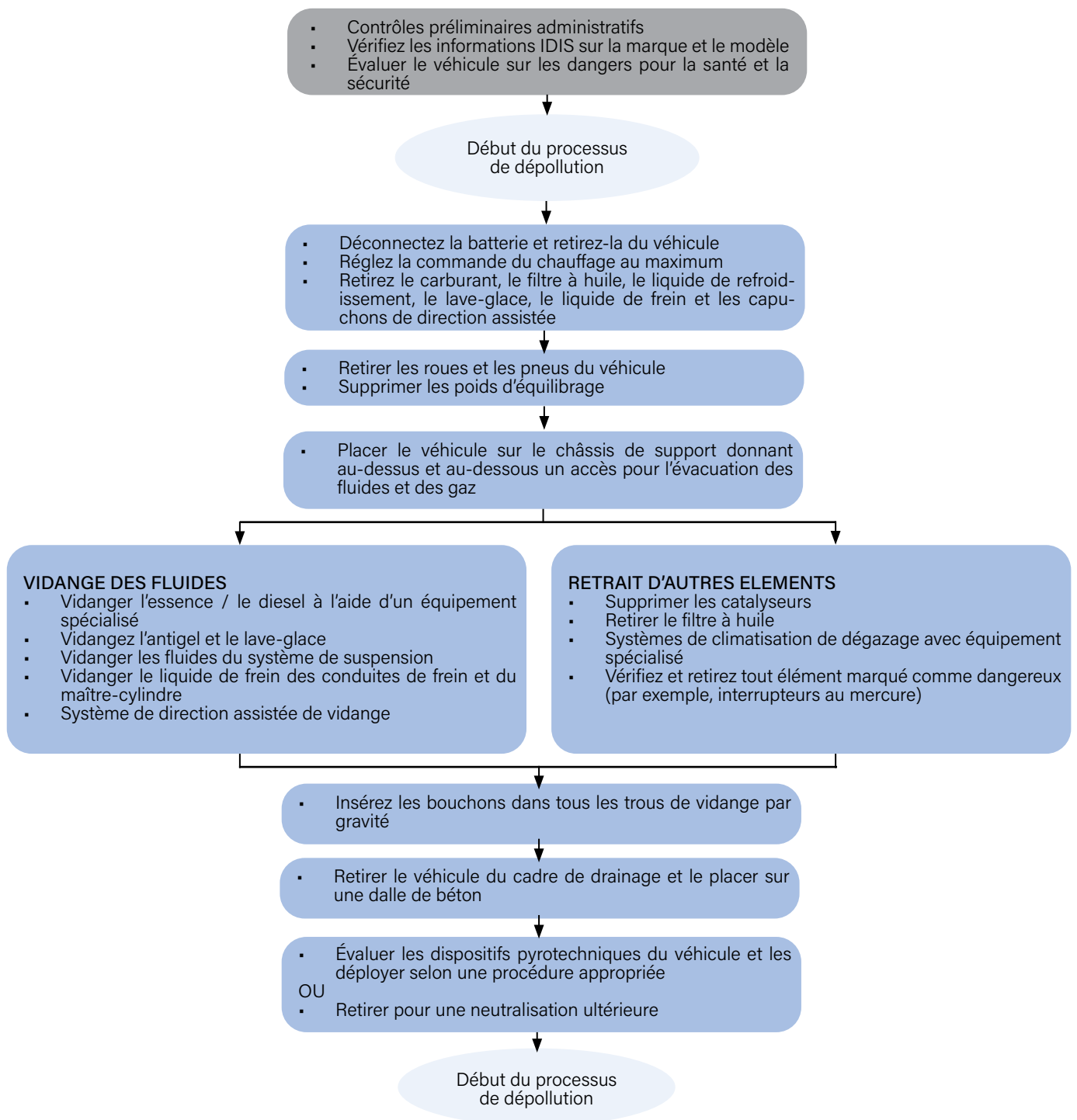


Figure 30 - Processus de dépollution (élaboration UNITAR à partir de : Defra, 2011)

Lorsque toutes les activités de dépollution décrites ci-dessus ont été menées, le VFV peut être classé comme déchet non dangereux et peut alors être recyclé. Tous les fluides, batteries et autres éléments qui ont été retirés (à l'exception des airbags qui ont été déployés) seront toujours classés comme déchets dangereux. Ceux-ci devront être stockés dans des installations de stockage appropriées, qui satisfont à toutes les réglementations, jusqu'à ce qu'ils soient soit traités, soit envoyés pour recyclage ou élimination par un entrepreneur de gestion des déchets dûment agréé. Un système d'enregistrement de la quantité de fluides et d'autres éléments qui ont été retirés doit être en place. Les informations enregistrées permettront de fournir des rapports réguliers aux régulateurs des déchets.





5.4.2 Démontage et déchiquetage


Après l'élimination des substances dangereuses et des pièces contaminées par le biais du processus de dépollution, les VFV peuvent être davantage démantelés pour séparer diverses pièces et matériaux en vue d'une réutilisation et d'un recyclage potentiels. La séparation et la commercialisation des pièces de rechange pourraient être cruciales pour les petits opérateurs du démantèlement. La vente de pièces détachées représente une part importante des revenus totaux pour financer le processus de recyclage. Le processus de démontage pour les besoins du recyclage peut être manuel ou mécanique selon le type et la taille du véhicule, la technologie de traitement ultérieur ainsi que par le volume entrant de VFV :

- Pour les véhicules gros qui ne peuvent être manipulés manuellement, ou pour des volumes plus importants, les VFV peuvent être traités plus efficacement en utilisant la méthode de démontage par convoyeur, ce qui augmente considérablement la vitesse de démontage et réduit la charge des travailleurs. Cependant, il faudra un niveau d'équipement et d'outillage complètement différent pour le processus de démontage.
- Pour les petits véhicules qui peuvent facilement être démontés manuellement, ou pour des volumes inférieurs, les VFV peuvent être démontés avec des équipements et des outils identiques à ceux des garagistes (voir section 5.3.2).

En Côte d'Ivoire, le démontage manuel est une pratique courante. Le démontage manuel permet d'identifier et de retirer les pièces qui peuvent être réutilisées. Les composants courants des automobiles lors du recyclage sont :

- Les moteurs et les systèmes de transmission retirés des véhicules qui peuvent souvent être directement réutilisés. Ces articles doivent être entreposés sous un toit permanent sur une surface imperméable ou dans un contenant extérieur couvert et résistant aux intempéries.
- Les moteurs et transmissions qui peuvent être reconditionnés et/ou recyclés doivent être stockés sous un toit permanent sur une surface imperméable, ou dans un contenant extérieur couvert et résistant aux intempéries ou sur une surface imperméable qui s'écoule vers un séparateur huile-eau ou un dispositif de traitement équivalent.
- Le tableau ci-dessous liste des parties d'un VFV qui peuvent être facilement recyclées, indiquant également les produits finis possibles.

Partie/composant	Matériaux	Recyclé comme
<p data-bbox="406 302 523 336">Fenêtre</p>  	<p data-bbox="874 365 957 398">Verre</p>	<p data-bbox="1161 365 1310 398">Carrelage</p>
<p data-bbox="422 1146 507 1180">Siège</p> 	<p data-bbox="837 1202 992 1290">Mousse et fibre</p>	<p data-bbox="1061 1202 1412 1290">Matériaux d'insonorisation pour véhicules</p>
<p data-bbox="226 1570 721 1603">Carrosserie, coffre, capot et porte</p> 	<p data-bbox="882 1624 965 1657">Acier</p>	<p data-bbox="1077 1624 1412 1769">Pièces automobiles et produits en acier en général</p>

Partie/composant	Matériaux	Recyclé comme
<p>Câbles</p> 	<p>Cuivre</p>	<p>Produits en cuivre et moteurs (renfort en fonte d'aluminium)</p>
<p>Pare-choc</p> 	<p>Resine</p>	<p>Pare-chocs, pièces intérieures, boîte à outils, etc.</p>
<p>Radiateurs</p> 	<p>Cuivre et aluminium</p>	<p>Lingots de métal et produits en aluminium</p>
<p>Liquide de refroidissement, huile moteur et huile pour engrenages</p> 	<p>Huile</p>	<p>Combustible alternatif pour chaudières et incinérateurs</p>

Partie/composant	Matériaux	Recyclé comme
Transmission du moteur, suspension et roue 	Acier et aluminium	Produits généraux en acier et en aluminium
Convertisseur catalytique 	Métaux précieux	Convertisseurs catalytiques ou recyclage de métaux précieux (par exemple platine)
Pneu 	Caoutchouc	Matière première et récupération d'énergie (par exemple fours à ciment)

Tableau 4 - Pièces réutilisables et recyclables des VFV (élaboration UNITAR)

Une fois que le VFV est démonté et que les pièces en sont récupérées, la partie restante est connue sous le nom de carcasse. Cette carcasse est compressée et aplatie et envoyée à un broyeur pour la récupération de la ferraille. Les grands broyeurs pulvérisent la carcasse en morceaux de matériaux de taille fine, qui sont ensuite envoyés par des convoyeurs pour la séparation à l'aide de systèmes de séparation magnétique, de courants de Foucault, de laser et d'infrarouge (selon la disponibilité des systèmes). Les installations de déchiquetage et de séparation nécessitent des investissements importants et sont techniquement complexes. Les métaux récupérés dans ces usines deviennent des matières premières pour les aciéries, les fours à arc électrique, les fonderies d'aluminium et d'autres métaux non ferreux pour fabriquer une variété de produits, y compris de nouveaux véhicules.

Outre les VFV, les déchiqueteurs peuvent également traiter d'autres déchets riches en métaux, tels que les rebuts et déchets de construction, les gros appareils en fin de vie tels que les électroménagers. Pendant le processus de déchiquetage, le véhicule est décomposé en morceaux beaucoup plus petits et les métaux sont extraits. Les métaux ferreux - fer et acier - et les métaux non ferreux, tels que le cuivre, le zinc et l'aluminium, sont récupérés. Lorsqu'un VFV est déchiqueté, le résidu est généralement séparé en quatre fractions : les métaux ferreux (par séparation magnétique), les métaux non ferreux (par séparation mécanique), les résidus de broyage lourds et la fraction légère, qui est séparée par aspiration d'air. Les métaux ferreux ne sont plus traités et sont considérés comme prêts.

Pour une revue approfondie et étape par étape du démontage des différents composants d'un véhicule, se référer au guide développé par l'Association des recycleurs de pièces d'autos et de camions au Québec « Procédures de démontage de véhicule » (ARPAC, 2015) qui décrit les procédures efficaces, sécuritaires et écologiques de démontage de véhicules.

5.5 Stockage et élimination des matériaux issus du démantèlement des VFV

Les parties démontées et récupérées des VFV doivent être stockées dans des zones dédiées.

- Les **pièces potentiellement réutilisables** telles que le bloc moteur et les systèmes de transmission doivent être stockées sous un toit permanent sur une surface imperméable, ou dans un conteneur extérieur couvert et résistant aux intempéries ou sur une surface imperméable qui s'écoule vers un séparateur huile-eau ou un dispositif de traitement équivalent.
- La **carcasse du véhicule sans le bloc moteur et le train de roulement** peut être stockée à l'extérieur et empilée jusqu'à une hauteur maximale de 5 à 6 mètres en respectant les protocoles de sécurité.

Les fractions qui ne peuvent pas être recyclées ou récupérées doivent être éliminées en dernière option. Généralement, il s'agit de fractions de déchets dangereux et il est important de :

- Ne pas les mélanger avec d'autres fractions, substances ou matériaux - qu'ils soient dangereux ou non ;
- Les stocker séparément et les sceller pour leur transport vers le site d'élimination afin d'éviter tout déversement accidentel ou toute fuite.

Les déchets dangereux qui n'ont pas d'option de traitement ou de récupération doivent être envoyés :

- **Dans une décharge sécurisée et aménagée conçue pour les déchets dangereux jetables ; ou**
- **Dans des incinérateurs capables de garantir que toutes les fumées et émissions potentiellement toxiques sont capturées par la cheminée d'échappement.**

Le tableau ci-dessous présente certaines bonnes pratiques de contrôle du stockage et de l'élimination pour différents types de matières produites dans les installations de traitement des VFV pour éliminer ou réduire les impacts sur la santé humaine ou l'environnement.

Pièces et matériaux

Huiles usagées

Huile moteur, huile pour engrenages, huile différentielle, huile hydraulique, liquide de frein et autres produits connexes.



Risques potentiels

- Incendie et explosion dus à la nature combustible.
- Surface glissante en cas de déversement.
- Produits chimiques potentiellement toxiques pouvant provoquer une irritation cutanée ou d'autres problèmes de santé.
- Contamination des eaux pluviales, des terres, des eaux de surface et des eaux souterraines.

Stockage

- Stocker les huiles usagées dans des réservoirs ou des bidons clairement étiquetés et de bonne qualité dans un espace clos, de préférence sous un toit.
- S'assurer que les conteneurs d'huile usée ne sont pas entreposés avec un équipement produisant de la chaleur.
- Des kits de déversement devraient être facilement disponibles dans la zone de stockage des huiles usagées.
- Veiller à ce que les huiles usagées soient régulièrement collectées par les sous-traitants d'huiles usagées pour éviter l'accumulation de gros volumes d'huile sur le site.

Élimination

- Éliminer les huiles usagées à l'aide d'un transporteur dûment autorisé accompagné des documents de transport et s'assurer qu'elles sont transportées dans un lieu agréé.
- Recycler les filtres à huile usagés, ne pas les jeter dans une décharge.

Pièces et matériaux

Liquide de refroidissement

Les liquides de refroidissement (y compris le liquide de radiateur) contiennent différents types de glycol et d'autres composés chimiques tels que des inhibiteurs de rouille, des tampons de pH et des agents anti-mousse. Certains de ces composés chimiques peuvent contenir des métaux lourds comme le plomb et le cuivre.



Risques potentiels

- Les métaux lourds contenus dans les liquides de refroidissement peuvent provoquer une contamination importante des sols, des eaux souterraines et d'autres plans d'eau.
- Les glycols présents dans le liquide de refroidissement utilisent une quantité excessive d'oxygène disponible dans le sol et l'eau pour leur processus de biodégradation, ce qui réduit l'oxygène disponible pour les plantes et les animaux.

Stockage

- Stocker tous les liquides de refroidissement collectés sur les véhicules dans des conteneurs de bonne qualité, de préférence sous un toit. Si un toit n'est pas fourni, les conteneurs doivent être fermés pour s'assurer que l'eau de pluie ne puisse pas entrer.
- Collecter et traiter le liquide de refroidissement séparément des autres déchets liquides.

Élimination

- Les liquides de refroidissement ne doivent jamais pénétrer dans les systèmes d'eaux pluviales, dans tout autre plan d'eau ou être déversés sur le sol.
- L'élimination du liquide de refroidissement dans l'égout ne doit être effectuée qu'avec l'autorisation de l'autorité locale des eaux ou
- Un transporteur dûment autorisé doit être contacté pour organiser la collecte, le transport et l'élimination du liquide de refroidissement collecté.

Pièces et matériaux

Bouteilles de gaz de pétrole liquéfié (GPL)

Les bouteilles de gaz GPL sont généralement fabriquées en tôle d'acier et, selon l'état de la bouteille, elles peuvent être réutilisées ou recyclées comme ferraille.



Risques potentiels

- En raison de la nature haute pression des bouteilles de gaz et de l'inflammabilité du gaz GPL rejeté, les bouteilles peuvent fuir et prendre feu en cas d'allumage/ étincelle, exploser ou être propulsées à grande vitesse si elles sont percées.
- Le GPL peut fuir et se mélanger avec d'autres produits chimiques potentiellement dangereux.

Stockage

- Les bouteilles de GPL doivent être considérées comme pleines et stockées dans :
 - ▷ Un espace extérieur sécurisé et bien ventilé.
 - ▷ Loin des autres matières dangereuses telles que les huiles usagées ou les équipements qui peuvent présenter un risque d'explosion ou d'incendie.
- Faire dégazer les bouteilles de gaz par un entrepreneur approprié ou une personne formée à la méthode d'élimination sûre des bouteilles de gaz.
- Une fois rendues sûres, perforez et étiquetez les bouteilles pour indiquer qu'elles ne contiennent pas de gaz.
- Les bouteilles sans gaz peuvent être stockées dans une zone distincte jusqu'à ce qu'elles soient collectées/ envoyées à la récupération de la ferraille.

Élimination

- Le GPL est stocké dans des réservoirs sous haute pression. Par conséquent, les bouteilles doivent être exemptes de tout gaz et liquide avant d'être déchetées.
- Utiliser un équipement approprié (par exemple, un chariot élévateur) et respecter les exigences en matière de santé et de sécurité au travail lors de la manipulation de bouteilles de gaz.

Pièces et matériaux

Pneus

Les pneus impropres à être utilisés sur un véhicule sont classés comme « pneumatiques usagés » et doivent être recyclés.



Risques potentiels

- Les pneus peuvent causer des risques d'incendie importants, être des sites de reproduction de la vermine et contribuer à la propagation de maladies.
- Le lixiviat des pneus en panne peut contaminer le sol et les eaux souterraines.

Stockage

- Lors du stockage des pneus sur place, ils doivent être empilés de manière à empêcher la vermine de s'y reproduire et à réduire le risque d'incendie.

Élimination

- Les pneus ne doivent jamais être brûlés pour s'en débarrasser.
- Si les pneus ne peuvent pas être réutilisés, ils doivent être retirés de votre site de manière appropriée pour un recyclage ou une élimination appropriée.

Pièces et matériaux

Batteries

Tous les types de batteries peuvent être recyclés, ce qui conservera les métaux précieux et réduira les impacts environnementaux. Le personnel qui manipule ces batteries peut nécessiter une formation supplémentaire pour éviter des accidents graves lors du traitement.



Risques potentiels

- Les batteries contiennent divers produits chimiques et métaux lourds tels que le plomb, le cadmium, le sulfate de plomb, le dioxyde de plomb et l'acide sulfurique qui sont toxiques pour la santé humaine et peuvent avoir des impacts écologiques s'ils dépassent une certaine concentration dans l'environnement.
- Les batteries représentent un risque d'incendie potentiel.
- Le cerclage de palettes de batteries à l'aide de bandes d'acier doit être évité pour réduire le risque d'incendie.

Stockage

- Stocker les batteries dans des conditions fraîches et sèches dans un endroit couvert, bien ventilé avec une surface imperméable.
- Les objets métalliques ne doivent pas être placés sur les batteries.
- Stocker à l'écart des matériaux et équipements inflammables qui peuvent créer des étincelles.
- Nettoyez immédiatement tout déversement des batteries.

Élimination

- Les batteries ne doivent pas être jetées dans les décharges. Les métaux lourds à l'intérieur des batteries peuvent s'infiltrer dans l'environnement au fil du temps.
- S'assurer que les batteries sont bien emballées pour les protéger contre les dommages et les déversements avant de les remettre au transporteur de déchets.

Pièces et matériaux

Réfrigérant de climatisation

Tous les types de réfrigérants pour véhicules (hydrofluorocarbures (HFC), hydrochlorofluorocarbures (HCFC) et chlorofluorocarbures (CFC)) nécessitent une analyse et une récupération et ne doivent pas être rejetés dans l'atmosphère.



Risques potentiels

- Les rejets de gaz peuvent endommager la couche d'ozone et avoir un impact sur le climat.
- Une décharge de gaz inattendue peut provoquer des blessures.
- Les gaz HFC, HCFC et CFC ne doivent être manipulés que par une partie autorisée disposant d'une licence et d'un équipement appropriés.

Stockage

- Un équipement d'analyse doit être utilisé pour identifier les gaz dans chaque VFV.
- Si l'analyse indique que les gaz dans le conteneur sont les mêmes que ceux spécifiés sur le conteneur, un équipement de récupération doit être utilisé pour collecter les gaz (HFC, HCFC et CFC) du VFV.
- Si l'analyse indique que le VFV contient des gaz hautement volatils (comme le propane), ces conteneurs doivent être manipulés par des techniciens spécialement formés et non collectés par l'équipement de récupération de réfrigérant.
- Les gaz doivent être stockés dans des bouteilles correctement étiquetées.

Élimination

- Les gaz doivent être transportés par des entrepreneurs appropriés.

Pièces et matériaux

Ferraille

Les stocks de ferraille comprennent tous les types de matériaux métalliques non traités (à l'exclusion des carrosseries non traitées et traitées).



Risques potentiels

- La lixiviation de carburant, d'huile et d'autres contaminants dans les eaux souterraines et le sol à partir de pièces de véhicules qui n'ont pas été complètement drainées.
- Rejet de particules dans l'air provenant des activités de coupe et de déchiquetage.
- Rejet de substances appauvrissant la couche d'ozone dans l'air.
- Risque d'incendie dû à la présence de contaminants combustibles.
- Les matériaux non traités contenant des dangers tels que la rouille exposée peuvent augmenter le risque de combustion car l'oxydation des métaux crée de la chaleur.

Stockage

- Le métal contenant des contaminants combustibles est considéré comme un déchet combustible, il doit donc être stocké en conséquence dans un endroit approprié.

Élimination

- Une entreprise agréée qui manipule de la ferraille doit être contactée pour ramasser et éliminer/recycler les matériaux de manière appropriée.

Pièces et matériaux	Risques potentiels	Stockage	Élimination
<p>Pare-chocs et autres plastiques</p> <p>Les pare-chocs et autres plastiques collectés sur les véhicules peuvent être recyclés dans la mesure du possible, mais doivent être stockés de manière appropriée jusqu'à ce qu'ils soient transportés vers une installation de recyclage. Les pare-chocs et les plastiques sont sensibles au risque d'incendie.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Les pare-chocs et autres plastiques sont hautement inflammables et sont des déchets combustibles. 	<ul style="list-style-type: none"> Ils doivent être stockés en conséquence dans un endroit approprié. 	<ul style="list-style-type: none"> Une entreprise agréée qui manipule des déchets de plastique doit être contactée pour ramasser et éliminer/recycler les matériaux de manière appropriée. L'élimination recommandée des plastiques contenant du RFB est l'incinération. Lorsque l'incinérateur ENVIPUR aura été mis à niveau, il pourra être utilisé pour l'élimination des fractions dangereuses des VFV telles que les plastiques bromés. Une discussion approfondie sur l'identification, le tri et la ségrégation des plastiques contenant du RFB est présentée dans le chapitre suivant.

Tableau 5 – Aperçu des méthodes de stockage et d'élimination pour différents types de matériaux (élaboration UNITAR)

5.6 Focus : polluants organiques persistants dans les VFV

5.6.1 Composants des VFV contenant des POP

Les polluants organiques persistants sont des substances chimiques toxiques qui se dégradent lentement, se bioaccumulent dans la chaîne alimentaire et se déplacent loin des sources de pollution via l'air, l'eau ou les espèces animales migratrices. Ces produits chimiques peuvent entraîner des risques importants pour la santé et l'environnement loin de la source de pollution. Pour cette raison, leur utilisation a été restreinte par des conventions internationales, telles que la Convention de Stockholm sous l'égide des Nations Unies. Les pièces connues pour contenir des POP doivent être retirées des VFV dans la mesure du possible pendant le processus de démantèlement.

Les VFV peuvent contenir de nombreux ignifugeants bromés, dont certains sont des POP (par exemple, PBDE, hexabromobiphényle (HBB) et hexabromocyclododécane (HBCD)). Les penta-, octa- et décabromodiphényléthers commerciaux étaient auparavant couramment utilisés comme retardateurs de flamme dans les pièces en plastique des véhicules. Le HBCD a été utilisé dans les matériaux de rembourrage de véhicules, par exemple sièges, boîtiers et matériaux intérieurs et en particulier les pièces de carrosserie fabriquées en plastique HIPS. Environ 1 à 7% en poids d'HBCD ont été ajoutés au HIPS et environ 2 à 4% en poids aux textiles. Le pentaBDE commercial était principalement utilisé dans les produits manufacturés contenant des mousses de rembourrage en polyuréthane (mousse PUR), dans le secteur des transports (par exemple les voitures, les bus, etc.). Le décabromodiphényléther a été couramment utilisé dans les pièces de véhicules fabriquées à partir de plastiques durs ABS et HIPS, les pièces électroniques et leurs boîtiers, ainsi que les textiles de véhicules, en particulier les sièges. En général, 10 à 15% de déca-BDE en poids ont été ajoutés aux plastiques. Les textiles en contiennent au maximum 12%. Malgré son inscription à l'Annexe A de la Convention de Stockholm (élimination de la production et de l'utilisation) en 2017, de nombreuses dérogations peuvent être accordées pour les pièces destinées aux véhicules. En pratique, l'industrie automobile abandonne son utilisation.

L'utilisation d'agents ignifuges classés comme POP dans les véhicules varie en fonction du pays, du fabricant, du modèle et de l'année de fabrication. Des informations

détaillées sur les substances utilisées dans différents modèles de véhicules ne sont pas disponibles. Dans la pratique, définir les pièces en plastique comme des déchets dangereux en fonction de leurs concentrations de retardateurs de flamme nécessiterait d'analyser les pièces individuelles dans un laboratoire, à moins que des informations spécifiques au produit du fabricant ne soient disponibles.

5.6.2 Ségrégation, stockage et élimination des composants contenant des POP

Les composants connus pour contenir des POP – notamment les pièces plastiques – doivent être retirés des VFV dans la mesure du possible pendant le processus de démantèlement. Idéalement, ces pièces en plastique sont collectées après le démontage et traitées dans une installation de recyclage du plastique afin de récupérer différents polymères (par exemple PS, PP, PE, ABS, etc.) et de séparer les polymères contenant des POP pour une élimination en toute sécurité. Un tel traitement peut être difficile à réaliser dans une installation informelle de dépollution et de démantèlement des VFV en supposant que ces installations ont une capacité opérationnelle limitée et n'ont pas le débit requis pour une configuration mécanique/automatisée nécessaire au traitement et à la séparation des plastiques.

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour identifier et séparer les flux de déchets plastiques riches en brome pendant les opérations de recyclage, qui peuvent se diviser en :

- Méthodes manuelles qui exigent l'inspection de chaque plastique individuellement, généralement avant le déchiquetage, soit entièrement manuellement (sur la base des marquages ou sur la source (produit) du plastique), ou semi-manuellement (à l'aide d'instruments portatifs) ;
- Méthodes mécaniques / automatisées qui peuvent être exécutées par lots ou en continu, généralement après le déchiquetage (Haarman and Gasser, 2016).

	Méthode	Raisonnement	Précision	Prix (USD)	Préoccupations EHS
Manuelle	Visuel (marquages)	Indication RF sur les pièces	Insuffisante	Gratuit	Aucun
	Ségrégation à la source	Certains flux VFV sont presque sans RFB	Moyenne	Gratuit	Aucun
	Spectromètre à étincelles coulissant (portable)	L'étincelle évapore le plastique, les éléments libèrent des spectres optiques spécifiques	Suffisante pour le tri	~ 6'000	Formation de fumées potentiellement dangereuses
Mécanique / automatisée	Spectrométrie de fluorescence X (portable)	Les rayons X absorbés sont réémis selon les raies spectrales	Très élevée	~30'000-50'000	Manipulation incorrecte de l'appareil
	Spectroscopie plasma induite par laser (portable)	Une impulsion laser enlève une partie du matériau de surface qui est analysé à l'aide d'une spectrométrie optique ou de masse	Très élevée	~35'000	
	Transmission de rayon X (en ligne)	Absorbance du spectre de rayons X par les éléments, la pression d'air dirigée élimine les particules	Très élevée	~500'000	Aucun
	Évier-flotteur (peut également être manuel)	Le plastique contenant du Brome a une densité plus élevée	Moyenne	~10-100'000	

Tableau 6 – Méthodes d'identification et de séparation des plastiques RFB (Haarman and Gasser, 2016)

Dans le secteur informel – où les méthodes disponibles sont réduites – il est possible d'utiliser des tests simples qui peuvent être effectués manuellement.

Inspection visuelle / marquage ISO

Une méthode manuelle utile et rapide consiste à inspecter visuellement la présence de plastiques RFB. Il est possible d'identifier le type de plastique et le risque de POP à partir de ses marquages qui incluent la date de fabrication et le système de marquage ISO. Tous les plastiques contenant des retardateurs de flamme qui ont été ajoutés intentionnellement ou qui dépassent 1% en poids doivent inclure le code ignifuge, comme présenté dans le format ci-dessous (Haarman and Gasser, 2016) :

>PP-GF30-P(ELO)FR(52)<

La 1ère séquence (PP) indique le type de matériel – polymère

La 2nde séquence (GF30) indique la matière de remplissage

La 3ème séquence (P(ELO)) indique le plastifiant

La 4ème séquence (FR(52)) indique la présence de retardateurs de flammes

Les codes des retardateurs de flamme les plus couramment utilisés (codes ISO 1043) sont énumérés dans le tableau ci-dessous. Les retardateurs de flammes bromés sont indiqués en gras et les codes qui peuvent contenir des POP-RFB restreint par la Directive européenne RoHS (Parlement européen, 2011) en rouge (Haarman and Gasser, 2016).

Type	Code	Description
Composés halogénés	14	Composés bromés aliphatiques/alicycliques
	15	Composés bromés aliphatiques/alicycliques en combinaison avec un composé d'antimoine
	16	Composés aromatiques bromés (à l'exclusion du diphényléther bromé et des biphényles)
	17	Composés aromatiques bromés (à l'exclusion du diphényléther bromé et des biphényles) en association avec un composé d'antimoine
	18	Éther diphénylique polybromé
	19	Éther diphénylique polybromé en combinaison avec un composé d'antimoine
	20	Biphényles polybromés
	21	Biphényles polybromés en combinaison avec un composé d'antimoine
	22	Composés chlorés et bromés aliphatiques/alicycliques
25	Composés fluorés aliphatiques	

Tableau 7 – Codes ISO 1043 pour les retardateurs de flamme couramment utilisés (ISO, 1998 ; Haarman and Gasser, 2016)

Identification systématique du plastique grâce aux tests des propriétés physiques et tests évier-flotteur en eau douce et eau salée (Bill et. al, 2019)

Différents types de plastique ont des propriétés physiques différentes, en termes de :

- Réaction à des solvants spécifiques - tous les plastiques ne réagissent pas de la même manière aux solvants. Les tests du limonène et à l'acétone décrits ci-dessous sont basés sur des solvants disponibles dans le commerce et non dangereux qui peuvent être utilisés pour identifier certains types de plastique.
- Flexibilité/cassabilité.
- Dureté.
- Densité.
- Sonorité - les plastiques ont un son distinctif lorsqu'ils sont frappés. Les sons étant difficiles à décrire, il est préférable d'essayer par soi-même avec des plastiques de type connu. Ce type de test fonctionne mieux avec des pièces plus grandes (par exemple des boîtiers entiers).

Les laboratoires fédéraux suisses pour la science et la technologie des matériaux (Empa) ont développé une méthodologie pour identifier systématiquement les principaux types de plastique et détecter la présence de RFB (Haarman and Gasser, 2016) basée sur les tests des propriétés physiques et évier-flotteur. Cette méthodologie peut être utilisée pour identifier des pièces en plastique spécifiques et ainsi obtenir des informations sur le produit de départ et pour former les travailleurs du démantèlement et du tri à reconnaître et séparer les principaux types de plastique (Bill et. al, 2019).

Les explications suivantes, couplées à la figure ci-dessous donnent une vue d'ensemble de la méthodologie Empa.

Test du limonène ①

Le limonène est un solvant naturel présent principalement dans la peau de certaines plantes et fruits, notamment les citrons et les oranges. Seuls le PS et le HIPS réagissent avec le limonène. Lorsque quelques gouttes de limonène sont appliquées sur ces plastiques, ils se dissolvent lentement et deviennent collants après 2-3 secondes.

Test de rupture ②

Un simple test de rupture permet de distinguer certains plastiques. Le PS est rigide et se casse facilement. Le HIPS se plie et montrera des marques blanches à la rupture, mais il est difficile de le casser réellement.

Test à l'acétone ③

L'acétone est un autre solvant disponible dans le commerce. Il est moins sélectif que le limonène et réagit avec le PS, HIPS, ABS, ABS+PC et PC. Lorsque l'acétone est appliquée sur le PS, HIPS ou ABS, les plastiques se dissolvent et deviennent collants après 2-3 secondes. L'ABS/PC devient également collant, mais un dépôt blanc se forme en plus en raison de la présence de PC. Dans le cas du PC pur, seul le dépôt blanc se forme mais le plastique ne devient pas collant.

Les plastiques qui n'ont pas réagi avec le limonène (ABS, ABS/PC et PC) peuvent donc être distingués en fonction de leur réaction à l'acétone.

Test évier-flotteur en eau douce (1,0 kg/l) ④

Un test d'immersion/flottement en eau douce est appliqué sur les plastiques restants. La fraction flottante est constituée de plastiques légers (PP et PE). Les plastiques qui n'ont réagi à aucun des solvants et coulent dans l'eau douce ne font pas partie des principaux plastiques et ne sont pas identifiés avec cette méthode.

Test de rayure ⑤

Les plastiques PE et PP flottent dans l'eau douce. Pour les distinguer, un test de rayure peut être utilisé. Le PE est plus doux et peut facilement être rayé avec un ongle. Le PP est plus dur et est donc plus difficile à rayer.

Test évier-flotteur en eau salée 6

Les polymères ont des densités différentes, affectées également par la présence d'additifs RFB qui augmente la densité des plastiques. En utilisant cette caractéristique, il est possible de séparer les plastiques sans additifs ignifuges de ceux avec RFB. La séparation par densité évier-flotteur est une méthode peu coûteuse utilisant de l'eau et des sels solubles tels que le sel de table (NaCl) ou le chlorure de potassium (KCl). Une solution d'une densité de 1,1 kg/l peut être utilisée pour séparer l'ABS et le HIPS avec RFB qui couleront, de l'ABS et HIPS sans RFB qui flotteront.

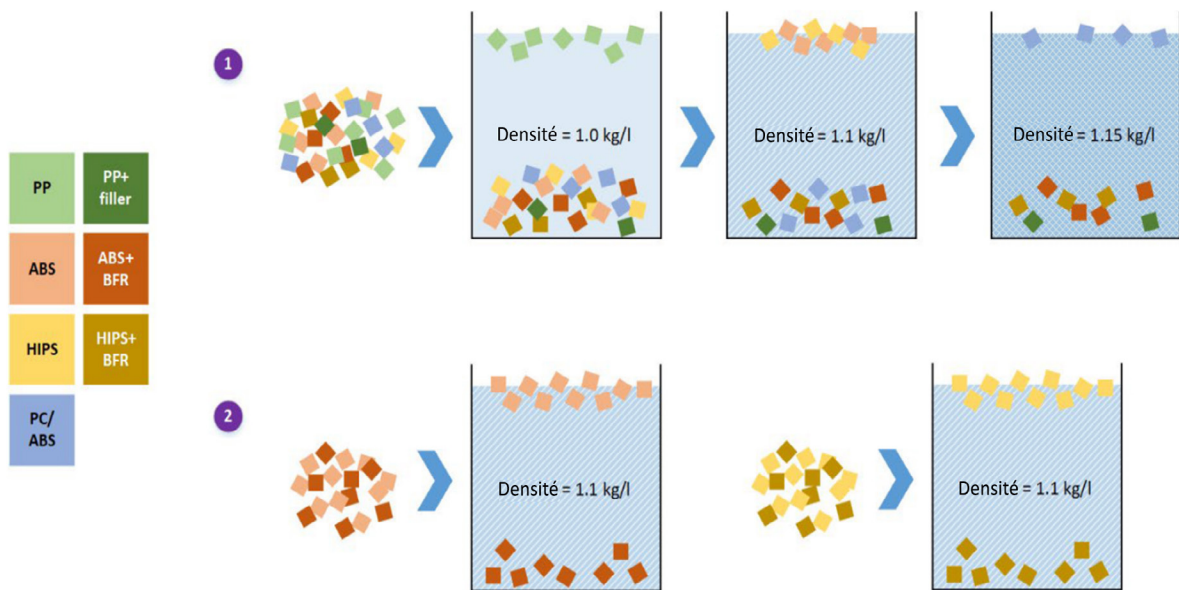


Figure 31 – Applications pratiques des tests évier/flotteur pour le tri des plastiques (Bill et. al, 2019)

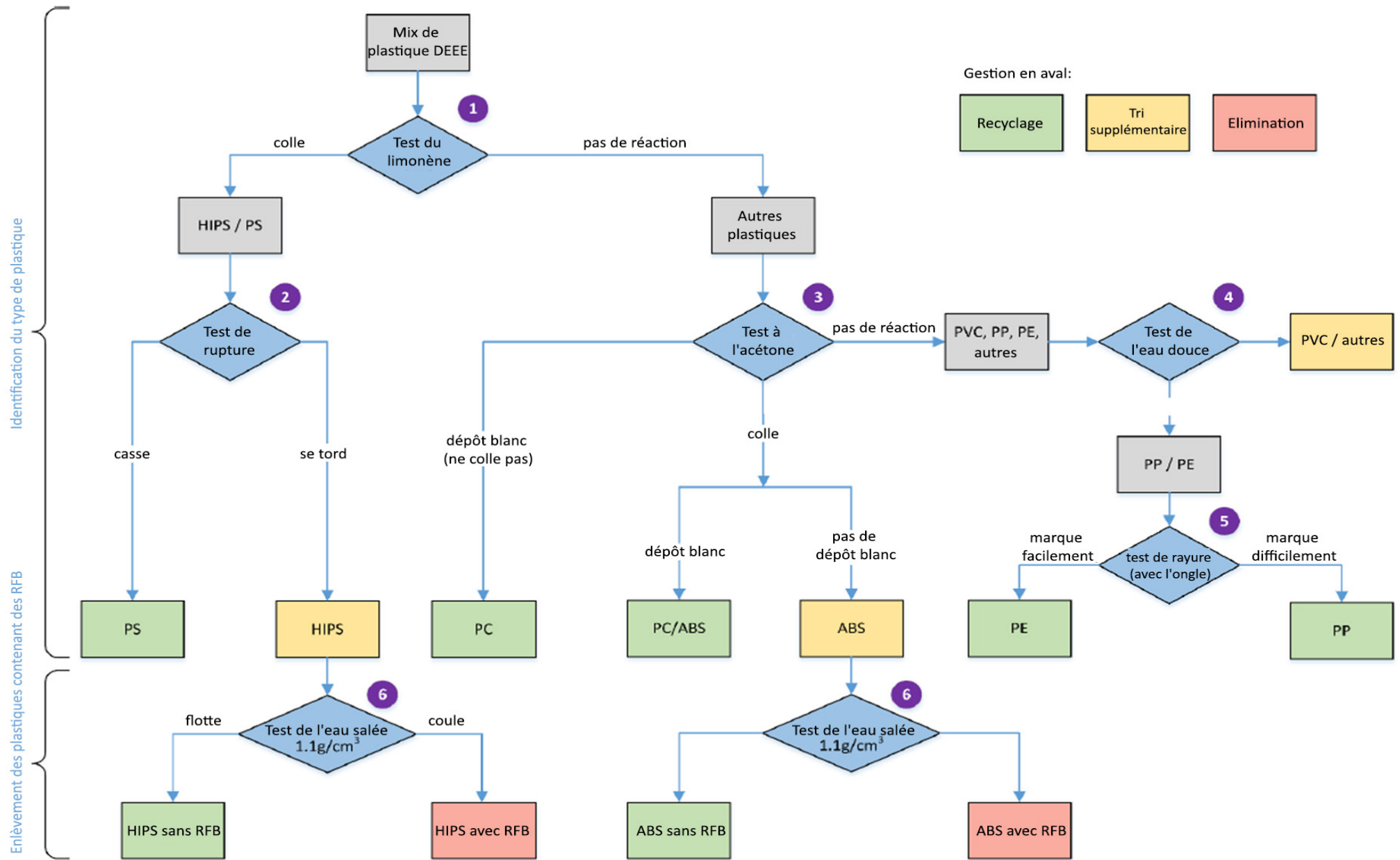


Figure 32 – Identification systématique des plastiques (Bill et. al, 2019)

Approche conservatrice

Si les plastiques contenant des ignifugeants bromés n'ont pas été séparés de la fraction plastique ou si la teneur en brome de la fraction plastique n'a pas été évaluée à l'aide d'une méthode appropriée, la fraction doit être considérée comme contenant des ignifugeants bromés et mise en décharge ou incinérés dans des conditions spéciales (voir section 5.5). De même, une fraction contenant des ignifugeants bromés doit être traitée comme un déchet POP, sauf s'il peut être prouvé qu'elle ne contient pas de POP. Il est à supposer que les articles antérieurs aux modèles de 2004, contiendront des POP-BDE et nécessitent donc une élimination dans des installations autorisées.

Stockage des composants contenant des POP

Les fractions ou pièces/composants démontés contenant des POP doivent être stockées en prenant les mêmes précautions que les autres déchets dangereux. Cela comprend le stockage dans des conteneurs dédiés, étiquetés et scellés, idéalement placés dans des zones spéciales pour ne pas être mélangés et ne pas contaminer d'autres fractions. Les conteneurs doivent être stockés dans une zone sûre et à l'épreuve des intempéries.

Élimination des plastiques dangereux

L'élimination recommandée des plastiques contenant du RFB est l'incinération respectueuse des meilleures techniques disponibles. En Côte d'Ivoire, il n'existe pour le moment peu ou pas de solutions établies pour les déchets plastiques et les fractions qui ne peuvent pas être vendues (y compris les fractions de plastiques dangereux) finissent souvent par être jetées ou brûlées à l'air libre. Lorsque l'incinérateur ENVIPUR aura été mis à niveau, il pourra être utilisé pour l'élimination des fractions dangereuses des VFV telles que les plastiques bromés.

Dans le cas où ces fractions ne peuvent être expédiées vers des installations de traitement et d'élimination autorisées à l'étranger dans le respect des procédures de la Convention de Bâle, les recycleurs doivent donc identifier la meilleure solution disponible dans leur contexte local (Bill et al. 2019).

Le graphique ci-dessous offre une vue d'ensemble des solutions pour les fractions plastiques dangereuses par rapport à leur viabilité environnementale. Cependant, il ne faut pas oublier que les impacts réels sur l'environnement et la santé humaine dépendent de nombreux facteurs et peuvent être très variables. De plus, avant de mettre en œuvre une solution spécifique, l'autorité environnementale locale doit être consultée afin de vérifier les lois et réglementations existantes concernant la solution choisie (Bill et al. 2019).

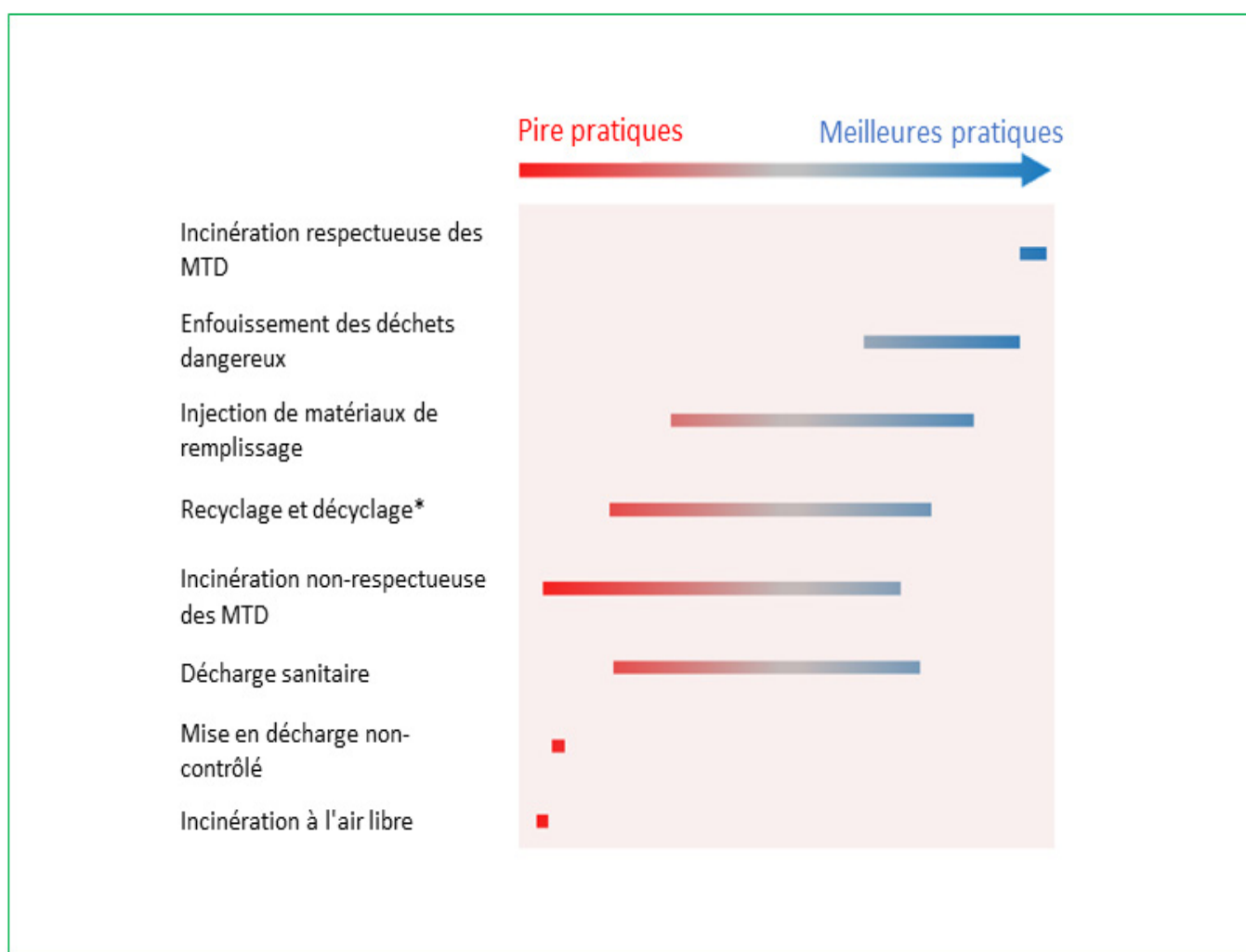


Figure 33 – Viabilité environnementale des solutions de gestion des fractions plastiques dangereuses (élaboration UNITAR à partir de : Bill et al., 2019)⁶

6 (*) « Décyclage » de l'anglais « downcycling » est la transformation de fractions plastiques en un nouveau matériau de qualité ou "valeur" moindre.

Bibliographie

Actu-Environnement, 2021. Déchet ultime. https://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/dechet_ultime.php4.

ADEME, 2021. Économie circulaire. <https://www.ademe.fr/expertises/economie-circulaire>.

Anthony, C., Cheung, W.M., 2017. Cost evaluation in design for end-of-Life of automotive components. *Jnl Remanufacturing* 7, 97–111. <https://doi.org/10.1007/s13243-017-0035-5>.

Appia, G., Bedi, G., 2020. Étude proposant une cartographie/un recensement des conditions de travail des femmes et des enfants impliqués dans le secteur des DEEE et VFV.

Argonne National Laboratory, 2010. End-of-Life Vehicle Recycling: State of the Art of Resource Recovery from Shredder Residue. ANL/ESD/10-8. <https://publications.anl.gov/anlpubs/2011/02/69114.pdf>.

ARPAC, 2015. Procédures de démontage de véhicule. https://arpac.org/fr/docs/Demantelement_vehicule_Arpac_2015_2e_BR.pdf.

Baldé, C. P., Forti, V., Gray, V., Kuehr, R., Stegmann, P., 2017. The Global E-waste Monitor 2017: Quantities, Flows, and Resources. <http://collections.unu.edu/view/UNU:6341>.

Bill, A., Gasser, M. Haarman, A., Böni, H., 2019. Processing of WEEE plastics. A practical handbook. Empa, Switzerland. <https://www.sustainable-recycling.org/wp-content/uploads/2019/12/Plastic-Handbook-Final.pdf>.

Business France (2018). Le marché de l'automobile en Côte d'Ivoire drapeau. <https://ccfa.fr/wp-content/uploads/2018/09/cote-divoire.pdf>.

CAR/PP, 2004. Comment introduire dans les industries méditerranéennes : Les meil-

leures techniques disponibles (MTD), La meilleure pratique environnementale (MPE), Des technologies plus propres (TPP). <http://www.cprac.org/docs/BATfr.pdf>.

Commission Européenne, 2021. Commission Staff Working Document Evaluation of Directive (EC) 2000/53 of 18 September 2000 on end-of-life vehicles. SWD(2021) 61 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021SC0060&rid=5>.

Convention de Bâle, 1989. <http://www.basel.int/TheConvention/Overview/tabid/1271/Default.aspx>.

Convention de Rotterdam, 1998. <http://www.pic.int/LaConvention/Aper%c3%a7u/tabid/1747/language/fr-CH/Default.aspx>.

Convention de Stockholm, 2001. <http://chm.pops.int/TheConvention/Overview/tabid/3351/Default.aspx>.

DEFRA, 2011. Depolluting End-of-Life Vehicles (cars and light goods vehicles) Guidance for Authorised Treatment Facilities. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/31736/11-528-depolluting-end-of-life-vehicles-guidance.pdf.

Dictionnaire Environnement, 2010. Matière Première Secondaire (MPS) la définition du dico. https://www.dictionnaire-environnement.com/matiere_premiere_secondaire_mps_ID1073.html.

Directive 2000/53/CE du Parlement européen et du Conseil du 18 septembre 2000 relative aux véhicules hors d'usage, Journal officiel n° L 269 du 21/10/2000 p. 0034 - 0043). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=celex%3A32000L0053>.

Environment Agency for England and Wales, 2011. Standard rules SR2011No3 Vehicle storage, depollution & dismantling (authorised treatment) facility – existing permits. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/793994/SR2011_No3.pdf.

Environment Protection Authority Victoria, 2020. Auto recycler guideline. <https://www.epa.vic.gov.au/about-epa/publications/1810-1>

EPA, 2017. Processing End-of-Life Vehicles: A Guide for Environmental Protection, Safety and Profit in the United States-Mexico Border Area. JULY 2017. https://www.epa.gov/sites/production/files/2020-10/documents/eol_vehicle_guide_final_english.pdf.

Forti, V., Baldé, C. P., Kuehr, R., Bel, G., 2020. Suivi des déchets d'équipements électriques et électroniques à l'échelle mondiale pour 2020 : Quantités, flux et possibilités offertes par l'économie circulaire. <https://collections.unu.edu/view/UNU:7819>.

GEF, 2018. GEF6 CEO Endorsement / Approval Template – August 29, 2018. https://open.unido.org/api/documents/17392757/download/GEF6_CEO_Endorsement_Cote_d_Ivoire%20Final%20sd%20190528.pdf.

GIZ, 2019. E-Waste Training Manual. <https://www.giz.de/en/downloads/giz2019-e-waste-management.pdf>.

Goodship, V., Stevels, A., Huisman, J. (2019). Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Handbook. Second Edition. Woodhead Publishing Series in Electronic and Optical Materials.

Gourlay, Y., 2019. Côte d'Ivoire. les oubliés du port d'Abidjan. Le Monde. https://www.lemonde.fr/afrique/article/2019/06/06/cote-d-ivoire-les-oublies-du-port-d-abidjan_5472470_3212.html#:~:text=Jusque%2DI%C3%A0%2C%2075%20%25%20des,venaient%20polluer%20le%20territoire%20ivoirien.

Gregory, J., Magalini, F., Kuehr, R., Huisman, J. (2009). E-waste Take-back System Design and Policy Approaches. Solving the e-Waste Problem (StEP) (White Paper). https://www.step-initiative.org/files/documents/whitepapers/StEP_TF1_WPTake-BackSystems.pdf.

InCompliance, 2019. Hazardous substance restrictions... and why they are restricted. <https://incompliancemag.com/article/hazardous-substance-restrict>

[tions-and-why-they-are-restricted/](#).

Indra, 2019. Le recyclage automobile. <https://www.indra.fr/fr/activites-france/le-recyclage>.

ISO I A, 2017. ISO IWA 19:2017. Principes directeurs pour la gestion durable des métaux de seconde fusion (Guidance principles for the sustainable management of secondary metals). <https://www.iso.org/standard/69354.html>.

Jiang, Y., Yuan, L., Lin, Q., Ma, S., Yu, Y., (2019). ISO, 1998. ISO 1043-4: Plastics – Symbols and abbreviated terms – Part 4: Flame retardants. Polybrominated diphenyl ethers in the environment and human external and internal exposure in China: A review. Science of The Total Environment Volume 696, 15 December 2019, 133902. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969719338525>.

Karagoz, S., Aydin, N. & Simic, V. (2019). End-of-life vehicle management: a comprehensive review. J Mater Cycles Waste Manag 22, 416–442 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10163-019-00945-y>. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10163-019-00945-y>.

Karcher, S. Y., Valdivia, S., Schluep, M., 2018. From Worst to Good Practices in Secondary Metals Recovery. Factsheets. <https://www.sustainable-recycling.org/wp-content/uploads/2018/07/worst-practices-web-25.7.18.pdf>.

Konan, Y. G., Echui, A. D., 2017. Renouvellement du parc automobile et développement durable en Côte d'Ivoire. Mobilité Intelligente, Inclusive et Soutenable. Conférence CO-DATU XVII. <https://docplayer.fr/87879020-Renouvellement-du-parc-automobile-et-developpement-durable-en-cote-d-ivoire-konan-yao-godefroy-echui-aka-desire.html>

Kouassi, A. M., Bedi, G., 2020. Étude diagnostique de la gestion des déchets électriques et électroniques, des véhicules en fin de vie et de leurs polymères en Côte d'Ivoire.

Landrigan P, Goldman LR. 2011. "Children's vulnerability to toxic chemicals: a challenge and opportunity to strengthen health and environmental policy". Health Aff (Millwood). 30(5):842-50. doi: 10.1377/hlthaff.2011.0151.

Laraqui et al., 2014. Fiche métier démonteur de voitures hors d'usage. http://www.bossons-fute.fr/index.php?option=com_content&view=article&id=1238:demanteleur-de-voitures-hors-d-usage-maroc&catid=2&Itemid=3.

Malaysia Automotive Institute, 2017. Current challenges and considerations in automobile recycling laws and institutional systems in vehicle recycling. https://www.eria.org/uploads/media/8.RPR_FY2017_16_Chapter_3.pdf.

Ministère de la Salubrité, de l'Environnement et du Développement Durable, 2016. République de Côte d'Ivoire. Plan National de Mise en œuvre de la Convention de Stockholm sur les Polluants Organiques Persistants, PNM version actualisée 2016. <http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-NIP-CotedIvoire-COP7.French.pdf>.

Ministère français de la transition écologique, 2017. Infographie - Pièces auto issues de l'économie circulaire. <https://www.ecologie.gouv.fr/pièces-detachées-automobiles-passe-au-vert>.

O'Driscoll, K., Robinson, J., Chiang, WS. et al., 2016. The environmental fate of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in western Taiwan and coastal waters: evaluation with a fugacity-based model. Environ Sci Pollut Res 23, 13222–13234 (2016). <https://doi.org/10.1007/s11356-016-6428-4>.

OECD, 2007. Manuel d'application pour la mise en œuvre de la Recommandation de l'OCDE C(2004)100 sur la gestion écologique des déchets (GED). <https://www.oecd.org/fr/env/dechets/44593319.pdf>.

Parlement européen, 2011. Directive 2011/65/UE du Parlement Européen et du Conseil du 8 juin 2011 relative à la limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=celex%3A32011L0065>.

Parlement européen, 2000. Directive 2000/53/CE du Parlement européen et du Conseil du 18 septembre 2000 relative aux véhicules hors d'usage - Déclarations de la Com-

mission. Journal officiel n° L 269 du 21/10/2000 p. 0034 – 0043. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32000L0053&from=FR>; <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=LEGISSUM:l21225>.

Petronijević, V., Dordević, A., Stefanović, M., Arsovski, S., Krivokapić, Z., Mišić, M., 2020. Energy Recovery through End-of-Life Vehicles Recycling in Developing Countries. *Sustainability* 2020, 12(21), 8764; <https://doi.org/10.3390/su12218764>.

Pierret, J-M., 2016. « Le parc automobile français est plus vieux qu'il ne le dit ! ». <https://www.apres-vente-auto.com/pièces/52321-le-parc-automobile-francais-est-plus-vieux-quil-ne-le-dit>.

PNUE/PAM, 2004. Lignes directrices pour l'application des meilleures techniques disponibles (MTD), des meilleures pratiques environnementales (MPE) et des technologies plus propres (TPP) dans l'industrie des pays méditerranéens. <https://wedocs.unep.org/rest/bitstreams/1428/retrieve>.

Pronczuk de Garbino J. 2004. "Children's health and the environment: a global perspective. A resource manual for the health sector". In: Pronczuk de Garbino J, ed. New York: World Health Organization.

Rovinaru, F. I., Rovinaru, M. D., Rus, A. V. 2019. The Economic and Ecological Impacts of Dismantling End-of-Life Vehicles in Romania. *Sustainability* 2019, 11(22), 6446; <https://doi.org/10.3390/su11226446>.

Sakai, Si., Yoshida, H., Hiratsuka, J. et al. An international comparative study of end-of-life vehicle (ELV) recycling systems. *J Mater Cycles Waste Manag* 16, 1–20 (2014). <https://doi.org/10.1007/s10163-013-0173-2>

Umwelt Bundesamt (UBA), 2015. End-of-Life Vehicles (ELV). https://www.cleaner-production.de/images/BestPractice/data_en/CAR.pdf.

UNEP, n.d. The Bamako Convention. <https://www.unep.org/explore-topics/environmental-rights-and-governance/what-we-do/meeting-international-environmental>.

UNEP, 2021. About Montreal Protocol. <https://www.unep.org/ozonaction/who-we-are/about-montreal-protocol>.

UNEP et Convention de Stockholm Convention, 2017. Guidance on best available techniques and best environmental practices for the recycling and disposal of articles containing polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) listed under the Stockholm Convention, updated January 2017. <http://chm.pops.int/Implementation/NIPs/Guidance/GuidanceonBATBEPfortherecyclingofPBDEs/tabid/3172/Default.aspx>

UNEP et Stockholm Convention, 2013. Outil pour l'identification et la quantification des rejets de dioxines, furanes et autres POP non intentionnels En vertu de l'Article 5 de la Convention de Stockholm. Janvier 2013. <http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-TOOLKIT-TOOLK-PCDD-PCDF-2012.Fr.pdf> p.18.

UNEP et Convention de Stockholm, 2012. Directives sur les meilleures techniques disponibles et les meilleures pratiques environnementales pour le recyclage et l'élimination des articles contenant des polybromodiphényléthers (PBDE) inscrits sur la liste de la Convention de Stockholm sur les polluants organiques. <http://chm.pops.int/Implementation/NIPs/Guidance/GuidanceonBATBEPfortherecyclingofPBDEs/tabid/3172/Default.aspx>

UNEP, 2012. Texte du Protocole Additionnel à la Convention d'Abidjan relatif à la coopération en matière de protection et de mise en valeur du milieu marin et côtier de la région de l'Afrique Occidentale, Centrale et Australe contre la pollution due aux sources et activités terrestres. Adopté le 22 juin 2012 à Grand-Bassam (Côte d'Ivoire). [http://abidjanconvention.org/themes/critai/documents/meetings/plenipotentiaries/working_documents/fr/Protocole%20LBSA%20\(22%20juin%202012\).pdf](http://abidjanconvention.org/themes/critai/documents/meetings/plenipotentiaries/working_documents/fr/Protocole%20LBSA%20(22%20juin%202012).pdf).

UNEP, 2006. Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its second meeting Addendum. Risk profile on commercial pentabromodiphenyl ether. UNEP/POPS/POPRC.2/17/Add.1. <http://chm.pops.int/default.aspx?tabid=2301>.

UNICEF and Pure Earth, 2020. The Toxic Truth: Children's Exposure to Lead Pollution Undermines a Generation of Future Potential. <https://www.unicef.org/sites/de->

<fault/files/2020-07/The-toxic-truth-children%E2%80%99s-exposure-to-lead-pollution-2020.pdf>.

WHO, 2008. Persistent Organic Pollutants (POPs). Children's Health and the Environment WHO Training Package for the Health Sector. World Health Organization. July 2008 version. <https://www.who.int/ceh/capacity/POPs.pdf>.

Wu, Z., He, C., Han, W., Song, J., Li, H., Zhang, Y., Jing, X., Wu, W., 2020. Exposure pathways, levels and toxicity of polybrominated diphenyl ethers in humans: A review. Environmental Research Volume 187, August 2020, 109531. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0013935120304242>.

Zadi, D. R., 2020. Évaluation des capacités institutionnelles pour réduire les émissions des POPNI et des PBDE du secteur des déchets d'équipements électriques et électroniques et des véhicules en fin de vie.

Zakarya, D., Touré, S., 2018. Rapport de mission. PROJET GESTION DES uPOP.

Annex 1 - Estimation du nombre de VFV entre 2007 et 2016

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Parc reversé de l'année précédente		451 129	460 741	467 983	480 190	486 623	513 048	534 216	559 412	592 006 *
Immatriculations de l'année en cours		33 861	31 873	37 480	32 045	53 427	49 285	54 639	63 752	44 545 **
Parc total de l'année en cours	474 873	484 990	492 614	505 463	512 235	540 050	562 333	588 855	623 164	636 551 ***
Nombre de véhicules en fin de vie	23 744	24 249	24 631	25 273	25 612	27 002	28 117	29 443	31 158	31 828 ****

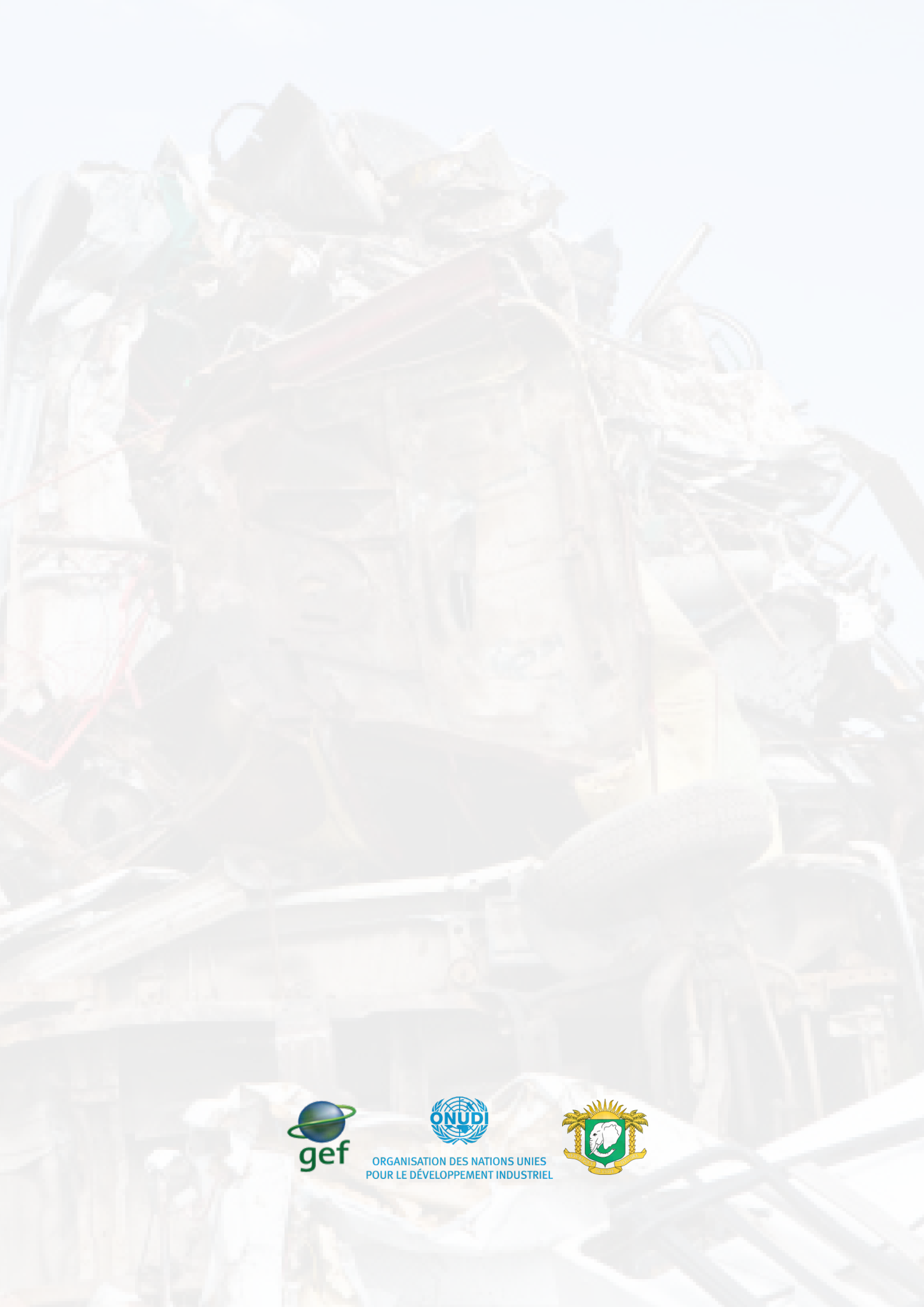
* Correspond aux 95% restant du parc de l'année 2015

** Moyenne des immatriculations annuelles

*** Estimations de Konan et Echui (2007)

**** 5% du parc de 2016

Tableau 8 - Estimation du nombre de VFV entre 2007 et 2016 (Kouassi, 2020)



ORGANISATION DES NATIONS UNIES
POUR LE DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL

