

Bilan national du recyclage 2010-2019

Évolutions du recyclage en France de différents matériaux : métaux ferreux et non ferreux, papiers-cartons, verre, plastiques, inertes du BTP et bois

RAPPORT FINAL



EXPERTISES

Janv
2022

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier l'ensemble des contributeurs et relecteurs, en particulier les membres du Comité de Pilotage et du Comité de Suivi.

A3M – Maxime LAZARD, Marc PLEUVY

ADEME – Rachel BAUDRY, Florence GODEFROY, Raphaël GUASTAVI, Alice GUEUDET, Sandra LE BASTARD, Nolwenn TOUBOULIC

Aluminium France – Cyrille MOUNIER

CODIFAB – Céline GUIMAS

COPACEL – Daniela BARRAT, Jan LE MOUX

ELIPSO – Emmanuelle SCHLOESING

FEDEREC – Anne Claire BEUCHER, Diane DEWALLE, Pascal GENNEVIEVE, Patrick KORNBERG, Héloïse PATCINA

FEDEVERRE – Jacques BORDAT

Fédération Forge Fonderie – Nicolas CREON

FNB – Léa CHARRON

FNADE – Clément BERNARD

France Aluminium Recyclage – Mostafa ABOULFARAJ

Galvazinc – Régine SAINT-LEGER

Institut du Verre – Xavier CAPILLA

ICSG – Carlos R. RISOPATRON

Metal Trading – Jean-Jacques AZOULAY

Ministère de la Transition Écologique et Solidaire – Chrystel SCRIBE (SDES), Doris NICKLAUS (DGPR)

Ministère de l'Économie et des Finances – Rémi LANTREIBECQ (DGE)

Nyrstar – Xavier CONSTANT

PlasticsEurope France – Jean-Yves DACLIN, Éric QUENET

Polyvia – Charlotte DUTHEIL, Marc MADEC

SRP – François AUBLE, Pierre TROADEC

Syndicat du verre plat – Xavier CAPILLA

Recytech – Frederic HEYMANS

REVIPAC – Noël MANGIN, Stéphane ROUSSEL,

UICB – Clément QUINEAU

UIPP – Olivier HUGON-NICOLAS

UPB – Elisabeth CHARRIER, Éva MARAQUE, Sarah VASSAL

UNICEM – Mathieu HIBLOT

CITATION DE CE RAPPORT

ADEME, Chloé DEVAUZE, Alima KOITE, Anaëlle CHRETIEN, Véronique MONIER. 2021. Bilan National du Recyclage 2010-2019 - Évolutions du recyclage en France de différents matériaux : métaux ferreux et non ferreux, papiers-cartons, verre, plastiques, inertes du BTP et bois. 99 p.
Cet ouvrage est disponible en ligne <https://librairie.ademe.fr/>

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

Ce document est diffusé par l'ADEME

ADEME

20, avenue du Grésillé
BP 90 406 | 49004 Angers Cedex 01

Numéro de contrat : 18MAR001161

Étude réalisée pour le compte de l'ADEME par : In Extenso Innovation Croissance, RDC Environnement

Coordination technique - ADEME : LE BASTARD Sandra, LORET Stéphanie

Direction/Service : DECD / SPEM

SOMMAIRE

RÉSUMÉ	6
ABSTRACT	7
1. INTRODUCTION	8
1.1. Le Bilan National du Recyclage.....	8
1.2. Les récentes évolutions réglementaires du recyclage.....	9
1.3. Les récentes évolutions de marché et économiques du recyclage.....	10
2. LES METAUX FERREUX	11
2.1. Lexique	11
2.2. Le cycle de vie des métaux ferreux en France	11
2.3. Tableau de bord	14
2.4. Flux physiques.....	15
2.4.1. Production d'acier brut en sidérurgie et en fonderie en France	15
2.4.2. Gisement et collecte de déchets d'acier et de fonte en France	16
2.4.3. Incorporation de ferrailles dans la production d'acier et de fonte en France	18
3. L'ALUMINIUM	20
3.1. Lexique	20
3.2. Le cycle de vie de l'aluminium en France.....	20
3.3. Tableau de bord	22
3.4. Flux physiques.....	23
3.4.1. Production et consommation d'aluminium en France.....	23
3.4.2. Gisement et collecte de déchets d'aluminium en France.....	24
3.4.3. Production d'aluminium recyclé et incorporation dans la fabrication de produits en France	25
4. LE CUIVRE	27
4.1. Lexique	27
4.2. Le cycle de vie du cuivre en France	27
4.3. Tableau de bord	29
4.4. Flux physiques.....	30
4.4.1. Production de cuivre et fabrication de produits en cuivre	30
4.4.2. Gisement et collecte de déchets de cuivre.....	31
4.4.3. Production de cuivre recyclé et incorporation dans la fabrication de produits en cuivre	32
5. LE PLOMB	34
5.1. Lexique	34
5.2. Le cycle de vie du plomb en France	34
5.3. Tableau de bord	36
5.4. Flux physiques.....	37
5.4.1. Production et consommation de plomb.....	37
5.4.2. Gisement et collecte de déchets de plomb.....	38
5.4.3. Incorporation de plomb recyclé dans la fabrication de produits en plomb	39
6. LE ZINC	40
6.1. Lexique	40
6.2. Le cycle de vie du zinc en France.....	40
6.3. Tableau de bord	43
6.4. Flux physiques.....	44
6.4.1. Production et consommation de zinc en France	44
6.4.2. Gisement et collecte de déchets de zinc en France.....	45

6.4.3.	Incorporation de zinc recyclé dans la fabrication de produits en zinc en France	46
7.	LES PAPIERS-CARTONS	48
7.1.	Lexique	48
7.2.	Le cycle de vie des papiers et cartons en France	48
7.3.	Tableau de bord	50
7.4.	Flux physique	51
7.4.1.	Fabrication des papiers et cartons.....	51
7.4.2.	Gisement et collecte des papiers et cartons usagés	52
7.4.3.	Incorporation de MPR.....	54
8.	LE VERRE	56
8.1.	Lexique	56
8.2.	Le cycle de vie du verre en France.....	56
8.3.	Tableau de bord	58
8.4.	Flux physique	59
8.4.1.	Fabrication de verre en France	59
8.4.2.	Gisement et collecte de déchets de verre en France.....	60
8.4.3.	Incorporation de calcin en France	62
9.	LES PLASTIQUES.....	63
9.1.	Lexique	63
9.2.	Le cycle de vie des plastiques en France	63
9.1.	Tableau de bord	66
9.2.	Flux physique	67
9.2.1.	Production et consommation de résines vierges en France.....	67
9.2.2.	Gisement et collecte de déchets plastiques en vue du recyclage.....	69
9.2.3.	Régénération et incorporation de MPR en France	73
10.	LES INERTES DU BTP.....	77
10.1.	Lexique	77
10.2.	Le cycle de vie des inertes du BTP en France.....	77
10.3.	Tableau de bord	80
10.4.	Flux physique	81
10.4.1.	Production et consommation de matériaux inertes pour le BTP	81
10.4.2.	Gisement et collecte des déchets inertes du BTP	83
10.4.3.	Incorporation de MPR.....	84
11.	LE BOIS	87
11.1.	Lexique	87
11.2.	Le cycle de vie du bois en France	87
11.3.	Tableau de bord	89
11.4.	Flux physique	90
11.4.1.	Production et fabrication de produits en bois.....	90
11.4.2.	Gisement et collecte de déchets de bois	91
11.4.3.	Valorisation matière des déchets et incorporation dans la fabrication de panneaux de particules 93	
ANNEXES	95	
Lexique du Bilan National du Recyclage	95	
Récapitulatif des calculs de taux d'incorporation	96	
INDEX DES TABLEAUX ET FIGURES	97	

RÉSUMÉ

Dans le cadre de la transition nécessaire vers l'économie circulaire, le recyclage des déchets, suivi de la réincorporation des Matières Premières de Recyclage (MPR) dans la production, est un pilier indispensable à la circularité des ressources.

Il s'agit d'un enjeu de développement durable, dans un monde où la consommation croissante de ressources naturelles pose la question des limites de la planète. Mais c'est aussi un enjeu économique et industriel stratégique pour la France - et plus largement pour l'Europe - car, sur un territoire qui dépend essentiellement d'importations pour la plupart des matériaux et énergies fossiles nécessaires à la production de ses biens matériels, le recyclage est un levier d'indépendance, de préservation de valeur, et donc d'activité et d'emplois.

Métaux, papier-carton, plastique, verre, bois, granulats : combien sont produits en France ? Combien sont importés et exportés ? Quels sont les quantités de déchets produites ? Et combien, enfin, sont réincorporés dans la production ? En bref, dans quelle mesure l'industrie française est-elle « circulaire » du point de vue des flux de ces matériaux ?

Le Bilan National du Recyclage (BNR) est diffusé depuis 2002 par l'ADEME et présente les principales évolutions des chiffres du recyclage en France pour différents matériaux de l'économie française : métaux ferreux, métaux non ferreux (aluminium, cuivre, zinc, plomb), verre, papiers-cartons, plastiques, inertes du BTP, et bois. Il fournit une vision d'ensemble du recyclage de chacun de ces matériaux sur dix années glissantes, ainsi que des éléments de contexte économique et technique, ou en lien avec des évolutions réglementaires. Ces éléments permettent ainsi de mieux comprendre les freins actuels au recyclage, mais également les leviers possibles pour augmenter le taux d'incorporation de Matières Premières de Recyclage (MPR) en France.

Sur la période plus récente du présent BNR (2010-2019), on observe des fluctuations annuelles, à la fois sur la collecte de déchets, mais aussi sur l'incorporation de MPR dans la production ou la fabrication de nouveaux produits. Ces éléments sont détaillés dans les chapitres sur les matériaux.

ABSTRACT

In the framework of the necessary transition towards a circular economy, waste recycling, followed by the incorporation of raw materials from recycling in the production, is fundamental for the circularity of resources.

First and foremost, it is essential for sustainability, in a context of growing pressure on natural resources which is seriously threatening the capacity of our planet to sustain our living standards. But it is also an economic and industrial asset for France, and more broadly for Europe. European economy mostly relies on imports for the supply of raw materials and fossil fuels. As such, recycling is an opportunity to increase our self-sufficiency, maintain value, and therefore economic activity and jobs.

Metals, paper, glass, plastics, wood, and aggregates: how much is produced in France? How much is imported and exported? How much waste is generated? And, at the end of the loop, how much is recovered and reincorporated into industrial production? In brief, how “circular” is the French industry when it comes to material flows?

The National Recycling Report (Bilan National du Recyclage – BNR) is published since 2002 by the Agency of ecological transition (ADEME) and presents the main evolutions of recycling data in France for different materials: ferrous metals, non-ferrous metals (aluminium, copper, zinc, lead), glass, paper and cardboard, plastics, aggregates for construction and wood. It provides a comprehensive overview of recycling of each of these materials over a 10-year period, as well as the economic and technical context or any regulatory changes. Therefore, these elements provide not only a better understanding of current barriers to recycling, but also the potential levers for increasing the incorporation rate of raw materials from recycling in France.

Over the more recent period of this BNR (2010-2019), there are annual fluctuations more or less significant, both in regard to waste collection, and the incorporation of raw materials from recycling in the production or manufacturing of new products. These elements are further detailed in the chapters on materials.

1. Introduction

1.1. Le Bilan National du Recyclage

Le Bilan National du Recyclage (BNR) est diffusé depuis 2002 par l'ADEME et présente les principales évolutions des chiffres du recyclage en France pour différents matériaux de l'économie française. Il fournit une vision d'ensemble du recyclage de chacun de ces matériaux sur dix années glissantes, ainsi que des éléments de contexte économique et technique, ou en lien avec des évolutions réglementaires. Ces éléments permettent ainsi de mieux comprendre les freins actuels au recyclage, mais également les leviers possibles pour augmenter le taux d'incorporation de Matières Premières de Recyclage (MPR) en France. Le BNR permet également d'identifier les besoins de la filière du recyclage, notamment en termes d'investissements financiers. Les données sont issues des fédérations et autres acteurs clés associés à chacun des matériaux.

Le présent Bilan National du Recyclage (BNR) 2010-2019 est constitué de dix chapitres, relatifs aux filières matériaux suivantes : métaux ferreux, métaux non ferreux (aluminium, cuivre, zinc, plomb), verre, papiers-cartons, plastiques, inertes du BTP, et bois.

Les données présentées couvrent la décennie 2010-2019, et sont analysées plus particulièrement au vu de leur évolution entre 2018 et 2019.

Chaque chapitre se structure selon le plan suivant :

- Lexique technique propre au matériau, pour définir certains termes utilisés dans le chapitre et spécifiques à la filière étudiée ;
- Cycle de vie du matériau en France ;
- Tableau de bord, présentant les chiffres clés du recyclage pour les dernières années (données de flux, socioéconomiques et environnementales) ;
- Flux physiques : présentation des principales étapes du cycle de vie du matériau.

Le lexique général du BNR (applicable à l'ensemble des matériaux étudiés) et le récapitulatif des taux d'incorporation sont présentés en Annexes de ce rapport.

Les données environnementales sont présentées sur deux indicateurs : le changement climatique et la consommation des ressources fossiles. Ces informations ne sont pas disponibles pour toutes les filières en raison de l'absence de certaines données sur l'incorporation.

L'évaluation environnementale est faite en considérant :

- Les impacts de la chaîne de recyclage (depuis la collecte du déchet jusqu'à la transformation de celui-ci en matériau semi-fini ou fini) ;
- La production d'un matériau vierge évité du fait de l'existence de la filière de recyclage (principe de substitution) ;
- La fin de vie évitée d'un traitement final (incinération et/ou stockage) du déchet.

Dans le cas des matériaux combustibles (papiers-cartons, plastiques, bois), le scénario de traitement final évité est un mix incinération et stockage, suivant les taux observés pour les déchets ménagers résiduels (69 % des volumes destinés à l'incinération et 31 % destinés au stockage)¹.

Le présent rapport est complété par un rapport méthodologique, qui présente la méthodologie de collecte des données, les travaux de vérification et de mise en cohérence des données. Certains éléments de méthodologie relatifs à l'évaluation environnementale y sont également rappelés : le détail de l'évaluation environnementale effectuée dans le cadre du précédent exercice et soumise à revue critique a fait l'objet d'un rapport, disponible en ligne.

¹ ADEME (2017) Les installations de traitement des déchets ménagers et assimilés en France – Données 2017

1.2. Les récentes évolutions réglementaires du recyclage

Ce BNR a pour objectif de fournir une vision ciblée sur le recyclage en France en 2019. Par conséquent les autres modes de traitement des déchets ne sont mentionnés que dans la mesure où ils impactent le contexte du recyclage sur la période considérée.

Le recyclage est défini par l'article L. 541-1-1 du code de l'environnement comme « *toute opération de valorisation par laquelle les déchets, y compris les déchets organiques, sont retraités en substances, matières ou produits aux fins de leur fonction initiale ou à d'autres fins* ». Il implique la collecte de déchets des ménages et industriels (post consommation et déchets de fabrication), leur traitement (démantèlement, tri, préparation, extraction, purification, etc.) jusqu'à l'incorporation des Matières Premières de Recyclage (MPR) ainsi obtenues.

En amont du recyclage, la prévention et le réemploi permettent de limiter la quantité de déchets générés, et sont donc considérés prioritaires par la Directive Cadre Déchet européenne de 2008². Ils ne sont pas étudiés dans le BNR. En revanche, on note des évolutions réglementaires ces dernières années au niveau français et européen qui visent à favoriser le réemploi, avec notamment la mise en place de dispositifs de soutien pour accélérer son développement. Pour les déchets qui sont malgré tout générés, le recyclage est le mode de traitement des déchets favorisé par rapport à la valorisation énergétique ou l'élimination, car il contribue davantage à réduire la pression sur les ressources naturelles.

Le recyclage permet en effet de considérer le déchet non plus comme la dernière étape d'un système linéaire mais comme une matière première de recyclage, pouvant se substituer aux ressources primaires et s'inscrivant dans une logique d'économie circulaire. Dans ce cadre, des objectifs de recyclage par matériau et/ou catégorie de déchets ont été fixés par la réglementation à l'échelle européenne et française, et renforcés au fil des années afin de promouvoir la transition vers une économie circulaire.

Le Paquet Économie Circulaire de 2018 a ainsi renforcé les objectifs européens de recyclage établis en 2008 par la Directive Déchets, et initié une stratégie sur les plastiques à usage unique. Ce cadre a été complété en 2019 par la Directive européenne 2019/904 sur les plastiques à usage unique (Single-use plastics Directive) qui vise à réduire l'incidence des produits en plastique les plus problématiques sur l'environnement. Elle étend également, au niveau européen, le principe de pollueur-payeur à certains producteurs, notamment de la restauration rapide. Dans le contexte du recyclage, le texte cible en particulier le captage des gisements de produits en plastiques peu recyclés à date. Il fixe également un taux de collecte pour recyclage de 77 % des bouteilles plastiques de boisson d'ici à 2025 et 90 % d'ici à 2029.

Au niveau français, la loi anti-gaspillage³, promulguée en février 2020, vise à transformer les modes de production et de consommation vers un modèle circulaire. Cette loi instaure notamment l'interdiction progressive des emballages en plastique à usage unique d'ici à 2040, tout en favorisant le réemploi et la réparation. À travers son décret d'application⁴ dit 3R, la loi anti-gaspillage fixe notamment un objectif de tendre vers 100 % de recyclage de ces emballages d'ici à 2025. Pour y parvenir, ils devront être recyclables et éco-conçus, i.e. ne pas perturber les chaînes de tri ou de recyclage et ne pas comporter de substances ou éléments susceptibles de limiter l'utilisation du matériau recyclé.

Par ailleurs, la loi anti-gaspillage vient renforcer les filières existantes de responsabilité élargie des producteurs (REP) et en crée de nouvelles, notamment pour les produits et les matériaux de construction du secteur du bâtiment.

Enfin, la notion de taux minimal d'incorporation de MPR dans certains produits et matériaux fait son apparition dans plusieurs textes, français et européen. De ce fait, en déclinaison de la directive SUP, un projet de décret définissant les taux minimaux d'incorporation de plastique recyclé dans les bouteilles pour boissons et les échéances prévus, est en cours de consultation en France. Le projet de décret applique aux bouteilles pour boissons l'obligation d'incorporation de 25 % de plastique recyclé dans les bouteilles en PET d'ici 2025 et l'incorporation de 30 % de plastique recyclé minimum dans toutes les

² Directive n° 2008/98/CE du 19/11/08

³ Loi n° 2020-105 du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire

⁴ Décret n° 2021-517 du 29 avril 2021 relatif aux objectifs de réduction, de réutilisation et de réemploi, et de recyclage des emballages en plastique à usage unique pour la période 2021-2025

bouteilles plastiques à compter de 2030⁵. La loi anti-gaspillage entend également encourager l'incorporation de MPR en appliquant des obligations similaires à d'autres catégories de produits et matériaux, à préciser par décret, à l'exception des matériaux issus des matières premières renouvelables, sous réserve que l'analyse du cycle de vie de cette obligation soit positive.

1.3. Les récentes évolutions de marché et économiques du recyclage

À côté de ce contexte réglementaire évolutif favorable à la filière française du recyclage, celle-ci fait également face aux fluctuations du marché européen et international. En 2018 et en 2019, les filières françaises du recyclage ont été confrontées à la baisse du cours des MPR, à la suite de la fermeture des frontières chinoises à l'importation de certaines catégories de déchets en 2018, qui a perturbé le marché mondial des déchets et des MPR. Cela a eu des conséquences sur les activités de recyclage en France et en Europe, avec la baisse des exports de déchets pour un recyclage à l'étranger (hors Europe) et la nécessité pour les entreprises du recyclage d'absorber ces flux en Europe pour les années à venir. Cette décision de la Chine replace le recyclage en France ou en Europe (selon les matériaux) au cœur des discussions, avec pour enjeux de relocaliser ces activités de traitement en Europe tout en assurant un recyclage de qualité, avec des MPR répondant aux cahiers des charges des industriels les utilisant. À cela s'ajoute l'enjeu de saturation des installations de stockage des déchets ultimes issus du recyclage (résidus de traitement des déchets), qui a affecté certaines entreprises de recyclage en France ayant eu des difficultés à assurer la valorisation de ces déchets par recyclage.

Pour répondre à ces enjeux et promouvoir les activités de recyclage, les politiques publiques en matière d'économie circulaire s'appuient notamment sur des investissements et soutiens financiers. La nouvelle stratégie nationale « Recyclabilité, recyclage et réincorporation des matériaux », lancée en 2021 prévoit de déployer, sur 2021-2027, 370 millions d'euros du quatrième programme d'investissement d'avenir (PIA4), pour développer les innovations permettant de lever les freins au déploiement du recyclage.

La stratégie d'accélération ambitionne de développer une offre de MPR capable de répondre aux besoins du marché et d'en favoriser la consommation en France. Elle cible cinq familles de matériaux : les papiers/cartons, les métaux stratégiques, les composites, les plastiques –y compris les élastomères– ainsi que les textiles. Les mesures portent sur toutes les étapes de la chaîne de valeur du recyclage y compris des soutiens et accompagnement des acteurs industriels à développer des solutions pour mettre sur le marché des produits plus facilement recyclables et/ou incorporant des matières premières de recyclage

L'ensemble de ces mesures devraient ainsi permettre d'appréhender les enjeux actuels liés au recyclage : optimisation du tri pour recycler plus (en ciblant notamment des gisements jusque-là non captés, mais aussi avec le développement de nouvelles filières REP) ; éco-conception des produits pour faciliter leur recyclage ; et relocalisation des activités de traitement des déchets en France ou en Europe afin de sécuriser l'approvisionnement en matière recyclée à des coûts plus compétitifs.

⁵ Ces mesures ne s'appliquent pas aux bouteilles de lait non réfrigérées en plastique (dans la mesure où le PEHD recyclé et le PET opaque recyclé ne sont pas autorisés pour les usages « contacts alimentaires »).

2. Les métaux ferreux

Ce chapitre présente les éléments spécifiques aux différentes étapes du recyclage des métaux ferreux en France. Le contexte général du recyclage en France et le lexique non spécifique à la filière métaux ferreux sont présentés en introduction du BNR.

2.1. Lexique

Acier	L'acier est un alliage métallique fer-carbone auquel peuvent être ajoutés des éléments chimiques (nickel, chrome, cobalt, etc.) pour lui donner des propriétés spécifiques. La teneur (proportion en masse) en carbone dans l'alliage est généralement comprise entre 0,02 et 2 %.
Affinage (en métallurgie)	Opération consistant à éliminer les impuretés contenues dans un métal ou un alliage, à l'état liquide.
Chutes neuves	Couvrent les chutes internes et les déchets de fabrication provenant des sidérurgies, des usines de transformation et du secteur de la fonderie. Il n'est pas possible de distinguer ces deux flux, d'où le terme « chutes neuves ».
Ferrailles	Déchets de métaux ferreux
Fonderie	Activité de mise en forme de produits métalliques (en acier ou en fonte) par coulée du métal liquide dans un moule.
Fonte	Alliage fer-carbone avec une teneur en carbone supérieure à 2 %. Elle est obtenue à partir d'un oxyde de fer, auquel on ajoute du coke (combustible réducteur et carboné). La fonte peut être destinée à l'élaboration de pièces moulées (bouches d'éégout, tuyaux, certaines pièces mécaniques, ustensiles de cuisine, etc.) ou, en tant que « fonte brute », à être transformée en acier (par affinage).
Sidérurgie	Permet de fabriquer des produits en acier bruts, de première transformation, longs ou plats. On parle de laminage. Elle inclut deux types de procédés de fabrication de l'acier : la filière fonte et la filière électrique (cf. ci-dessous).
Sidérurgie – Filiale électrique	L'acier est élaboré dans un four à arc électrique, presque uniquement à partir de ferrailles. En Europe, elle est intégralement dédiée à la production de produits longs (profilés laminés à chaud, fil machine, produits tubulaires, etc.) et d'aciers inoxydables (aciers martensitiques, ferritiques, austénitiques, destinés à la fabrication d'ustensiles de cuisine, le secteur du bâtiment et travaux publics, l'aéronautique, etc.).
Sidérurgie – Filiale fonte	L'acier est élaboré dans un haut-fourneau (réduction) à partir d'aggloméré de minerai de fer et de coke essentiellement, et de 10 à 15 % de ferrailles. La fonte (minerai de fer + coke) sortant du haut-fourneau passe dans un convertisseur à oxygène, dans lequel des ferrailles sont ajoutées afin de baisser la teneur en carbone (élimination du carbone sous forme de CO ₂) et ainsi de produire de l'acier liquide.

2.2. Le cycle de vie des métaux ferreux en France

La fonderie et la sidérurgie sont deux industries intervenant dans le cycle de vie des métaux ferreux. Elles sont caractérisées par différentes techniques de production et ont différentes applications, comme indiqué dans le lexique ci-dessus.

En amont, l'acier est produit à partir d'un mélange de matières premières (oxyde de fer et coke), auquel peuvent s'ajouter des déchets de métaux ferreux (les ferrailles). Pour l'industrie de la sidérurgie, en particulier, la consommation de ferrailles se traduit par une économie d'énergie, une réduction significative des émissions de gaz à effet de serre (GES) et une moindre dépendance de la filière au minerai. Il existe deux filières de production d'acier sidérurgique, distinctes par leur taux d'incorporation

de ferrailles mais aussi par leurs applications finales : la filière électrique et la filière fonte.⁶ La majorité de la production française d'acier sidérurgique, 69 % en 2019, provient de la filière fonte. Les 31 % restant sont issus de la filière électrique qui incorpore la majeure partie des ferrailles collectées. En effet, les aciéristes sont positionnés sur des aciers à destination de secteurs ayant parfois des contraintes plus faibles sur la composition exacte de l'alliage, ce qui leur permet d'incorporer une quantité plus élevée de ferrailles comparé à la filière fonte. Le secteur de la fonderie de fonte et d'acier utilise également beaucoup de ferrailles, à hauteur de 85 et jusqu'à 100 % (certaines fonderies n'utilisent que des déchets). Les produits sidérurgiques ainsi fabriqués sont achetés par les industries transformatrices pour produire des biens d'équipement et de consommation.

Les ferrailles peuvent être de différentes origines : la collecte sélective des produits de consommation en fin de vie (emballages, Déchets électriques et électroniques –DEEE etc.), le secteur de la démolition (bâtiment, véhicules, etc.), l'industrie ou encore des chutes neuves (chutes internes et déchets de fabrication d'acier ou de fonte récupérés chez les sidérurgistes ou les transformateurs). Après la collecte, différents acteurs interviennent dans la préparation et la consommation des ferrailles.

Une grande partie du gisement est préparé (tri, broyage, cisailage, découpe, presse, mise en paquet, mise en balle) par des acteurs de la collecte et du tri des ferrailles, avant d'être recyclé par les usines sidérurgiques ou les fonderies pour fabriquer de l'acier comme décrit précédemment. Une faible part, celle récupérée auprès des collectivités, et constituée essentiellement par des emballages en acier, est directement vendue par les collectivités aux sidérurgistes équipés de broyeurs, qui les préparent eux-mêmes.

⁶ Une troisième filière de production d'acier liquide consiste à réduire le minerai de fer au moyen d'un agent de réduction généralement dérivé du gaz naturel. Le produit ainsi obtenu, à haute teneur en fer et faible teneur en carbone, est utilisé en substitution partielle ou totale des ferrailles au four électrique. Cette filière, quasi inexistante en Europe, s'est développée surtout dans les pays producteurs de pétrole qui disposent d'excédents de gaz naturel.

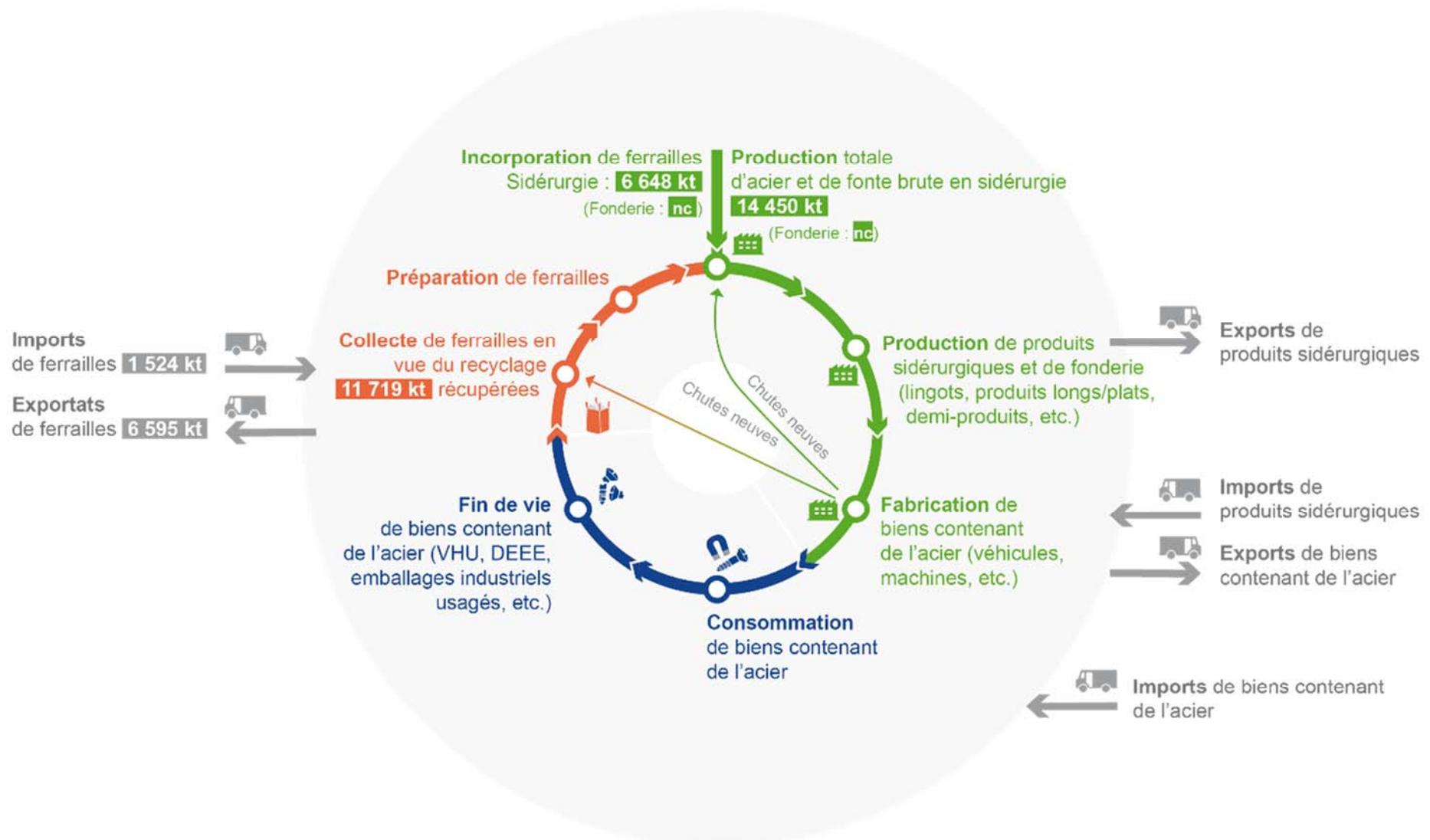


Figure 1 : Cycle de vie de l'acier en France, 2019

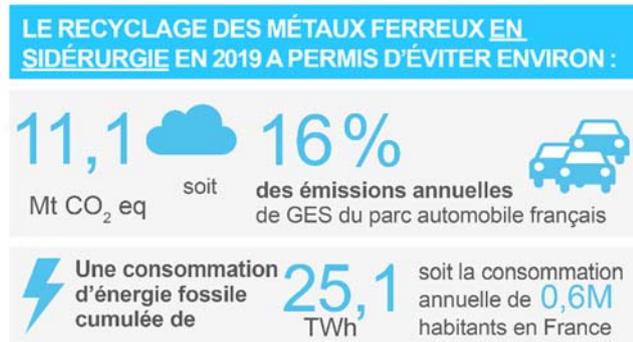
2.3. Tableau de bord

Les principales sources de données de flux et socioéconomiques sont A3M (Alliance des Minerais, Minéraux et Métaux), Eurofer et FEDEREC (Fédération professionnelle des entreprises du recyclage). Des informations complémentaires sont présentées dans la note méthodologique.

Il est à noter que les données relatives à la production d'acier et à l'incorporation de ferrailles en fonderie ne sont pas disponibles pour cet exercice du BNR (auparavant transmises par la Fédération Forge et Fonderie). **Les chiffres présentés pour la période 2018-2019 dans le tableau de bord et les sections suivantes concernent donc uniquement la filière sidérurgique.**

Chiffres clés du recyclage des métaux ferreux en France	Unité	2018	2019
Gisement de ferrailles	kt	n.c.*	n.c.
Collecte apparente de ferrailles (sidérurgie uniquement) <i>dont chutes neuves (sidérurgie)</i>	kt	11 739 2 131	11 719 2 120
Exportations de ferrailles	kt	6 507	6 595
Importations de ferrailles	kt	1 819	1 524
Utilisation de ferrailles en sidérurgie			
Approvisionnement en ferrailles <i>dont achats de ferrailles par la sidérurgie française</i>	kt	7 726 6 236	7 293 5 760
Stocks de ferrailles au début de l'année		641	587
Utilisation de ferrailles en fonderie	kt	n.c.	n.c.
Taux d'incorporation de MPR <u>en sidérurgie uniquement</u>⁷			
Taux avec les chutes neuves	%	46 %	47 %
Incorporation de ferrailles (y.c. chutes neuves)	kt	7 051	6 648
Taux sans les chutes neuves	%	32 %	32 %
Incorporation de ferrailles (hors chutes neuves)	kt	4 921	4 528
Production d'acier brut et de fonte en sidérurgie	kt	15 393	14 265

*n.c.: non connu



Sur la base d'une production d'acier d'origine 100% recyclée (en prenant en compte toutes les étapes du recyclage, ainsi que les pertes associées), et considérant que sont évitées une mise en centre de stockage des déchets et une production théorique d'acier d'origine mondiale 100% vierge (depuis l'extraction des matières premières)

⁷ Le taux d'incorporation de Matière première de recyclage MPR est calculé comme le ratio entre l'incorporation de ferrailles en sidérurgie (avec ou sans les chutes neuves) et la production d'acier brut et de fonte (en sidérurgie) en France.

Le recyclage des métaux ferreux en France en 2019 a permis d'éviter 11,1 Mt de CO₂ éq. Par rapport au BNR précédent, les bénéfices associés au recyclage des métaux ferreux en sidérurgie en 2019 sont en légère baisse, du fait d'une faible diminution de l'incorporation de ferrailles au cours des deux périodes temporelles étudiées⁸. Cependant, dans les chiffres du BNR 2017, les bénéfices associés au recyclage des métaux ferreux en fonderie étaient également pris en compte, ce qui n'est pas le cas en 2019 (données non disponibles) : cela explique l'écart avec la donnée 2017 (environ 13,8 Mt CO₂ éq. évitées par le recyclage des métaux ferreux en sidérurgie et en fonderie).

L'évaluation environnementale s'appuie sur la prise en compte de la production et du recyclage de l'acier. Ces données sont représentatives des technologies mondiales. Pour les étapes de collecte, de tri et de consommation de MPR, on distingue les flux de déchets issus des VHU (véhicules hors d'usage), DEEE, emballages ménagers, chutes neuves, mâchefers, DMA (déchets ménagers et assimilés) via déchèteries ou récupérateurs et DAE (déchets d'activités économiques). Ces étapes sont représentatives des technologies françaises.

C'est la différence entre la production d'acier 100 % vierge et la production d'acier 100 % recyclé qui est le plus significatif sur les résultats. Les parties amont de la filière de recyclage (collecte, tri et transport voire production de MPR) ainsi que le traitement final évité sont en effet peu influents sur les résultats environnementaux présentés.

Les principaux inventaires utilisés, précisions méthodologiques et limites associées sont détaillés dans le rapport ACV soumis à revue critique du BNR 2017.

2.4. Flux physiques

2.4.1. Production d'acier brut en sidérurgie et en fonderie en France

Comme précisé plus haut, les données sur la filière fonderie ne sont pas disponibles pour les années 2018 et 2019, les éléments de contexte qui suivent concernent donc uniquement la filière sidérurgique.

En 2019, l'industrie française de la sidérurgie affiche une **production d'acier** de 14 450 kt, qui représente 9 % de la production européenne d'acier sidérurgique. La France enregistre ainsi sa plus faible production d'acier depuis 2010 et une baisse de 7 % par rapport à 2017. Cette baisse touche davantage la filière électrique (- 9,3 % en deux ans) que la filière fonte (- 5,7 % en deux ans).

En plus de la fermeture temporaire (pour maintenance) d'un important site sidérurgique en 2019, cette baisse s'explique par la conjonction de plusieurs facteurs, certains affectant le marché européen dans sa globalité, d'autres plus spécifiques à la filière électrique.

Tout d'abord, la sidérurgie est très dépendante de la conjoncture internationale, du fait de l'utilisation d'acier dans des activités industrielles stratégiques dont la construction et le secteur automobile. Ces secteurs font face depuis quelques années à une baisse d'activité et à une mutation de la consommation de métaux, l'acier étant de plus en plus substitué par des métaux plus légers, comme l'aluminium (primaire) dans l'automobile.

Ensuite, on assiste à une concurrence de la part des pays non européens, du fait de surcapacités / surproduction, qui se traduit par une hausse des importations en Europe, avec un désavantage concurrentiel pour la filière européenne.

Par ailleurs, la filière électrique, qui produit 30 % des volumes en France, continue de faire face à des difficultés liées à des coûts de production plus élevés, notamment du fait de fluctuations sur le prix de l'électricité et la hausse du coût du graphite, qui rendent ses produits moins compétitifs par rapport à la filière fonte. Aussi, malgré la mise en place de mesures antidumping par la Commission européenne, les acteurs de la filière électrique indiquent être confrontés à une concurrence étrangère accrue qui n'opère pas avec les mêmes contraintes environnementales. Les acteurs mettent notamment en avant l'acier laminé chinois destiné au secteur de la construction, premier secteur utilisateur d'acier en France (et principal client des aciéristes électriques) avec plus de 43 % de la consommation nationale d'acier⁹.

⁸ La répartition en fonction de l'origine (DMA, DAE, chutes neuves, mâchefers, etc.) a légèrement changé entre 2017 et 2019. Ce changement a une influence peu significative sur les résultats.

⁹ Rapport d'information n° 649 (2018-2019) de Mme Valérie LÉTARD, rapporteure, fait au nom de la MI enjeux de la filière sidérurgique, déposé le 9 juillet 2019

A cela s'est rajoutée, en 2018, l'instauration de droits de douane additionnels sur les importations d'acier sur le territoire américain, qui a eu un double impact pénalisant pour le marché européen de l'acier : d'une part, une chute de la demande d'acier européen du fait de la baisse des exportations européennes vers les Etats-Unis et, d'autre part, une hausse des importations en Europe d'acier à moindre prix se détournant des Etats-Unis. La Commission européenne a réagi en instituant des mesures de compensation (règlement n°2018/886) et de sauvegarde (règlement (UE) 2019/159) fixant des quotas d'importation par pays. Ce dispositif est cependant jugé peu efficace par les acteurs, les quotas fixés par la Commission ne permettant pas de stabiliser les flux d'importation traditionnels et, en conséquence, n'empêchant pas la perturbation du marché européen.

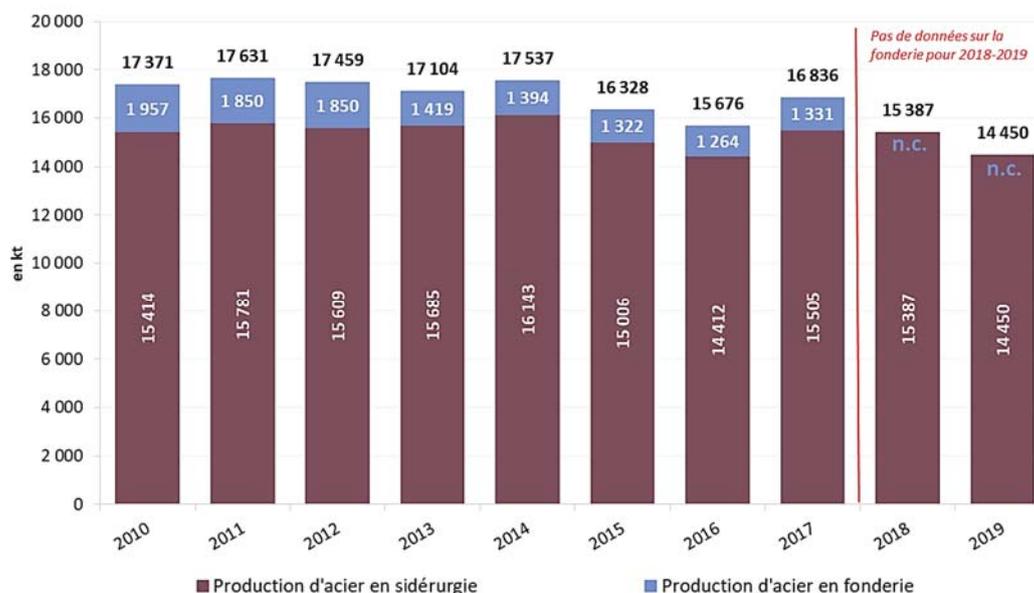


Figure 2 : Production d'acier brut et de fonte en sidérurgie et en fonderie en France (kt), 2010-2019. Source : A3M

Comme pour les années précédentes, la **balance commerciale française d'acier** est excédentaire sur la période 2018-2019, avec un solde de 321 kt en 2019 (les importations s'élèvent à 12 222 kt et les exportations 12 543 kt). La majorité des aciéries françaises sont détenues par des groupes étrangers avec une production destinée en grande partie à être vendue et consommée sur des marchés extérieurs, principalement en Europe (en 2019, seulement 15 % sont exportés vers des pays non européens).

Dans les prochaines années, la sidérurgie française et européenne devrait continuer à subir la concurrence internationale. A court terme, la filière devrait souffrir des impacts de la crise sanitaire de 2020 qui a entraîné une forte baisse de la production industrielle, et donc de l'acier. Par ailleurs, l'industrie sidérurgique indique faire face à l'augmentation du prix du carbone (lié aux émissions de GES) dans le cadre du marché carbone européen. Ces mesures, bien que coûteuses pour l'industrie, incitent les acteurs à investir dans la décarbonation des procédés pour atteindre les objectifs fixés dans la feuille de route de décarbonation de la filière : réduire les émissions de GES de 30 % d'ici à 2030 et tendre vers la neutralité carbone à 2050.

2.4.2. Gisement et collecte de déchets d'acier et de fonte en France

Comme les années précédentes, les données de **gisement de ferrailles** en France ne sont pas disponibles du fait de la difficulté à les estimer. Toutefois, selon A3M, l'exploitation du gisement de ferrailles se situe à un niveau très élevé depuis quelques années, autour de 90 %.

La **collecte apparente de ferrailles** en France est estimée à partir de l'incorporation et du commerce extérieur de ferrailles ; il est donc possible que cette estimation ne reflète pas complètement la situation réelle de la collecte de ferrailles en France car elle prend en compte les flux collectés pour le recyclage (avec de potentielles variations en fonction des stocks chez les acteurs). En 2019, il est ainsi estimé que

11 719 kt de ferrailles ont été collectées en France (hors ferrailles générées par la fonderie)¹⁰, soit 7 % de moins qu'en 2017.

Cette baisse peut s'expliquer par la combinaison de facteurs, certains affectant la production de ferrailles (offre), d'autres l'utilisation de ferrailles (demande).

Du côté de l'offre, elle reflète tout d'abord la diminution de production de l'acier décrite précédemment (s'il y a moins d'acier produit alors il y a moins de déchets de fabrication dont sont constituées en partie les ferrailles).

Du côté de la demande, cette baisse résulte de la volatilité du prix des ferrailles sur le marché international : par exemple, en 2018, le prix des ferrailles et aciers de récupération a fluctué entre 299 et 378 dollars par tonne. L'instauration des droits de douane américains en 2018 a eu pour conséquence une perte de parts de marché pour l'acier européen, qui a provoqué à une baisse des achats de ferrailles par la Turquie, principal importateur de ferrailles en provenance de l'Union européenne (en dehors des échanges intra-européens avec essentiellement la Belgique, l'Espagne et l'Italie). Couplée à une demande moins soutenue du secteur du BTP et à la concurrence de l'acier laminé chinois, cela a engendré une baisse drastique du prix à la tonne de la ferraille et impacté les activités de collecte aux niveaux français et européen (baisse du prix de vente des déchets).

Par ailleurs, le problème de saturation des installations de stockage des déchets non dangereux en France, déjà identifié lors que la publication du précédent BNR, est toujours d'actualité. Il constitue un frein, au niveau de la collecte des déchets (puisque des refus de tri sont générés en aval dont le débouché n'est plus disponible) et au niveau du recyclage (par exemple, en 2018, des centres de recyclage ont fermé provisoirement, n'ayant plus d'exutoire pour recevoir leurs déchets ultimes et notamment leurs résidus de broyage).

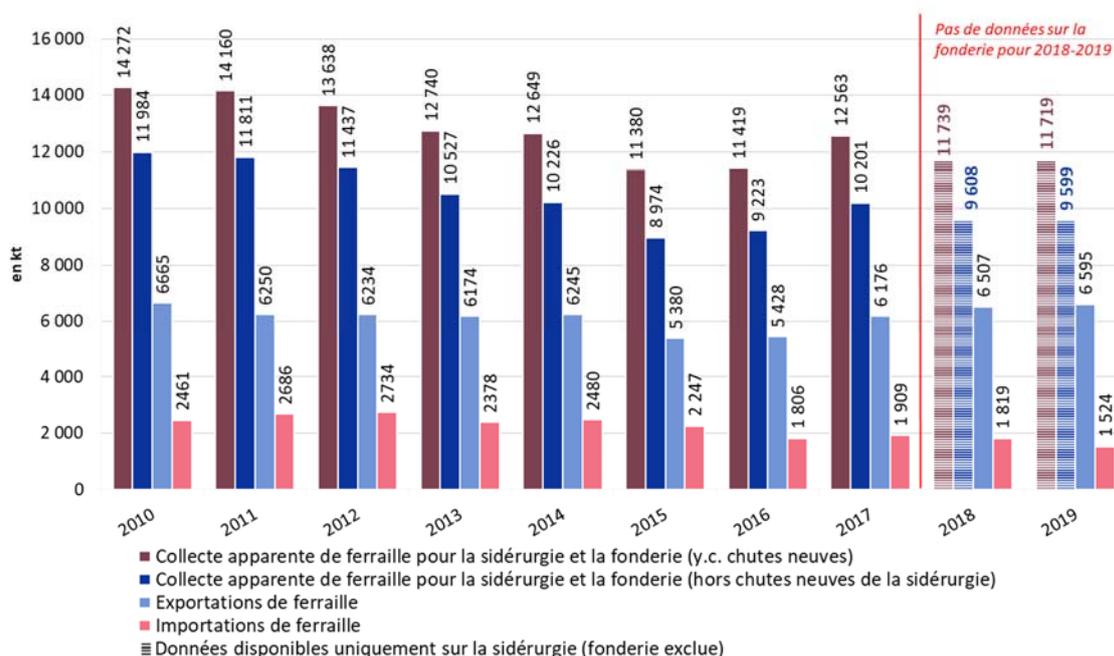


Figure 3 : Collecte apparente (sidérurgie et fonderie) et commerce extérieur de ferrailles en France (en kt), 2010-2019. Source : A3M

S'agissant de la provenance des ferrailles collectées, d'après les données FEDEREC, les déchets sont en majorité constitués de chutes neuves et de tournures des usines de transformation, qui représentent 27 % des volumes. Les ferrailles collectées proviennent également des centres VHU (16 %), de la filière de démolition de bâtiments (10 %) et des déchèteries (4 %)¹¹. Les filières REP DEEE et emballages représentent des canaux de collecte qui permettent de récupérer environ 6 % des ferrailles. À titre d'exemple, la filière des emballages ménagers a permis, en 2019, de collecter 319 kt de ferrailles à travers la collective sélective

¹⁰ Ces chiffres excluent la ferraille issue de la fonderie, les données n'étant pas disponibles pour ce BNR. En 2017, ce flux représentait environ 17 % des volumes collectés. Les chiffres de collecte présentés dans ce chapitre sous-estiment donc la situation actuelle.

¹¹ FEDEREC, 2019. Le marché du recyclage. Envisager le déchet comme la ressource de demain.

après des ménages, la récupération de l'acier des mâchefers et le tri sur OMR, soit 6 % de plus qu'en 2017.

Le solde de la **balance commerciale de ferrailles** est en croissance depuis 2016 et atteint 5 071 kt en 2019. Les exportations de ferrailles ont connu une hausse de 22 % sur la période 2016-2019. Dans le même temps, les importations ont décliné de 16 %, passant de 1 806 kt en 2016 à 1 524 kt en 2019. L'augmentation des exports s'explique notamment par une baisse de la demande de ferrailles de la part de la sidérurgie française (principalement de la filière électrique). Cette évolution a lieu malgré l'interdiction des importations de certains déchets par la Chine en 2018, qui a entraîné une chute des exportations de ferrailles de l'UE vers la Chine, soit -89 % entre 2017 et 2019 (-87 % concernant les exportations de la France). La situation devrait évoluer dans les prochaines années, la Chine prévoyant la mise en place de dérogations qui autoriseraient l'entrée de certaines catégories de ferrailles jugées de bonne qualité sur son territoire.

Dans les prochaines années, l'enjeu pour la filière des ferrailles sera d'effectuer d'importants investissements afin de relocaliser les activités de traitement de ces déchets en Europe. En effet, la Commission européenne a lancé une consultation relative au règlement sur les transferts transfrontaliers de déchets, qui vise à limiter les exports de déchets (dont les ferrailles) hors Union européenne. Toutefois, face à de faibles capacités de consommation dans l'UE, la majorité des acteurs exportent actuellement jusqu'à 50 % de leurs déchets hors UE, notamment en Turquie, et pourraient donc se retrouver sans solution de recyclage à court terme, ce qui viendrait évidemment freiner leur décision de lancer ces investissements.

2.4.3. Incorporation de ferrailles dans la production d'acier et de fonte en France

La filière française de la sidérurgie a incorporé 6 648 kt de ferrailles en 2019 pour la production d'acier sidérurgique, ce qui porte le **taux d'incorporation** de ferrailles (chutes neuves comprises) à 47 % pour cette même année¹². Le taux d'incorporation sans chutes neuves s'élève à 32 % en 2019. Pour rappel, les données pour la fonderie ne sont pas disponibles pour cet exercice.

À périmètre équivalent (i.e. en considérant uniquement la sidérurgie), le taux d'incorporation de ferrailles dans la production d'acier est relativement stable depuis 2014. En revanche, les volumes incorporés ont baissé de 6 % sur la période 2018-2019, suivant l'évolution à la baisse de la production sidérurgique (voir section 2.4.1).

¹² Ce taux inclut les chutes neuves i.e. les déchets de fabrication et une part de chutes internes, ces dernières n'étant pas dans le périmètre du BNR

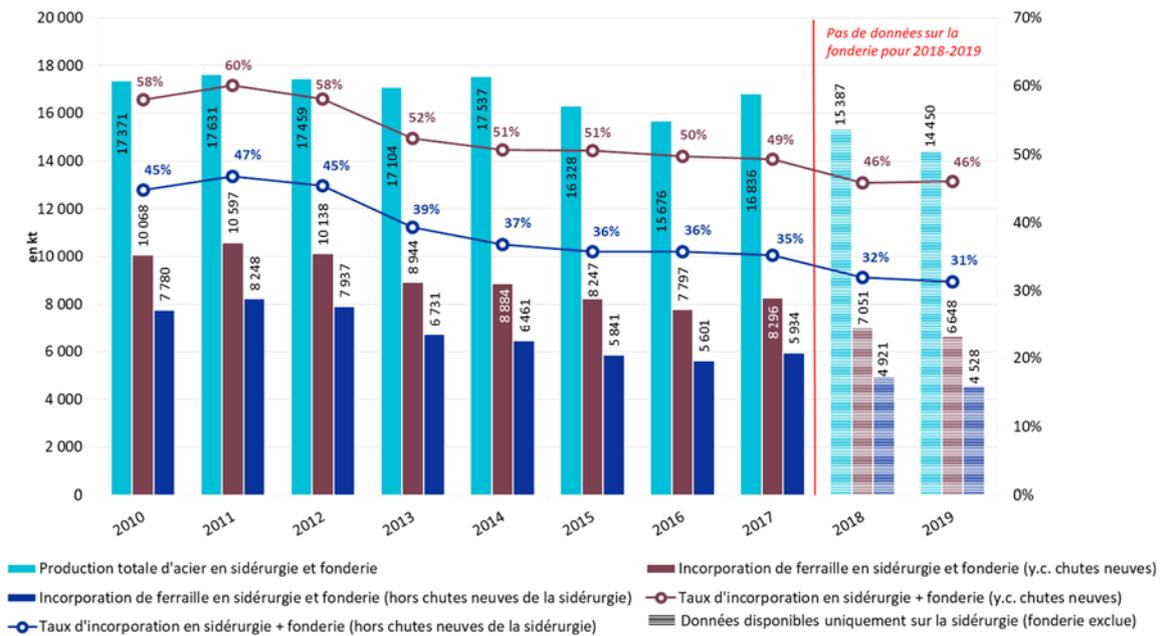


Figure 4 : Incorporation de ferrailles dans la production d'acier brut et de fonte en France, hors fonderie pour 2018-2019 (en kt), 2010-2019. Source : A3M

Au niveau européen, la consommation de ferrailles est également en diminution sur la période 2017-2019, atteignant 87 683 kt en 2019, soit -7 % en 2 ans. Cela représente un taux d'incorporation moyen en Europe de 56 %, sans qu'il soit aisé de comparer les taux d'incorporation entre pays. En effet, ces taux reflètent la part relative des filières fonte et électrique de la sidérurgie dans chaque pays (avec un taux d'incorporation plus élevé dans la filière électrique) et la qualité des ferrailles disponibles localement qui peut être très variable en raison de secteurs consommateurs d'acier différents.

Lorsque l'on se projette sur la période suivante, on peut s'attendre à ce que les mesures de confinement imposées pendant la pandémie de Covid-19 en 2020-2021 se traduisent par un recul de la filière du recyclage de ferrailles en France, contrairement à d'autres pays de l'UE comme l'Allemagne dont l'activité industrielle s'est maintenue. En effet, la fermeture des usines de production pendant plusieurs mois a entraîné une baisse importante des volumes de chutes neuves qui représentent la principale source d'approvisionnement de ferrailles en France.

3. L'aluminium

Ce chapitre présente les éléments spécifiques aux différentes étapes du recyclage de l'aluminium en France. Le contexte général du recyclage en France et le lexique non spécifique à la filière aluminium sont présentés en introduction du BNR.

3.1. Lexique

La production d'aluminium recyclé peut être réalisée à travers deux procédés de fusion : soit par affinage, soit par recyclage direct. Les définitions sont données ci-dessous.

Aluminium primaire / de seconde fusion ou recyclé	L'aluminium primaire est fabriqué à partir d'alumine métallurgique ; l'aluminium de seconde fusion ou recyclé, à partir de déchets. Techniquement, ils peuvent posséder les mêmes propriétés physiques.
Affinage	L'affinage permet de recycler des déchets, chutes, débris, cendres d'aluminium constitués de différents alliages pour en faire de nouveaux alliages correspondant au cahier des charges souhaité. Les alliages d'affinage sont dépendants de la qualité des déchets qu'on trouve sur le marché des MPR.
Fonderie	Procédé qui consiste à couler dans un moule de l'aluminium liquide pour obtenir une pièce ou un produit correspondant à un plan spécifique.
Forge	Elle consiste à produire des pièces de formes diverses par déformation de métaux ou alliages à différentes températures. Le produit obtenu est une pièce brute de forge qui peut subir des transformations en fonction des usages : calibrage, usinage, traitement thermique, traitement de surface, etc.
Profilés d'aluminium	Demi-produit de première transformation obtenu par le filage d'une billette. Ces demi-produits sont majoritairement utilisés dans le bâtiment (par exemple dans les profilés de fenêtre) et le transport (structure de véhicules).
Recyclage direct	Le recyclage direct permet de recycler et d'obtenir des alliages de composition identique à celle des déchets utilisés. Il s'agit généralement de déchets de fabrication ou post-consommation de composition homogène (par exemple des canettes usagées non mélangées avec d'autres déchets d'aluminium).

3.2. Le cycle de vie de l'aluminium en France

L'**aluminium primaire** est un métal produit par électrolyse de l'alumine métallurgique, elle-même issue de la bauxite (minerai). Il est ensuite transformé par différents procédés comme le laminage, le filage et la fonderie dans des usines de première transformation. Les demi-produits obtenus sont ensuite commercialisés pour la production de produits finis (emballages, moteurs de voiture, etc.) dans des usines de seconde ou troisième transformation.

L'aluminium collecté pour recyclage provient de produits en fin de vie (véhicules hors d'usage, déchets d'emballages, déchets de déconstruction, mâchefers d'incinération, etc.) ainsi que de déchets de fabrication. Différents procédés sont utilisés afin de trier au mieux les différents déchets d'aluminium, par exemple la séparation à courant de Foucault qui permet de séparer les métaux non ferreux (aluminium, cuivre, etc.) des autres matériaux, suivie d'un procédé de flottaison qui permet de trier les métaux non-ferreux entre eux par densimétrie.

L'**affinage** utilise ces matières premières secondaires ou MPR (débris et déchets préparés) : à l'arrivée sur le site d'affinage, les lots sont analysés par spectrophotométrie afin de caractériser l'alliage qui les compose, avant d'être fondus dans des fours pour constituer différents alliages spécifiques.

Le **recyclage direct** utilise des déchets de composition homogène (par exemple via l'importation de déchets de canettes issues de la consigne dans les pays où elle s'applique comme l'Allemagne et les pays scandinaves). Certaines usines de première transformation sont équipées de fours afin de recycler directement des déchets compatibles avec leurs produits. Les usines non équipées de fours de seconde fusion envoient leurs chutes chez un recycleur direct et récupèrent le métal sous forme de billettes, lingots ou de brames.

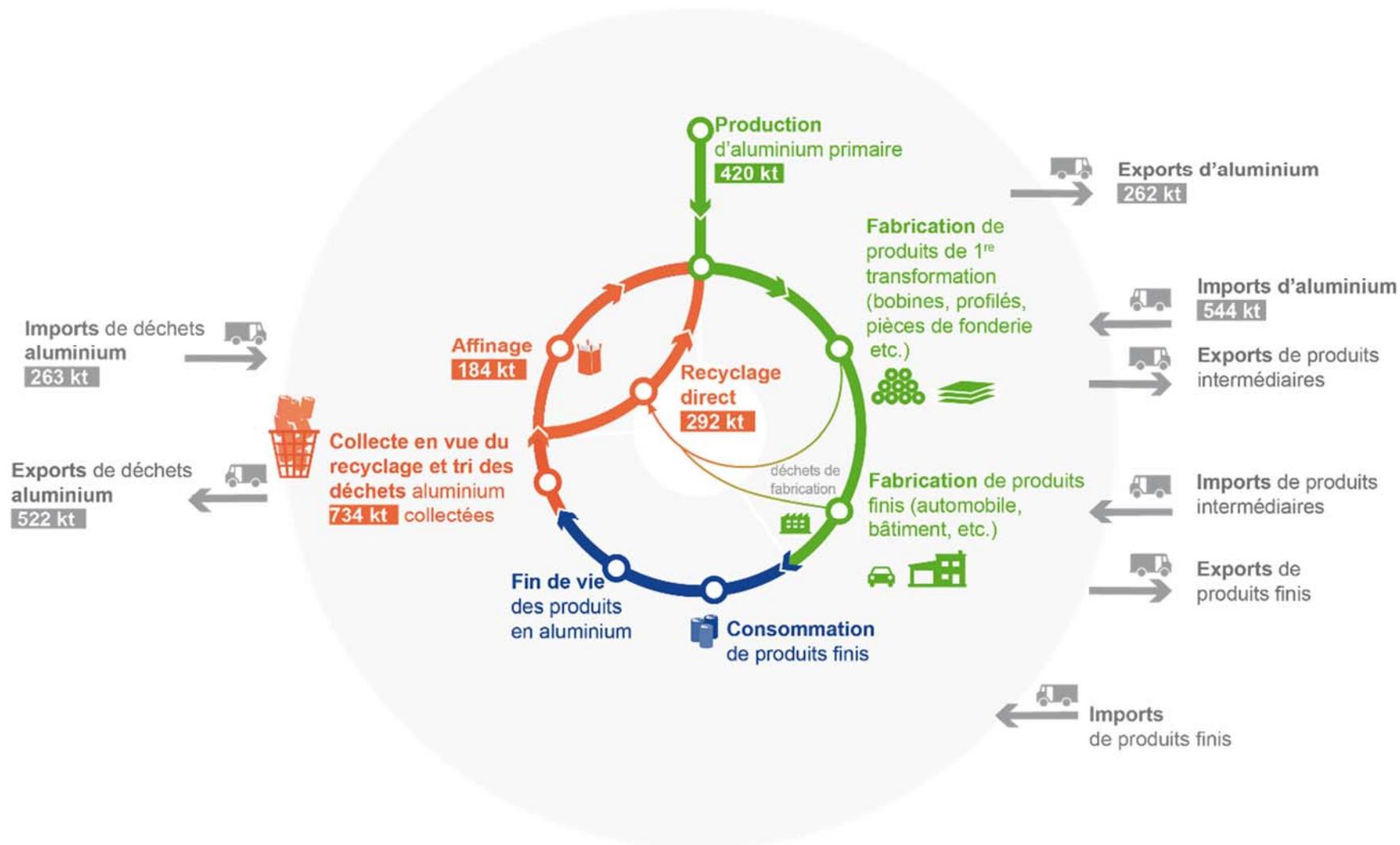


Figure 5 : Cycle de vie de l'aluminium en France, 2019

3.3. Tableau de bord

Les principales sources de données de flux et socioéconomiques sont Aluminium France, FEDEREC (Fédération professionnelle des entreprises du recyclage) et France Aluminium Recyclage. Des informations complémentaires sont présentées dans le rapport méthodologique.

Chiffres clés du recyclage de l'aluminium en France	Unité	2018	2019
Gisement de déchets d'aluminium	kt	n.c.*	n.c.
Collecte apparente de déchets d'aluminium	kt	706	734
Exportations de déchets d'aluminium	kt	498	522
Importations de déchets d'aluminium	kt	289	263
Taux d'incorporation de MPR dans la fabrication de demi-produits en aluminium (première transformation et fonderie)¹³	%	52 %	51 %
Production d'aluminium recyclé via l'affinage et le recyclage direct	kt	495	476
Fabrication de demi-produits en aluminium (première transformation et fonderie)	kt	952	940

*n.c. : non connu



Le recyclage de l'aluminium en France en 2019 a permis d'éviter 2,8 Mt de CO₂ eq. Ce chiffre est en légère baisse (de 0,2 Mt CO₂ eq.) par rapport à 2017, du fait de la diminution des tonnages incorporés en France sur les deux périodes temporelles étudiées.

L'évaluation environnementale s'appuie sur la prise en compte de la production et du recyclage de l'aluminium. Ces données sont représentatives des technologies européennes (données EAA). Pour les étapes de collecte, de tri et de consommation de MPR, on distingue les flux de déchets issus des VHU, DEEE, emballages ménagers, chutes neuves, mâchefers, DMA via déchèteries ou récupérateurs, et DAE. Ces étapes sont représentatives des technologies françaises. Il convient de noter que les résultats sont dépendants du choix du mix électrique pour la production d'aluminium vierge évitée (les données EAA sont sur un périmètre européen¹⁴ avec une part de mix électrique spécifique pour les sites ayant des contrats avec des installations comme les barrages hydro-électriques par exemple).

¹³ Le taux d'incorporation de MPR est calculé comme le ratio entre l'aluminium issu du recyclage (affinage + recyclage direct) et la fabrication de produits en aluminium (première transformation et fonderie). Ce taux est estimé à partir de la production d'aluminium recyclé car l'incorporation réelle n'est pas connue, il ne prend donc pas en compte le commerce extérieur d'aluminium recyclé.

¹⁴ Cette représentativité géographique se justifie par un marché de l'aluminium vierge qui est européen, et par l'absence de données disponibles au niveau français.

C'est la différence entre la production d'aluminium 100 % vierge et la production d'aluminium 100 % recyclé qui est le plus significatif sur les résultats. Les parties amont de la filière de recyclage (collecte, tri et transport et production de MPR) ainsi que le traitement final évité sont peu influents sur les résultats environnementaux présentés.

Les principaux inventaires utilisés, précisions méthodologiques et limites associées sont détaillés dans le rapport ACV soumis à revue critique du BNR 2017.

3.4. Flux physiques

3.4.1. Production et consommation d'aluminium en France

La **production** française d'aluminium se situe globalement autour de 900 kt sur les deux dernières années, dont un peu plus de la moitié est issue du recyclage (53 % en 2019). Elle a cependant connu une baisse de 7 % en 2018 (après avoir augmenté de presque 20 % entre 2013 et 2017), suite à un affaissement de la production primaire (-12 % sur 2017-2018).

En effet, l'année 2018 a été marquée par deux événements qui ont impacté les producteurs français d'aluminium. D'une part, les usines d'électrolyse ont rencontré des difficultés techniques qui ont entraîné une baisse de leur production. D'autre part, le groupe Rusal, principal fournisseur en alumine à destination des producteurs européens et français d'aluminium¹⁵, a fait l'objet de sanctions aux Etats-Unis. Cela a eu des répercussions sur leurs activités et celles de leurs clients européens.

La situation s'est améliorée avec la levée des sanctions en janvier 2019, avec un effet direct sur la production française qui a repris de 2 % en 2019.

La France reste ainsi au 4^{ème} rang de la production européenne d'aluminium derrière la Norvège, l'Islande et l'Allemagne, et représente 13 % du marché européen en 2019 (l'Europe a produit 6 720 kt cette année). La production primaire est assurée en France par deux sites, ALVANCE Aluminium Dunkerque et l'usine Saint-Jean-de-Maurienne de TRIMET Aluminium SE. Ces usines sont fortement exposées à la concurrence de pays où l'approvisionnement énergétique est plus compétitif, la production de l'aluminium étant un marché européen voire mondial.

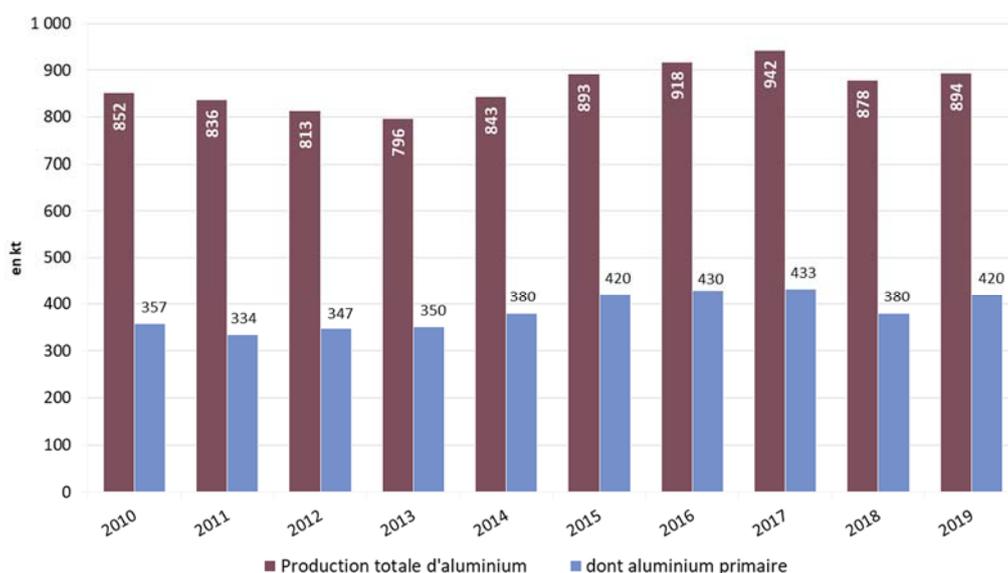


Figure 6 : Production totale d'aluminium en France (kt), 2010-2019. Source : Aluminium France.

La filière française de l'aluminium présente une forte industrie de transformation, avec des dizaines d'usines de première transformation implantées sur le territoire. En 2019, la **consommation** d'aluminium de ces usines s'élève à 1 175 kt, soit l'équivalent de 9 % de la consommation européenne. Le marché a peu évolué au cours des dernières années, avec une baisse annuelle d'environ 1 % depuis 2016. Cela est lié à une demande moins soutenue du secteur automobile, du fait de la transition vers les véhicules

¹⁵ Le groupe Rusal représente 85 % de l'approvisionnement européen en alumine en 2017.

électriques¹⁶. La demande nationale reste en revanche beaucoup plus élevée que l'offre : l'industrie française repose donc en grande partie sur des importations d'aluminium (à hauteur de 45 % de la consommation) principalement en provenance de la Russie, l'Islande et la Norvège.

A l'échelle européenne, on assiste à une baisse plus prononcée de la demande en aluminium (- 5 % en 2018) en raison d'importations de produits extrudés en aluminium originaires de Chine, qui font l'objet de pratiques de dumping et causent un préjudice à l'industrie européenne. En 2018, ces pratiques ont entraîné une diminution de la fabrication de demi-produits et une perte de parts de marché pour les producteurs européens sur l'ensemble de la chaîne de valeur, contraignant plusieurs entreprises à se restructurer ou à fermer des usines. La Commission européenne a, par la suite, mis en place en 2019 des mesures anti-dumping sur les profilés, qui sont les plus impactés. L'objectif est de limiter les importations chinoises et protéger l'industrie européenne de la transformation de l'aluminium.

A court terme, la crise sanitaire depuis 2020 devrait avoir des impacts sur le marché français de l'aluminium avec l'arrêt, pendant plusieurs mois lors des confinements, des activités des principaux secteurs consommateurs d'aluminium (construction et transport). Cependant, le marché devrait redécoller d'après les prévisions de l'Association European Aluminium, avec une hausse d'ici à 2030 de 20 % par rapport à 2019 (soit une consommation européenne estimée autour de 16 millions de tonnes d'aluminium). Une partie de cette croissance devrait être générée par un effet de substitution, l'aluminium remplaçant progressivement d'autres matériaux comme l'acier et les plastiques selon les marchés. On note par exemple que, dans le secteur des emballages, l'implémentation de la directive européenne sur les plastiques à usage unique (Directive SUP) pourrait entraîner une augmentation de la demande en aluminium dans les emballages¹⁷ (en particulier pour la boîte boisson).

3.4.2. Gisement et collecte de déchets d'aluminium en France

Comme les années précédentes, le **gisement** de déchets d'aluminium en fin de vie n'est pas connu au niveau français. Néanmoins, l'aluminium fait partie des matériaux historiquement les mieux collectés et recyclés en France et plus globalement en Europe.

Il existe des données sur la valorisation de certains gisements notamment les déchets de fabrication, et les déchets d'aluminium post-consommation des bâtiments, des transports et de l'ingénierie, qui affiche une performance de plus de 90 %. Ce chiffre tombe en revanche à 50 %¹⁸ pour les emballages, plus faible que la moyenne européenne de 75 %¹⁹. Le captage de ce gisement très diffus reste un enjeu pour la filière française de recyclage de l'aluminium.

La **collecte apparente**²⁰ des déchets d'aluminium en vue du recyclage s'élève à 734 kt en 2019. D'après la méthode de calcul utilisée, elle ressort être en progression depuis 2017, affichant une hausse de 11 % en deux ans. Toutefois, il convient de signaler que, contrairement aux publications précédentes du BNR, les acteurs indiquent repérer une réalité différente sur le terrain. En effet, la filière aurait plutôt connu, au cours de cette période, une diminution des volumes collectés. Les flux concernés par cette baisse seraient les déchets de fabrication qui auraient diminué à la suite de la baisse de la production d'aluminium.

Les restrictions imposées par la Chine sur l'importation des déchets en janvier 2018 restent le fait marquant de ce BNR pour la filière des déchets de métaux non ferreux. Si ces restrictions ont eu peu d'impact sur le marché des déchets d'aluminium en France et en Europe en 2018²¹, certains acteurs de la collecte ont eu des difficultés à écouler leurs stocks à partir de mi-2019, les acheteurs se faisant plus rares sur le marché international. Selon les acteurs, cette tendance devrait s'accroître dans les prochaines années, d'autant que d'autres pays asiatiques tels que la Thaïlande et la Malaisie, commencent à mettre en place des restrictions similaires aux importations de déchets.

¹⁶ Les véhicules électriques consomment beaucoup moins de pièces fondues en aluminium secondaire : 25 % en poids, contre 56 % dans les moteurs thermiques

¹⁷ European Aluminium, 2020. Circular Aluminium Action Plan: A Strategy for Achieving Aluminium's Full Potential for Circular Economy by 2030

¹⁸ Données de Citéo : <https://www.citeo.com/le-mag/les-chiffres-du-recyclage-en-france/>

¹⁹ France Aluminium Recyclage

²⁰ La collecte apparente est calculée via la formule : collecte apparente = production d'aluminium recyclé + exportations de déchets d'aluminium – importations de déchets d'aluminium

²¹ Ces restrictions concernent principalement les déchets de catégorie 7 (câbles aluminium avec isolant, conduits, etc.) et les déchets de catégorie 6 (canettes, résidus de broyage des VHU, DEEE, etc.).

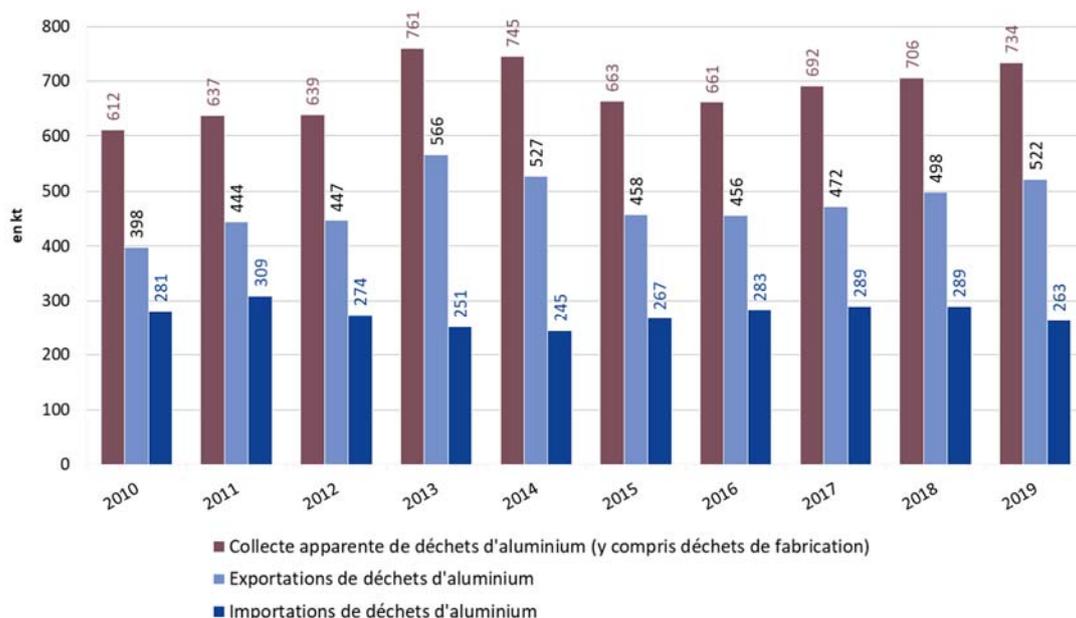


Figure 7 : Collecte apparente de déchets d'aluminium et commerce extérieur de déchets en France (kt), 2010-2019.
Source : Aluminium France.

Les chiffres de commerce extérieur de déchets d'aluminium montrent une stabilité des importations sur 2017-2018 puis une tendance à la baisse en 2019 (- 9 % sur 2018-2019) alors que les exports augmentent d'environ 5 % par an, soit une hausse cumulée de 14 % sur 2017-2019.

La France continue donc d'exporter la majorité de ses déchets d'aluminium pour un traitement à l'étranger, principalement en Europe (notamment Espagne, Belgique et Italie) mais également en Inde et en Chine. Une combinaison de facteurs explique cette situation. D'une part, les acteurs de la production d'aluminium recyclé en France sont confrontés à des difficultés économiques (coûts de production élevés, particulièrement pour les affineurs), la demande de déchets est donc moins soutenue sur le territoire français. D'autre part, les affineurs italiens, allemands ou espagnols ont des capacités de production supérieures aux affineurs français et sont donc souvent plus attractifs (en prix). Par ailleurs, certains acteurs mentionnent la qualité du tri des déchets et le positionnement des affineurs et recycleurs directs français sur des alliages nécessitant des déchets bien triés, limitant ainsi les débouchés des autres déchets d'aluminium en France.

3.4.3. Production d'aluminium recyclé et incorporation dans la fabrication de produits en France

La **production d'aluminium recyclé** en France est en baisse depuis 2017, atteignant 476 kt en 2019. Alors que les volumes produits par recyclage direct sont stabilisés autour de 290 kt depuis 2016, l'affinage a enregistré une hausse de 14 % en 2017 (223 kt) avant de redescendre à la valeur de 2014 deux ans plus tard (184 kt en 2019). L'affinage enregistre ainsi une baisse de 17 % entre ces deux années. Cette baisse de production de l'aluminium recyclé fait suite à la fermeture de deux importants sites d'affinage (19 usines en 2018) et une usine de recyclage direct en 2019 (11 usines en 2018), ayant réduit les capacités associées en France.

S'agissant de l'**incorporation d'aluminium recyclé** en France, les volumes concernés représentent 43 % des demi-produits fabriqués en 2019, chiffre stable depuis 2013. Le taux d'incorporation d'aluminium recyclé (issu du recyclage direct et de l'affinage) s'élève à 51 % en 2019, et reste inférieur à la moyenne européenne de 70 %. Ce taux est calculé à partir de la production d'aluminium recyclé (affinage + recyclage direct) et de la fabrication de demi-produits en aluminium (première transformation et fonderie). Il peut être différencié suivant la prise en compte ou non du recyclage direct, qui est principalement réalisé à partir des déchets de fabrication. Le taux d'incorporation réel d'aluminium recyclé se situe donc entre 20 % (couvrant uniquement l'affinage) et 51 % (affinage + recyclage direct) en 2019.

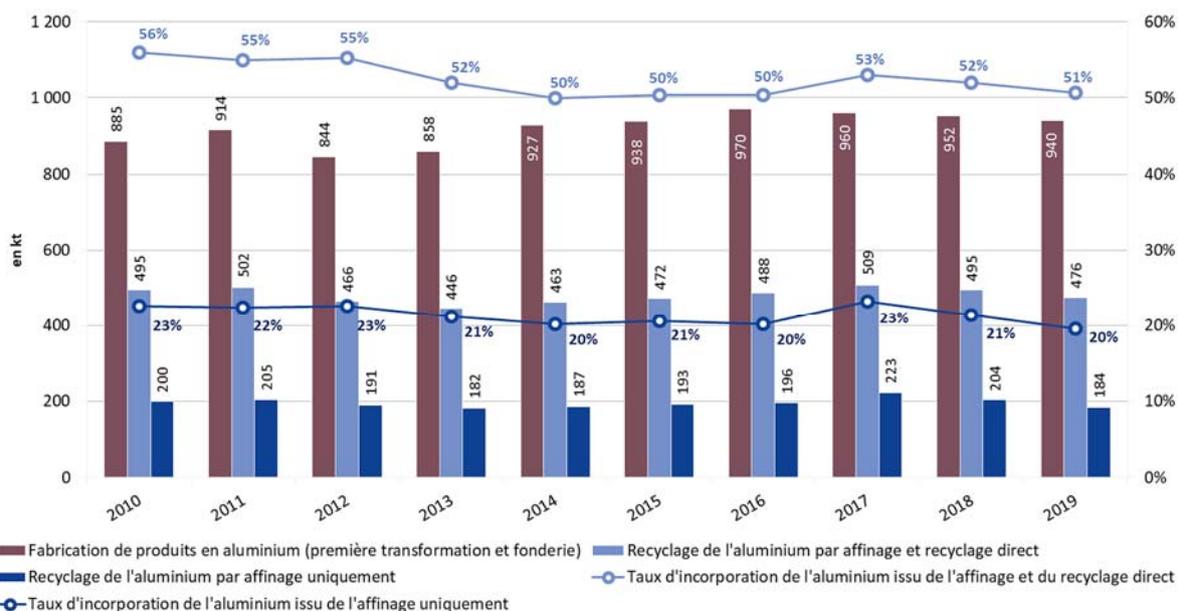


Figure 8 : Production d'aluminium recyclé et incorporation dans la fabrication de produits en aluminium (première transformation et fonderie) en France (kt), 2010-2019. Source : Aluminium France.

Sur les 10 dernières années, l'affinage représente autour de 40 % du recyclage de l'aluminium en France (avec un pic à 44 % en 2017) et le recyclage direct 60 %. Les recycleurs directs français continuent à se positionner sur des déchets de qualité qui demande un système de tri plus performant, cela entraîne des coûts de production élevés (demande en énergie plus importante). Les affineurs, quant à eux, ont besoin d'un rapport qualité - prix des déchets compétitif permettant de produire des lingots en restant sous le cours du DIN 226 (cours européen du lingot d'affinage) et d'absorber sa volatilité.

À l'échelle européenne, la France est moins bien positionnée que ses voisins sur l'incorporation en raison notamment de plus faibles capacités de production d'aluminium recyclé. L'une des explications tient en ce que ces pays sont équipés de technologies permettant de traiter une plus grande variété de gisement de déchets. A titre d'exemple, en Allemagne, le procédé de pyrolyse est utilisé pour traiter les emballages multicouches, qui représentent environ 25 % du marché des emballages en France. Le captage (via l'introduction de consignes de tri spécifiques aux emballages multicouches) et le traitement de ce flux à travers la pyrolyse permettrait d'augmenter les volumes recyclés.

La tendance à la baisse constatée sur l'incorporation pourrait se poursuivre dans les prochaines années, avec la transition vers le véhicule électrique, les constructeurs automobiles ayant tendance à favoriser l'utilisation d'aluminium primaire au détriment de l'aluminium recyclé (notamment pour les pièces de moteur qui exigent des qualités d'alliages plus élevées) pour ce type de véhicules. Le tri par alliage permettrait d'améliorer la qualité des déchets afin d'en proposer de meilleure qualité et ainsi limiter cette tendance à la baisse pour l'incorporation.

4. Le cuivre

Ce chapitre présente les éléments spécifiques aux différentes étapes du recyclage du cuivre en France. Le contexte général du recyclage en France, et le lexique non spécifique à la filière cuivre sont présentés en introduction du BNR.

4.1. Lexique

Il existe deux procédés de production de cuivre recyclé : soit par affinage, soit par fusion. Ces procédés ne s'appliquent pas aux mêmes déchets et ne permettent pas de fabriquer les mêmes composés (cuivre ou alliages). Leurs définitions sont données dans le lexique ci-dessous.

Affinage et raffinage (refining)	Production de cathodes et lingots de cuivre à partir de concentrés cuivreux (issus des mines) et de déchets de qualité moindre (fraction peu triée, alliages complexes ou cuivre sous forme non métallique). Les procédés visent à récupérer en sortie du cuivre pur à au moins 99,9 %.
Fonderie	Ce procédé consiste à couler du cuivre ou un alliage liquide dans un moule pour reproduire une pièce donnée, en limitant autant que possible les travaux ultérieurs de finition.
Recyclage par fusion (smelting)	Production de lingots de cuivre et de produits de première transformation à partir de déchets de qualité supérieure (déchets de fabrication, cuivre métallique, matière première de recyclage), via un procédé de fusion.
Refonte	Procédé supplémentaire (après recyclage par affinage ou fusion) visant à mélanger le cuivre avec d'autres composants. Les lingots obtenus ont la composition voulue dans le produit fini (cuivre pur ou alliage).

4.2. Le cycle de vie du cuivre en France

Le cuivre est généralement produit à partir de minerais ou de déchets en fin de vie et de déchets de fabrication, suivant les procédés d'affinage ou de fusion. En France, il n'y a plus de production métallurgique primaire ni d'affinage de cuivre depuis les années 2000 (la seule capacité d'affinage de cuivre française qui existait, la Compagnie Générale d'Électrolyse du Palais, a cessé son activité en 1998).

Le recyclage du cuivre par fusion de déchets cuivreux est la seule source nationale de cuivre pour l'industrie française. Les installations françaises qui recyclent le cuivre par fusion n'utilisent que des déchets métalliques cuivreux (cuivre pur ou alliages) bien triés car ce procédé nécessite en entrée des déchets pouvant être refondus directement. L'ensemble du tri est réalisé en amont des sites de recyclage de cuivre, à partir des déchets récupérés par les entreprises de collecte et de préparation des déchets cuivreux en vue de leur recyclage et de la transformation de déchets en MPR. En aval, une étape de refonte peut être parfois nécessaire pour obtenir un métal ou un alliage de cuivre de composition et de qualité souhaitée. À noter que la majorité du recyclage par fusion du cuivre en France (et en Europe) est réalisée par les mêmes acteurs que la fabrication de produits de première transformation.

Le recyclage des déchets plus complexes (cuivre sous forme non-métallique, alliages complexes, etc.) ou non triés est effectué par affinage dans des installations situées hors du territoire français.

Enfin, les déchets de fabrication peuvent être directement utilisés en recyclage interne (chutes internes, hors cadre du BNR) ou renvoyés au fournisseur. Une étape supplémentaire, qui n'est pas représentée sur le schéma ci-dessous, est l'incorporation de déchets cuivreux dans la fabrication d'alliages (laiton) dans des fours de refusion. La fabrication de laiton accepte une proportion plus importante de déchets cuivreux que celle de produits en cuivre et représente donc une part importante du recyclage du cuivre en France. Il s'agit cependant d'un recyclage en boucle ouverte, hors périmètre du BNR.

Le schéma ci-dessous porte uniquement sur le cycle de vie du cuivre en France. C'est pourquoi l'affinage n'est pas représenté comme une étape de recyclage parallèle au recyclage par fusion, mais bien comme une source externe de matière première (via l'importation de cuivre affiné).

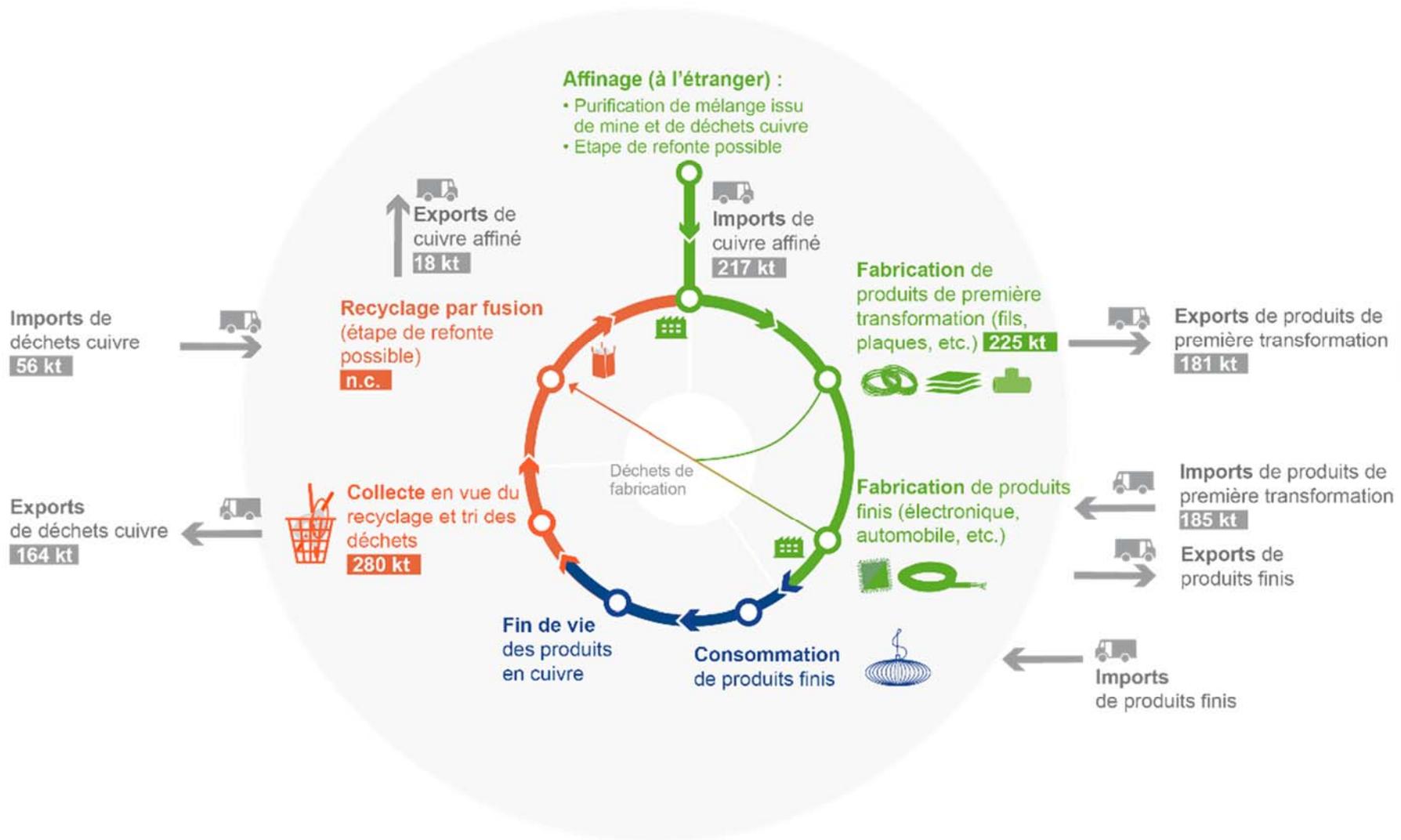


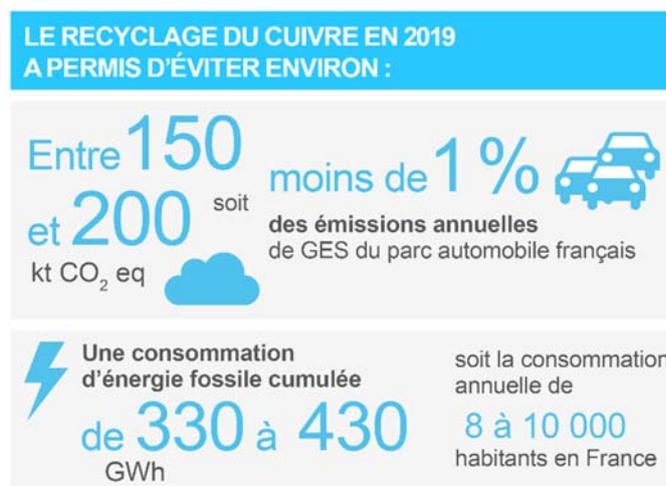
Figure 9 : Cycle de vie du cuivre en France, 2019

4.3. Tableau de bord

Les principales sources de données de flux et socioéconomiques sont FEDEREC (Fédération professionnelle des entreprises du recyclage), l'ICSG (International Copper Study Group - Groupe d'étude international du cuivre) et A3M. Des informations complémentaires sont présentées dans le rapport méthodologique.

Chiffres clés du recyclage du cuivre en France	Unité	2018	2019
Gisement de déchets de cuivre	kt	n.c.*	n.c.
Collecte apparente de déchets de cuivre <i>dont les déchets de fabrication</i>	kt	292 23	280 22
Exportations de déchets de cuivre	kt	169	164
Importations de déchets de cuivre	kt	56	56
Taux d'incorporation de cuivre recyclé dans la fabrication de produits ²²	%	n.c.	n.c.
Recyclage apparent du cuivre par fusion	kt	n.c.	n.c.
Fabrication apparente de produits en cuivre (première transformation et fonderie)	kt	240	225

*n.c. : non connu



Il est estimé que le recyclage du cuivre en France en 2019 a permis d'éviter un impact sur le changement climatique entre 150 et 200 kt CO₂ éq., et une consommation d'énergie fossile primaire comprise entre 330 et 430 GWh d'énergie primaire fossile. Ces résultats sont obtenus en considérant qu'entre 70 et 90 kt de cuivre recyclé par fusion est produit en 2019 (y compris pour un recyclage en boucle ouverte, dans du laiton ou du bronze). Du fait d'un changement de méthodologie dans le BNR 2019, ces résultats ne peuvent être directement comparés à la situation de 2017.

Sur la base d'une production de cuivre d'origine 100% recyclée (en prenant en compte toute les étapes du recyclage, ainsi que les pertes associées), et considérant que sont évitées une mise en centre de stockage des déchets et une production de cuivre d'origine européenne 100% vierge (depuis l'extraction des matières premières)

L'évaluation environnementale s'appuie sur la prise en compte de la production et du recyclage du cuivre. Ces données sont représentatives des technologies européennes (données Ecoinvent)²³. Pour les étapes de collecte, de tri et de consommation de MPR, on distingue les flux de déchets issus des VHU, DEEE, emballages ménagers, chutes neuves, mâchefers, DMA via déchèteries ou récupérateurs, et DAE. Ces étapes sont représentatives des technologies françaises.

C'est la différence entre la production de cuivre 100 % vierge et la production de cuivre 100 % recyclé qui est le plus significatif sur les résultats. Les parties amont de la filière de recyclage (collecte, tri et transport

²² Il n'y a pas de données disponibles pour estimer le taux d'incorporation de cuivre recyclé pour la période 2018-2019 (voir explications dans la section 4.4.3). Il était calculé dans les précédents BNR comme le ratio entre le recyclage par fusion du cuivre et la fabrication de produits de première transformation en cuivre (y compris la fonderie). Ce taux était estimé à partir des volumes recyclés car l'incorporation n'était pas connue, et il ne prenait pas en compte le commerce extérieur de cuivre recyclé.

²³ Ecoinvent souligne l'incertitude élevée relative à cet inventaire de cycle de vie.

voire production de MPR) ainsi que le traitement final évité sont peu influant sur les résultats environnementaux présentés.

Les principaux inventaires utilisés, précisions méthodologiques et limites associées sont détaillés dans le rapport ACV soumis à revue critique du BNR 2017.

4.4. Flux physiques

4.4.1. Production de cuivre et fabrication de produits en cuivre

La **production métallurgique primaire** ainsi que l'**affinage de cuivre** ne s'effectuent plus en France depuis les années 2000. L'industrie française s'approvisionne en cuivre à partir d'imports de cuivre affiné (en majorité sous forme de cathodes ou de sections de cathodes), en provenance du Chili qui représente 60 % des imports, de la Pologne et de la Belgique. Des entreprises effectuent également du recyclage par fusion de déchets cuivreux en France, cette part est cependant non connue (voir section 4.4.3 sur l'incorporation).

Compte tenu de l'organisation à l'échelle européenne de la filière du cuivre, il existe très peu de données quantitatives sur la filière au niveau français. Une analyse plus globale de la situation en Europe est donc indiquée ci-dessous avec des précisions sur la France lorsqu'elles sont disponibles.

En Europe, la production de cuivre affiné s'élève à plus de 2,5 millions de tonnes en 2019, dont 68 % est issue de la production primaire. Les principaux sites de production de cuivre se trouvent notamment en Allemagne, en Pologne, en Espagne et en Suède. D'après les données de l'ICSG, l'Europe représente plus de 10 % de la production mondiale de cuivre affiné. Celle-ci est essentiellement portée par la multinationale allemande Aurubis qui est le plus gros producteur de cuivre en Europe et le deuxième dans le monde.

Les volumes de cuivre produits en Europe sont cependant en baisse depuis 2017 avec une diminution de 6 % sur la période 2017-2019. Cette baisse fait suite à une réduction de l'approvisionnement en minerai en Europe, notamment due à la fermeture temporaire au Chili et au Pérou des mines de cuivre pour mise aux normes environnementales. La situation a également impacté la France, dans une moindre mesure, le Chili étant la principale source d'approvisionnement en cuivre affiné du pays : les importations de cuivre affiné ont ainsi baissé de 3 % par rapport à 2017 pour atteindre 217 kt en 2019.

En ce qui concerne l'utilisation du cuivre, l'industrie française de la première transformation a fabriqué plus de 225 kt de demi-produits en cuivre en 2019, soit 3 % de plus qu'en 2017. Cela représente 5 % du marché européen, dont la demande en cuivre s'élève à plus de 4,2 millions de tonnes en 2019. La Figure 10 ci-dessous, qui présente l'évolution de la **fabrication de demi-produits** en France sur les dix dernières années, montre une stabilité de la consommation de cuivre par l'industrie française de la première transformation, avec des échanges commerciaux de demi-produits qui évoluent très peu. Ces données de fabrication sont estimées (à partir des données ICSG), mais globalement les acteurs sont en accord avec ces ordres de grandeur.

La France possède un grand nombre d'industries de la première transformation du cuivre (fils et câbles, barres, profilés, tubes, laminés) et de ses alliages : il s'agit en majorité de producteurs de câbles en cuivre, comme Nexans et Prysmian (respectivement 17 et 9 usines en France). Forte de cette grande industrie de transformation, elle se positionne à la 3^{ème} place de la production de demi-produits (et de câble en cuivre) au sein de l'Union européenne (7 % de la fabrication européenne de demi-produits en cuivre), après l'Allemagne (27 %) et l'Italie (21 %).

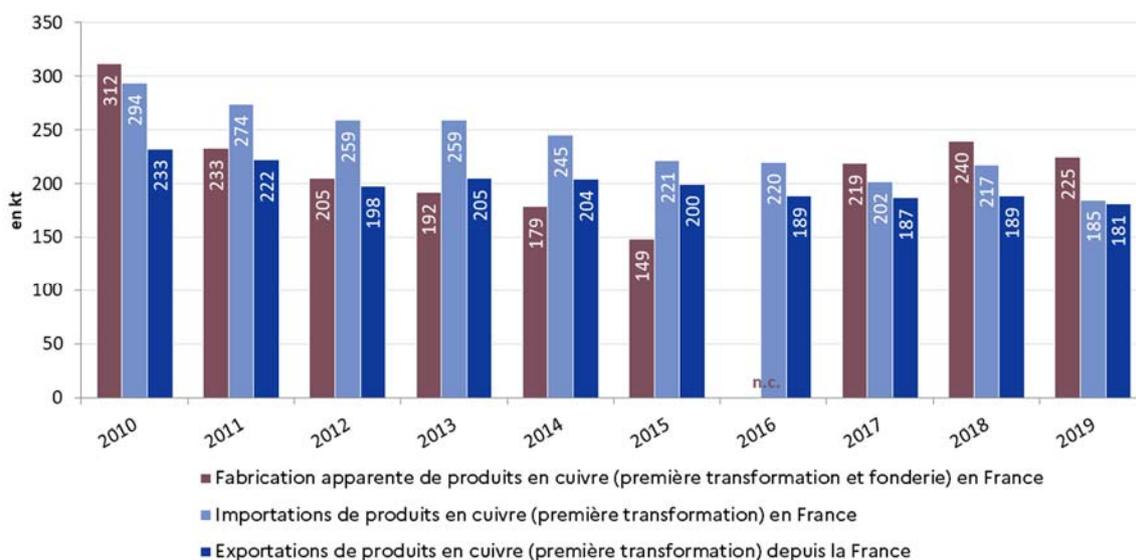


Figure 10 : Fabrication apparente et commerce extérieur de produits de première transformation en cuivre en France (kt), 2010-2019. Source ICSG

Les produits de première transformation sont ensuite utilisés dans de nombreux secteurs d'activité, tels que le secteur de la construction qui représente 35 % du marché (réseau électrique, conduites de gaz, plomberie, etc.), les matériels électriques et électroniques (25,7 %), les équipements industriels (14,7 %), le matériel de transport (14,5 %) et les infrastructures (10,0 %)²⁴. Une grande partie du cuivre est donc destinée à des usages électriques (distribution, transmission et systèmes électriques des bâtiments) et cette part pourrait enregistrer une accélération avec le déploiement des énergies nouvelles et renouvelables, notamment solaire et éolien. Cela s'applique également aux véhicules de transport routier : par rapport aux véhicules conventionnels, les véhicules électriques contiennent trois à neuf fois plus de cuivre (utilisé dans le bobinage des moteurs électriques et le câblage des véhicules).

4.4.2. Gisement et collecte de déchets de cuivre

Comme les années précédentes, les données sur le **gisement de déchets de cuivre** en France ne sont pas disponibles. En revanche, on estime qu'une part importante du gisement est exploitée, notamment par le biais des entreprises de collecte et de préparation des déchets cuivreux en vue de leur recyclage. Ce gisement est constitué en majorité de déchets de cuivre de la plomberie et des installations électriques (dont câbles et fils de cuivre). Des déchets de fabrication des industries utilisatrices de cuivre représentent également une part non négligeable du gisement (bien qu'inconnue).

La **collecte des déchets cuivreux** a globalement augmenté en France depuis 2017 du fait d'une meilleure captation du gisement. Elle s'élève à 280 kt en 2019, soit une hausse de 13 % en deux ans par rapport aux 248 kt en 2017. Le cuivre collecté provient pour 52 % de câbles électriques, dont les câbles isolés²⁵. Cette catégorie de câbles (en mélange avec d'autres matériaux tel que le plastique), qui n'était auparavant pas valorisée en France en quantité importante, est de plus en plus transformée sur le territoire français pour la majorité en cuivre grenaille, ensuite utilisée dans la production de nouveaux câbles (le nombre d'acteurs positionnés sur ce secteur est en revanche très réduit). Cela explique en partie la hausse de la collecte des déchets de cuivre post-consommation, ce gisement étant davantage collecté pour un traitement en France et en Europe.

Par ailleurs, l'année 2018 est marquée par une augmentation plus prononcée des volumes de déchets de cuivre collectés, du fait de la reprise de l'activité économique au niveau mondial dans le secteur de la construction et de l'automobile, générant plus de déchets. Cela a également entraîné une hausse du cours du cuivre, permettant aux acteurs concernés de vendre les déchets à des prix plus compétitifs en France et sur le marché international.

²⁴ European Copper Institute, données 2015.

²⁵ Le câble isolé est constitué d'un fil nu à la base, encastré dans un revêtement plastique. Il devient ainsi isolé.

En revanche, les entreprises de collecte et de préparation des déchets cuivreux en vue de leur recyclage ont eu des difficultés à trouver des débouchés pour certains déchets de cuivre en 2019, conséquence des restrictions sur les importations de certains déchets en Chine. Dans le cas du cuivre, cela concerne particulièrement les déchets nécessitant une main d'œuvre plus importante pour le traitement (câbles et moteurs électriques, catégorie 7). Ces mesures ont bouleversé le marché mondial des déchets de cuivre, avec des répercussions sur l'Union européenne. Ainsi, les acteurs français et européens développent de nouvelles capacités de recyclage en investissant dans des broyeurs pour la valorisation des câbles ou dans des technologies performantes pour le traitement des moteurs. Cependant, certains acteurs européens, en l'absence de capacité de traitement optimale en Europe, trouvent encore peu de débouchés à ces déchets.

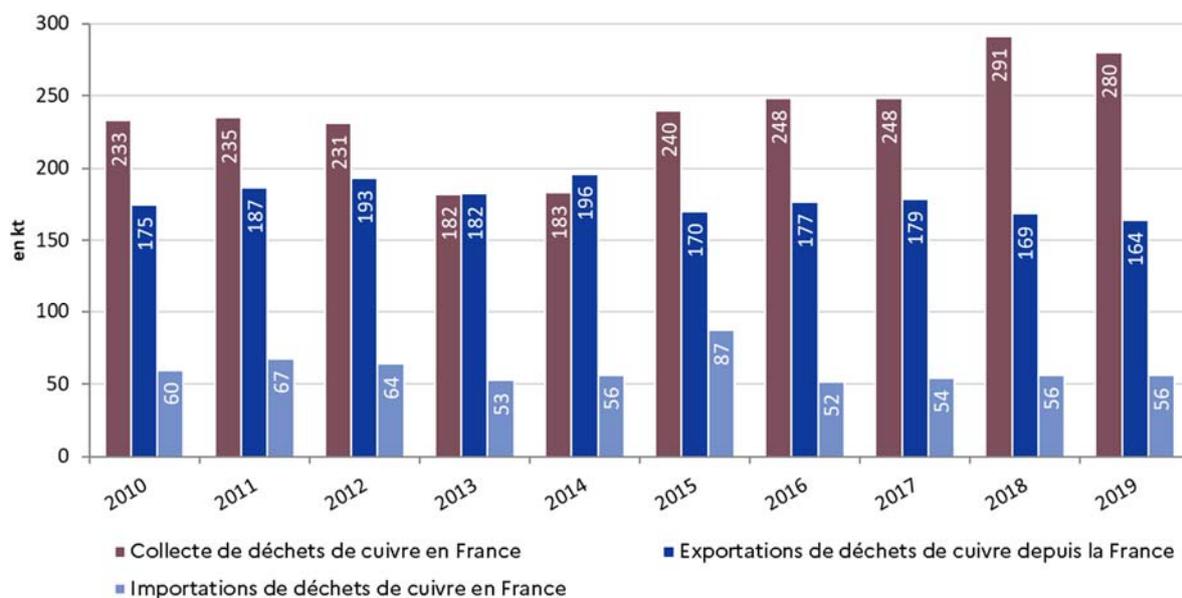


Figure 11 : Collecte et commerce extérieur de déchets de cuivre en France (kt), 2010-2019. Source : FEDEREC, A3M

Les exports de déchets cuivre depuis la France ont ainsi diminué de 8 % entre 2017 et 2019 alors que les imports sont restés stables autour de 55 kt sur la même période. Certains flux, en l'absence de capacité d'affinage, continuent d'être exportés vers d'autres pays européens, notamment l'Allemagne, l'Italie et la Belgique, et la Chine (uniquement les déchets de catégorie 6). Ces exportations sont souvent facilitées par le système de rémunération en espèces pratiqué par ces pays frontaliers qui n'ont pas encore adoptés la politique de « cashless ». Certains acteurs exportent également ces déchets vers les pays de l'Asie du Sud-Est comme la Malaisie, la Thaïlande et les Philippines. Les matériaux y sont démantelés et purifiés avant d'être exportés vers la Chine en tant que déchets de catégorie 6.

La tendance à la baisse des exports de déchets cuivre devrait se poursuivre dans les prochaines années : de plus en plus d'acteurs du recyclage tels que Recycâbles et Valinéo continuent leur investissement dans la valorisation des câbles en France, afin de sécuriser l'approvisionnement en cuivre pour les transformateurs français.

4.4.3. Production de cuivre recyclé et incorporation dans la fabrication de produits en cuivre

Il n'existe pas de données sur la production et l'incorporation de cuivre recyclé dans la fabrication de nouveaux produits en cuivre en France. Deux approches (déjà utilisées lors des précédents exercices du BNR) pourraient permettre d'estimer ces flux : à partir de la collecte des déchets de cuivre (données FEDEREC), ou de la fabrication des produits de première transformation en cuivre (données ICSG). Cependant, ces estimations présentent des limites et donnent des résultats qui sont trop différents pour être réconciliés :

- Estimation à partir de la collecte : volumes trop élevés par rapport à la réalité selon A3M ; non prise en compte des déchets de fabrication ;

- Estimation à partir de la fabrication (première transformation) : volumes trop faibles par rapport à la réalité, *a priori* en raison d'un commerce extérieur de cuivre affiné surestimé car les données douanières sont fournies en poids bruts et non en cuivre contenu.

Les fédérations s'accordent cependant sur les capacités de production du cuivre recyclé par fusion en France, ensuite incorporé dans diverses applications. Lorsque le déchet cuivre est non-allié et relativement pur, il est incorporé dans la fabrication d'anodes. Le cuivre recyclé peut également être incorporé dans la production d'alliages de type laiton (qui contient 60-65 % de cuivre) et bronze (composition en cuivre supérieure à 65 %), on parle de recyclage en boucle ouverte. **A3M estime qu'en 2019 les volumes de cuivre recyclé seraient compris entre 70 kt et 90 kt** (y compris boucle ouverte).

Au niveau européen, la production de cuivre recyclé représente plus de 30 % de la production totale en cuivre, et 19 % de la demande en cuivre est satisfaite par le cuivre recyclé (part du cuivre recyclé dans la consommation totale de cuivre). Les volumes recyclés sont restés plus ou moins stables ces dix dernières années, autour de 800 kt, et ce malgré une hausse de la demande en cuivre dans l'industrie automobile et le secteur de la construction. L'Allemagne reste au premier rang de la production et de la consommation de cuivre recyclé en Europe, devant l'Italie et la France.

S'agissant de l'usage du cuivre recyclé, il peut être incorporé dans la majorité des produits sans contrainte de qualité, compte tenu des technologies innovantes qu'ont intégrées les fabricants de produits à base de cuivre. C'est le cas des producteurs de câbles (représentent la majorité des transformateurs en France) qui ont développé des techniques permettant l'utilisation de la matière recyclée dans les conducteurs électriques. Ces fonderies spécialisées sont dorénavant équipées d'unités de traitement du cuivre recyclé qui le « purifient » en enlevant les traces de polymères et de métaux lourds avant l'élaboration des câbles. Ces développements technologiques ont incité certains câbliers à se positionner sur la valorisation des câbles en fin de vie afin de garantir leur approvisionnement en cuivre, en s'équipant de broyeurs qui permettent de produire du cuivre grenaille pouvant être incorporé dans la fabrication de nouveaux câbles²⁶. En France, Recycâbles, un acteur du recyclage des câbles et métaux non ferreux co-crée par le câblier Nexans, a développé des technologies permettant de valoriser près de 30 kt de déchets de câbles par an dans la filière du cuivre.

L'enjeu futur est d'augmenter la production de cuivre recyclé pour l'industrie de la transformation afin de pallier le manque de capacité d'affinage primaire en France. Pour se faire, plusieurs leviers peuvent être activés : l'optimisation de la collecte des déchets de qualité pouvant être recyclés par fusion ainsi que la poursuite des investissements dans la relocalisation du traitement des déchets de types câbles (ne nécessitant pas d'affinage) en France et/ou en Europe.

²⁶ Le cuivre grenaille est produit à partir de câbles via un procédé de broyage et de granulation. Le broyage consiste à broyer directement et à séparer les granulats à l'aide de tapis vibrants qui séparent plastique et métal.

5. Le plomb

Ce chapitre présente les éléments spécifiques aux différentes étapes du recyclage du plomb en France. Le contexte général du recyclage en France, et le lexique non spécifique à la filière plomb sont présentés en introduction du BNR.

5.1. Lexique

Affinage	L'affinage est un procédé visant à retirer les impuretés métalliques du plomb brut pour obtenir du plomb de haute pureté, par addition d'ajouts spécifiques afin de répondre aux spécifications des clients.
Broyage	Procédé appliqué aux batteries usagées pour la séparation des différents matériaux : les fractions contenant du plomb sont alors séparées de l'électrolyte et des matières plastiques, et envoyées en fonderie pour fusion avec les matières oxydées et les parties métalliques.
Production de plomb primaire	Production de plomb métallique à partir de minerais de plomb.
Production de plomb recyclé	Production de plomb métallique à partir de tous types de déchets contenant du plomb, principalement des batteries usagées, ou de résidus de processus de production (déchets de fabrication, etc.). Le contenu en plomb extrait des déchets subit les mêmes étapes de fusion et d'affinage que le plomb primaire.
Réduction	Traitement thermique qui consiste à réduire les oxydes de plomb, présents dans les concentrés de minerai de plomb ou les fines de plomb issues de déchets, en plomb métallique. Le procédé s'effectue dans un four de fusion à 1200 °C en présence de coke et permet d'obtenir du plomb d'œuvre qui est ensuite envoyé en affinage.

Le périmètre des données existantes sur la collecte et le recyclage du plomb en France ne couvre que les batteries au plomb usagées, qui représentent 80 % du gisement de déchets plomb (manque des données sur le plomb utilisé dans les câbles et les produits manufacturés). Le BNR porte donc actuellement sur cette fraction (80 %) de la filière.

5.2. Le cycle de vie du plomb en France

Il existe deux méthodes de production du plomb : la production de plomb primaire à partir du minerai de plomb, et la production de plomb recyclé à partir de produits en fin de vie contenant du plomb ou des résidus de processus de production. À l'heure actuelle, il n'y a plus de production de plomb primaire en France depuis la fermeture de la fonderie Métaeurop Nord en 2003. L'industrie de l'affinage secondaire représente donc la seule source de plomb en France, hormis les imports de plomb (principalement primaire).

Le plomb (recyclé et primaire) est principalement utilisé dans la fabrication de batteries (industrie automobile) et en moindre quantité dans la fabrication de laminés, de gainages de câbles, d'alliages pour soudure et dans le stockage des déchets radioactifs comme absorbant des rayonnements. La dangerosité du plomb entraîne une restriction progressive de ses usages par exemple dans les peintures, les tuyaux d'eau, etc. En France, le plomb primaire importé est exclusivement utilisé par la cristallerie ou par des fabricants de batteries industrielles pour la fabrication des oxydes de plomb nécessaires à l'empâtage (matière active).

Les batteries usagées représentent 80 % du gisement de déchets de plomb, avec 70 % issues du remplacement de batteries et 10 % issues de véhicules hors d'usage (VHU). Après récupération de l'électrolyte, destiné à l'incinération, les batteries sont broyées et les broyats sont séparés pour en extraire le contenu en plomb, qui est ensuite traité dans un four à 1 200 °C et affiné pour en faire des lingots de plomb titré. L'étape d'affinage est réalisée si le plomb recyclé contient des composés non désirés.

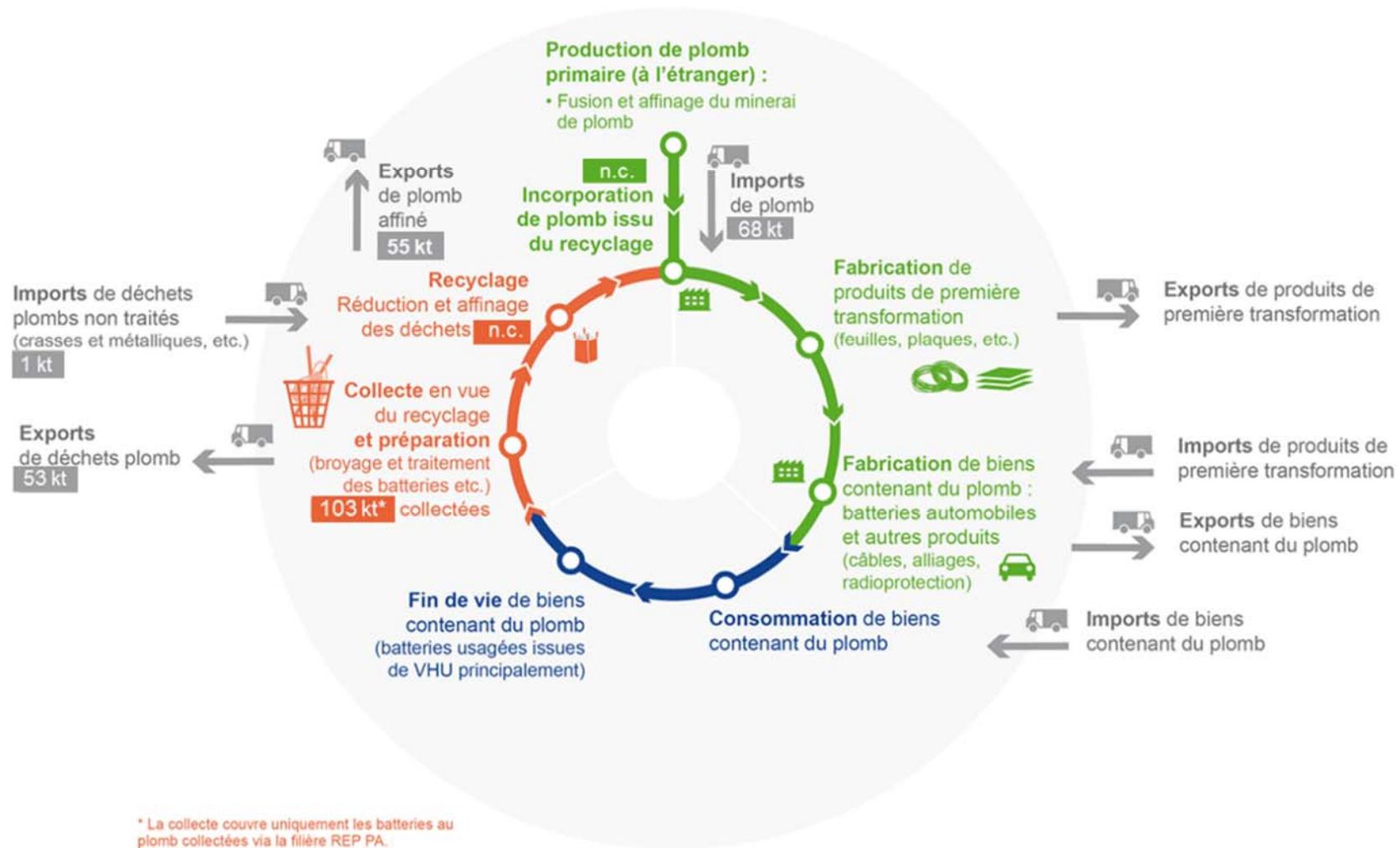


Figure 12 : Cycle de vie du plomb en France, 2019

5.3. Tableau de bord

Les principales sources de données de flux sont le rapport ADEME sur les données de la filière REP Piles et Accumulateurs (PA). Des informations complémentaires sont présentées dans le rapport méthodologique. Les données sur la production et l'incorporation de plomb recyclé ainsi que la fabrication fournies ou estimées par A3M dans le cadre du précédent BNR, ne sont pas disponibles pour cet exercice. La production de plomb recyclé peut théoriquement être estimée à partir de la collecte et du commerce extérieur des déchets. En revanche, les deux jeux de données disponibles pour ce BNR sont sur des périmètres distincts et ne sont pas réconciliables (le gisement collecté a été estimé en se limitant au plomb contenu dans les batteries des véhicules – voir section 5.4.2)- tandis que les données de douanes couvrent l'ensemble des déchets au plomb). Il n'est donc pas possible d'estimer la production de plomb recyclé.

Chiffres clés du recyclage du plomb en France	Unité	2018	2019
Gisement de déchets de plomb	kt	n.c.*	n.c.
Collecte en vue du recyclage de plomb issu de batteries usagées	kt	114	103
<i>dont les déchets de fabrication</i>		n.c.	n.c.
Exportations de déchets de plomb	kt	51	53
Importations de déchets de plomb	kt	2	1
Recyclage par fusion et affinage du plomb (production de MPR)	kt	n.c.	n.c.
Exportations de plomb recyclé	kt	53	55
Taux d'incorporation de plomb recyclé dans la fabrication de produits	%	n.c.	n.c.
Incorporation de plomb recyclé en France ²⁷	kt	n.c.	n.c.
Fabrication de produits en plomb de 1 ^{ère} transformation en France	kt	n.c.	n.c.

*n.c. : non connu



En l'absence de données sur l'incorporation de plomb recyclé, il n'est pas possible de calculer les impacts environnementaux associés au recyclage du plomb en France pour 2019. Cependant, la modélisation effectuée dans le cadre du précédent exercice permet d'obtenir des résultats par tonne de plomb recyclé.

C'est la différence entre la production de plomb 100 % vierge et la production de plomb 100 % recyclé qui est le plus significatif sur les résultats. Les parties amont de la filière de recyclage (collecte, tri et transport voire production de MPR) ainsi que le traitement final évité (mise en enfouissement) sont peu influant sur les résultats environnementaux présentés.

Les principaux inventaires utilisés, précisions méthodologiques et limites associées sont détaillés dans le rapport ACV soumis à revue critique du BNR 2017.

²⁷ Dans le BNR 2017, l'incorporation de plomb recyclé en France était estimée par le plomb recyclé en France disponible pour incorporation en France

5.4. Flux physiques

Pour rappel, comme dans le précédent exercice, il n'existe pas de données consolidées à l'échelle de la filière plomb en France. Le BNR se concentre donc sur les batteries au plomb usagées qui représentent 80 % du gisement de déchets plomb.

5.4.1. Production et consommation de plomb

En Europe, la **production de plomb affiné** (primaire ou recyclé) a connu une hausse de près de 13 % en 2018, et s'est stabilisée autour de 2 015 kt en 2019 d'après le Groupe d'étude international du plomb et du zinc (ILZSG). Environ 75 % de cette production est assurée par l'industrie du recyclage du plomb, soit près de 1 500 kt en 2019 (en majorité en Allemagne et en Italie), reflétant la volonté de l'UE de réduire sa dépendance vis-à-vis du plomb primaire. Cette part de plomb recyclé devrait diminuer à court et moyen termes en raison des difficultés que rencontre le groupe Recylex, deuxième acteur parmi ceux spécialisés dans le recyclage du plomb en Europe, qui a dû fermer temporairement l'une de ses fonderies les plus importantes en Allemagne. On note également la baisse de la demande de plomb dans le secteur automobile.

La production française de plomb est exclusivement basée sur la production de plomb recyclé, en majorité à partir d'accumulateurs au plomb usagés. Il n'y a pas de données disponibles qui permettent d'estimer ce flux sur la période 2018-2019. Toutefois, les données les plus récentes montrent une stabilité du marché ces dernières années, avec une production de plomb recyclé variant entre 70 et 75 kt en France sur la période 2015-2017.

Pour pallier le manque de capacité d'affinage sur le territoire, l'industrie française continue de s'approvisionner en plomb affiné en Europe, majoritairement au Royaume-Uni. Ces importations répondent notamment au besoin en plomb primaire, qui n'est plus produit en France depuis 2003. On observe cependant une baisse des importations de plomb affiné ces deux dernières années, imputable à la baisse de la demande en plomb dans les secteurs consommateurs en France. Elles s'élèvent à 68 kt en 2019, soit une diminution de 7 % par rapport à 2017.

En termes d'usage, le plomb est essentiellement destiné à la fabrication de batteries de démarrage, mais aussi de batteries de traction et stationnaires (80 % des usages en France et plus de 84 % en Europe). Les fabricants d'accumulateurs français sont plus particulièrement positionnés sur le marché des batteries de type industriel (batteries de traction, d'alimentation de secours ou de véhicules électriques). Le plomb est également utilisé en moindre quantité dans les secteurs de l'énergie pour la fabrication des câbles, dans la construction comme éléments d'étanchéité pour toitures, en cristallerie (utilisant uniquement du plomb primaire), dans la radioprotection et dans le nucléaire civil, militaire et médical.

Il n'y a pas de données disponibles sur la consommation de plomb et la **fabrication de produits en plomb** en France, tous produits confondus. Lorsque l'on considère les accumulateurs en plomb, d'après le rapport de la filière REP Piles et Accumulateurs, le marché de leur fabrication affiche une tendance à la baisse, avec une diminution de 6 % (en nombre d'unités) en 2019. Cela reflète un ralentissement du marché automobile ces dernières années, à l'exception de l'année 2019 qui a enregistré une hausse d'environ 2 % des ventes de voitures particulières (hausse qui fait suite au déstockage des modèles polluants par les constructeurs européens contraints de ne pas dépasser un taux moyen d'émissions de CO₂ de 95g/km à partir du 1^{er} janvier 2020).

À l'avenir, le marché des batteries automobiles au plomb devrait connaître un fort ralentissement. D'une part, en 2020, la crise sanitaire a entraîné en Europe une chute des ventes de voitures et une baisse de la demande de remplacement des batteries automobiles (à cause de la baisse du trafic routier). On note également la fermeture temporaire d'importants sites d'assemblage de voitures²⁸. En outre, les batteries lithium-ion se sont imposées face à la technologie plomb sur le marché du véhicule électrique et commencent à être envisagées pour le stockage massif d'énergie dans les réseaux électriques. Plusieurs facteurs expliquent cette mutation : ces batteries présentent des performances élevées en termes de puissance et d'autonomie d'énergie, un coût plus compétitif et une image qui s'améliore, avec le développement de leur recyclage.

²⁸ International Lead and Zinc Study Group (ILZSG), 2021. Review of trends in 2020 – Lead.

5.4.2. Gisement et collecte de déchets de plomb

L'exploitation du **gisement de déchets de plomb** à l'échelle européenne est estimée à 90 % d'après l'ILA. Ce gisement est constitué à 80 % d'accumulateurs au plomb (avec 60 % de batteries automobiles et 20 % industrielles), 6 % de feuilles de couverture de toiture, le reste provient des autres usages du plomb notamment des câbles électriques. En France, le gisement n'est pas connu mais est également estimé comme majoritairement constitué d'accumulateurs au plomb (80 % selon A3M).

Il n'y a pas non plus de données sur la **collecte des déchets de plomb** pour l'ensemble de la filière française. Dans le BNR, ces données sont estimées à partir de la collecte de batteries usagées que les experts s'accordent à considérer représentatives des volumes totaux collectés (les autres usages du plomb étant moindres, le gisement est plus diffus et donc difficile à estimer).

La collecte des déchets de plomb en France est ainsi estimée à 103 kt en 2019²⁹, montrant une tendance à la baisse ces deux dernières années (-14 % par rapport à 2017). Il s'agit du niveau de collecte de déchets le plus bas observé sur les quatre dernières années. Parmi les facteurs explicatifs de ces évolutions, on peut citer la baisse du renouvellement des VHU par des véhicules neufs (à la suite de la suppression du dispositif financier d'incitation au retrait des vieux véhicules du parc).

À noter que les données sur la collecte ont été estimées à partir des chiffres reportés par la filière REP Piles et Accumulateurs avec une part de plomb contenu dans les batteries de 57 %.

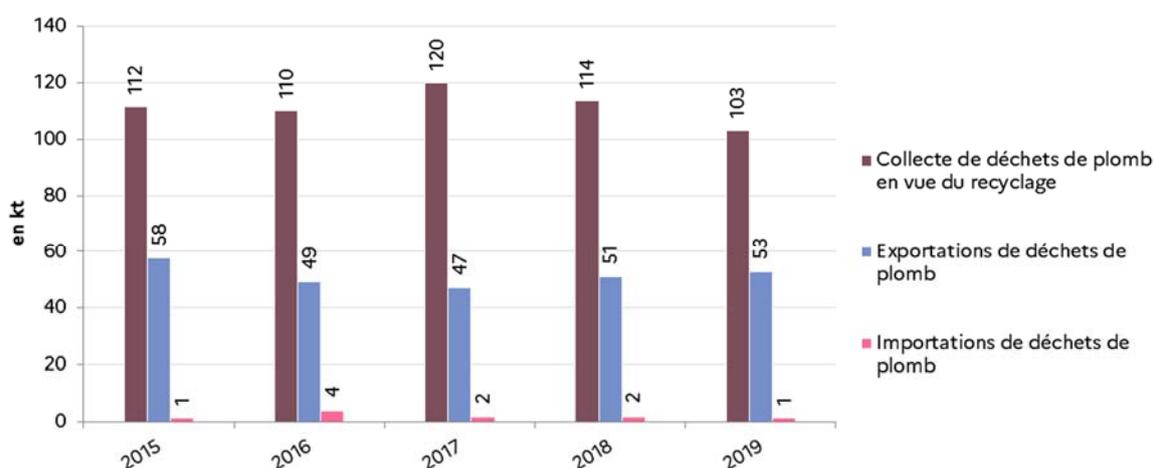


Figure 13 : Collecte en vue du recyclage et commerce extérieur de déchets de plomb en France (kt), 2015-2019. Source : Rapport filière REP Piles et Accumulateurs, A3M.

Plus de 50 % des batteries usagées collectées en France sont destinées à l'export, majoritairement en Espagne et dans une moindre mesure en Allemagne, Belgique et aux Pays-Bas. Les importations restent très faibles. Plusieurs facteurs contribuent à favoriser ces exports et donc à réduire la quantité de déchets disponibles pour un recyclage en France. D'une part, l'accroissement des coûts liés aux taxes et aux contraintes environnementales favorise un commerce des batteries usagées à destination des pays où les contraintes y sont moins fortes. Ainsi, on estime que près de 1 000 tonnes de batteries usagées collectées en France sont exportées vers l'Espagne chaque mois. Le prix d'achat des batteries usagées y est plus élevé qu'en France (jusqu'à 30 % de plus qu'en France), et les paiements en espèces sont autorisés³⁰.

Le marché de la collecte des déchets de plomb risque d'être confronté à une baisse de la demande dans les prochaines années. Par exemple, à court terme, faute de demande, la crise sanitaire de 2020 a fragilisé certains opérateurs spécialisés dans le traitement des déchets d'accumulateurs au plomb comme le groupe Recylex, ce qui a eu des conséquences directes sur les opérations de collecte en France et en Europe.

²⁹ Les batteries collectées via la filière REP PA sont constituées en moyenne à 57 % de plomb, soit 120 kt de plomb contenu dans 210 kt de batteries usagées

³⁰ <https://www.senat.fr/rap/I00-261/I00-261107.html>

5.4.3. Incorporation de plomb recyclé dans la fabrication de produits en plomb

Il n'y a pas de données sur la production et l'incorporation de plomb recyclé en France pour les années 2018 et 2019, contrairement au précédent exercice (pour lequel les données étaient communiquées par A3M). Ce flux pourrait être estimé à partir de la collecte et du commerce extérieur des déchets au plomb. Cependant, les deux jeux de données ne sont pas réconciliables, comme mentionné en section 5.4.2 : les données douanières couvrent l'intégralité des déchets de plomb, alors que la collecte porte sur les batteries usagées au plomb uniquement. De plus, cette approche ne prendrait pas en compte les déchets de fabrication.

En l'absence de ces données quantitatives, une analyse très succincte de la situation française et européenne de la filière d'affinage des déchets de plomb est présentée ci-dessous.

Les acteurs de la filière s'accordent sur le fait que l'incorporation de plomb recyclé par l'industrie française reste très faible en raison, d'une part, de faibles capacités de transformation en France et, d'autre part, de la concurrence européenne sur le recyclage du plomb, les plus gros sites de fonderies étant situés dans d'autres pays européens. Le plomb affiné en France à partir de déchets en France est ainsi majoritairement destiné à l'export vers l'Espagne et l'Allemagne.

Au niveau européen, deux tendances opposées se dessinent :

- Tout d'abord, comme indiqué au chapitre 5.4.1, après une hausse (de 13 %) sur 2017 et 2018, la production de plomb recyclé est confrontée, en 2019, à la baisse globale de la demande dans le secteur automobile et, en conséquence, les opérateurs de traitement des déchets au plomb à des difficultés pour vendre le plomb recyclé.
- Toutefois, la demande en plomb recyclé devrait croître au profit du plomb primaire (sans le remplacer pour certains usages) dans les prochaines années avec le renforcement de la réglementation sur la collecte, le traitement et le recyclage des batteries. En effet, la Commission européenne a présenté, fin 2020, une proposition de règlement sur les batteries dans le cadre du plan d'action pour l'économie circulaire. Le règlement propose notamment : de favoriser l'intégration de plomb recyclé (parmi d'autres matériaux) dans les batteries d'ici à 2035 : à partir du 1^{er} janvier 2027, les industriels pourraient ainsi se voir obligés de déclarer la teneur en plomb recyclé des batteries industrielles et des batteries de véhicules électriques ; et les batteries pourraient devoir respecter une proportion minimale de 85 % de plomb recyclé d'ici au 1^{er} janvier 2030.

6. Le zinc

Ce chapitre présente les éléments spécifiques aux différentes étapes du recyclage du zinc en France. Le contexte général du recyclage en France, et le lexique non spécifique à la filière zinc sont présentés en introduction du BNR. Pour rappel, le BNR porte uniquement sur le recyclage en boucle fermée du zinc, cependant il n'est pas toujours possible de distinguer la part des quantités de zinc incorporées en boucle fermée (production de zinc) parmi les quantités totales de zinc recyclées (dont en boucle ouverte).

6.1. Lexique

Affinage	Procédé visant à éliminer des impuretés métalliques du zinc métal. Il peut se faire dans un four à liquidation et/ou dans une colonne à distiller. Dans le cas du four à liquidation, trois produits sont récupérés en sortie : le zinc purifié à 99 %, le plomb zincifère (5 à 6 % de zinc) et les mattes (5 à 6 % de fer). La distillation fractionnée permet d'obtenir des métaux plus purs. Le zinc ainsi obtenu a une pureté de 99,995 %.
Galvanisation	Procédé, consistant à recouvrir une pièce de métal d'une couche de zinc, qui permet d'éviter la corrosion et d'augmenter la durée de vie du métal. La galvanisation peut s'effectuer à froid (on parle d'électrozingage), en continu, ou à chaud. La galvanisation à chaud, la plus utilisée par l'industrie, correspond à l'immersion des pièces en métal (généralement l'acier) dans un bain de zinc en fusion (à environ 450 °C). C'est aussi le seul procédé de traitement anticorrosion de l'acier par le zinc qui génère un alliage entre fer et zinc, et donne au revêtement ses propriétés chimiques et mécaniques.
Hydrométallurgie	Production de zinc métal à partir d'oxyde de zinc suivant trois étapes : une étape de lixiviation pour permettre la mise en solution du zinc (dans de l'acide sulfurique), suivie de la cémentation pour éliminer les matériaux indésirables, puis de l'électrolyse pour produire du zinc métal, qui est alors récupéré par pelage ou stripping et ensuite affiné par fusion en plaques ou en lingots. Le zinc métal obtenu est très pur (99,995 %) et contient principalement du plomb comme impureté. L'hydrométallurgie concerne 90 % de la production mondiale.
Poussières d'aciéries	Résidu riche en zinc issu du traitement des ferrailles galvanisées dans les aciéries électriques.
Pyrométallurgie	Production de zinc métal par chauffage de l'oxyde de zinc à des températures supérieures à 907 °C, afin d'obtenir le zinc sous forme gazeuse par carboréduction. Le zinc est ensuite récupéré par condensation dans les gaz. Le zinc métal obtenu a une pureté d'environ 98,5 %, nécessitant dans certains cas (galvanisation notamment) une étape ultérieure d'affinage.
Zamak	Alliage de zinc, aluminium, cuivre et magnésium, contenant 95 % de zinc. Le zamak est utilisé dans l'industrie notamment pour : l'automobile, le bâtiment et la ferronnerie basique, pour les petites pièces de quincaillerie, comme les poignées de portes, l'électricité et l'électronique, et les jouets.

6.2. Le cycle de vie du zinc en France

La production de zinc est réalisée soit par extraction à partir de minerais de zinc, généralement la blende (on parle alors de zinc primaire), soit par traitement des produits en fin de vie et des déchets des usines métallurgiques (on parle alors de zinc recyclé). Ces deux processus de fabrication du zinc utilisent les mêmes techniques d'hydrométallurgie (90 % de la production) et de pyrométallurgie. En France, la production de zinc primaire s'effectue uniquement par hydrométallurgie.

S'il n'y a plus d'exploitation minière sur le territoire national depuis les années 1990, la France continue de produire du zinc à partir de **concentré de minerai importé** et via le **recyclage des déchets de zinc**. Pour compléter la production nationale, du zinc métal (primaire et recyclé) est également importé.

Le zinc est utilisé dans plusieurs domaines, notamment dans la galvanisation des tôles d'acier (58 % de la consommation mondiale de zinc), pour le secteur automobile (carrosseries automobiles) et la fabrication d'appareils électroménagers ou de composants électriques. Le zinc est également utilisé dans des composites (sous forme d'oxyde de zinc, de sulfate de zinc, et de tôle de zinc) à des fins de fabrication de toitures et de gouttières. Les autres usages concernent la fabrication d'alliages tels que le laiton (alliage de zinc et de cuivre) ou le bronze, les pièces moulées et la production de pigments et d'autres produits chimiques à base de zinc. Ces produits sont cependant exclus du périmètre du Bilan National du Recyclage.

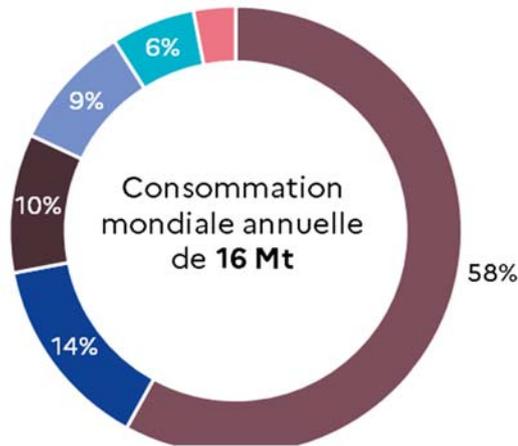


Figure 14 : Répartition de la consommation mondiale de zinc (IZA, 2015)

Du fait de ses nombreuses applications, le zinc se retrouve dans différents types de déchets post-consommation, comme les ferrailles galvanisées récupérées sur des VHU et dans les déchets issus du BTP. La récupération du zinc se fait également à partir de déchets de fabrication notamment les mattes et les cendres. Les cendres (brutes et fines) sont produites par oxydation du zinc au cours du traitement de l'acier et les mattes constituent un mélange de zinc et de fer qui s'accumule au fond du bain de galvanisation. Ces résidus sont soit directement traités sur site (cela concerne uniquement les cendres brutes) ou collectés et envoyés dans des centres spécialisés pour être recyclés.

En France, deux procédés sont utilisés pour le recyclage des déchets de zinc, en fonction de leur nature :

- Les poussières, notamment d'aciéries électriques et de fonderies, sont traitées dans un four tournant selon le procédé Waelz. Ce procédé permet d'obtenir un concentré d'oxyde de zinc brut, appelé oxyde Waelz, qui contient jusqu'à 60 % de zinc. L'oxyde Waelz, après avoir subi une étape de lavage pour éliminer les impuretés, est utilisé par les producteurs de zinc qui peuvent en introduire jusqu'à 30 % dans les lingots de zinc métal primaire ;
- Le second procédé est la fusion directe des déchets de vieux zinc (post-consommation) et de déchets de fabrication métalliques dans les fonderies de seconde fusion. Le métal obtenu est ensuite utilisé dans la fabrication de nouveaux produits, et plus particulièrement des oxydes sous forme de poudre ou dans les alliages. Ces produits ne sont pas couverts dans le BNR, car il s'agit d'un recyclage en boucle ouverte.

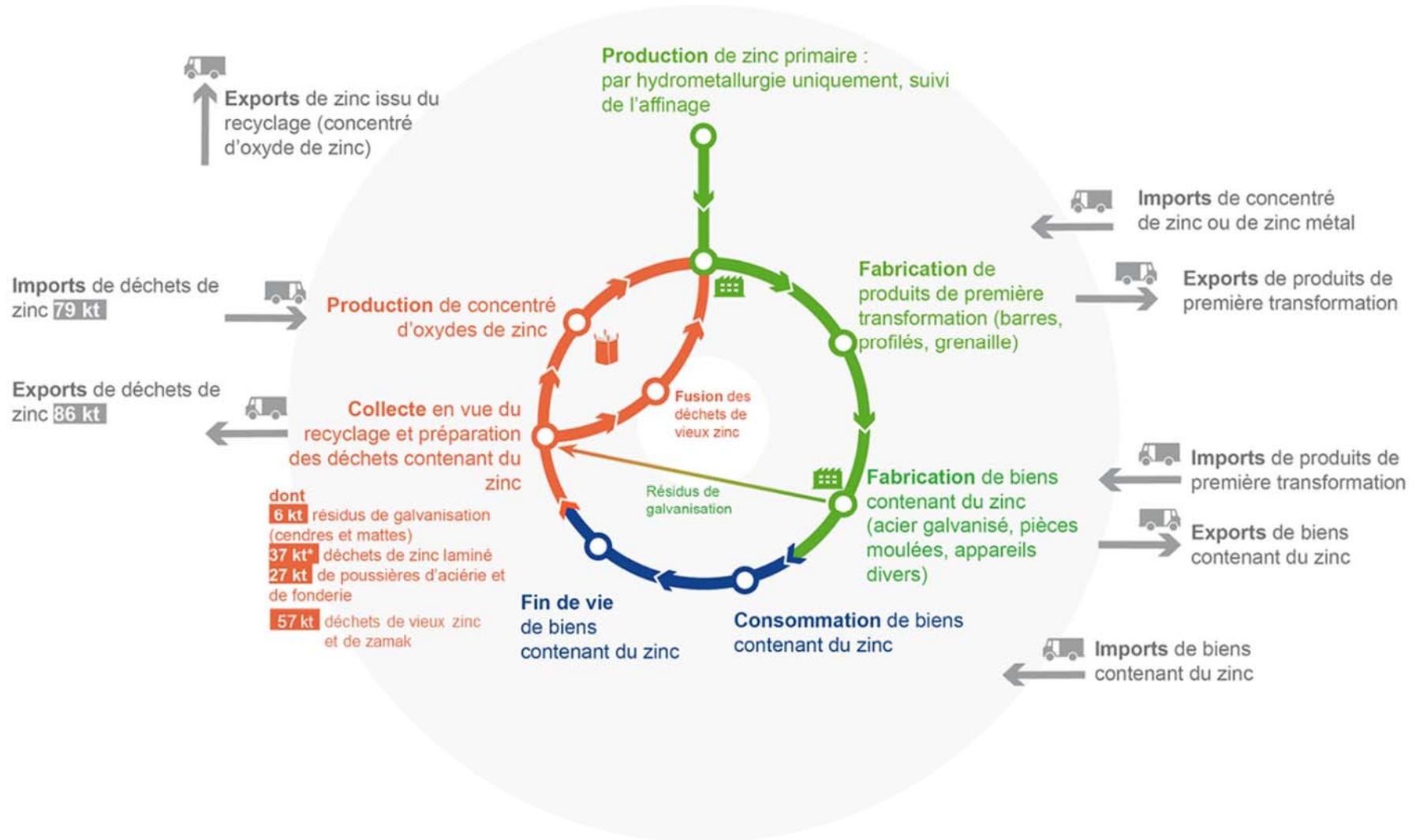


Figure 15 : Cycle de vie du zinc en France, 2019

6.3. Tableau de bord

Il n'existe pas de données couvrant l'ensemble de la filière du zinc en France. Des données sont disponibles sur la collecte de la plupart des déchets de zinc à l'exception du zinc contenu dans la blackmass issue des piles. En ce qui concerne la production de zinc recyclé et l'incorporation dans la fabrication de nouveaux produits, aucune donnée n'est disponible sur les flux concernés. Sur ces étapes du cycle de vie du zinc, une analyse qualitative est réalisée pour les principaux flux sur lesquels des informations sont disponibles :

- Les déchets de vieux zinc métalliques et le zamak ;
- Les résidus de zinc issus de la galvanisation ;
- Les poussières d'aciéries et de fonderies.

À noter que le recyclage du zinc fonctionne en boucle ouverte : les volumes recyclés à partir d'une catégorie de déchet (par exemple, déchets de zinc laminé) sont souvent utilisés dans des applications très différentes (par exemple, galvanisation et alliages). De plus, le zinc recyclé peut être incorporé dans la fabrication d'alliages, rendant la traçabilité de la fraction de métal plus difficile.

Les principales sources de données de flux sont FEDEREC, Galvazinc, Recytech et l'étude A3M³¹ réalisée par I+C sur le recyclage du zinc laminé. Des informations complémentaires sont présentées dans le rapport méthodologique.

Chiffres clés du recyclage du zinc en France	Unité	2018	2019
Gisement de déchets de zinc	kt	n.c.*	n.c.
<i>dont gisement de déchets de zinc laminé</i>		37	n.c.
Collecte de déchets de zinc en vue du recyclage	kt	n.c.	n.c.
Collecte de déchets de vieux zinc et de zamak en vue du recyclage		76	57
<i>dont collecte de déchets de zinc laminé</i>		37	n.c.
Collecte de poussières et résidus de zinc		34	34
<i>dont poussières d'aciéries électriques</i>		26	27
<i>dont poussières de fonderie</i>		2	1
<i>dont résidus de zinc issus de la galvanisation (mattes et cendres)</i>		6	6
Importations de déchets de zinc³²	kt	75	79
Exportations de déchets de zinc³²	kt	85	86
Taux d'incorporation de zinc recyclé dans la production de produits à base de zinc en France³³	%	n.c.	n.c.
Incorporation dans la fabrication de produits en zinc	kt	n.c.	n.c.
Fabrication de produits en zinc	kt	n.c.	n.c.

*n.c. : non connu

COLLECTE ET PRÉPARATION DE DÉCHETS DE MÉTAUX NON FERREUX

624 sites

CA de 2,7 Md€

COLLECTE DE ZINC LAMINÉ :

16 320 acteurs (entreprises du bâtiment, maçons, etc.)

dont 290 démolisseurs

³¹ A3M, VM Building Solutions, Xerfi i+c (2018), Recyclage du zinc.

³² Les données de commerce extérieur de déchets de zinc sont des volumes bruts, et non en équivalent de zinc contenu. Ils ne peuvent donc être directement comparés aux autres données de flux

³³ Le taux d'incorporation ne peut être calculé en raison de l'absence de données sur la fabrication de produits en zinc et le recyclage de déchets de zinc en France

En l'absence de données sur l'incorporation de zinc recyclé, il n'est pas possible de calculer les impacts environnementaux associés au recyclage du zinc en France pour 2019. Cependant, la modélisation effectuée dans le cadre du précédent exercice permet d'obtenir des résultats par tonne de zinc recyclé.

C'est la différence entre la production de zinc 100 % vierge et la production de zinc 100 % recyclé qui est le plus significatif sur les résultats. Les parties amont de la filière de recyclage (collecte, tri et transport voire production de MPR) ainsi que le traitement final évité (mise en enfouissement) sont peu influant sur les résultats environnementaux présentés.

Les principaux inventaires utilisés sont présentés dans le rapport méthodologique, et détaillés dans le rapport ACV soumis à revue critique du BNR 2017.

6.4. Flux physiques

6.4.1. Production et consommation de zinc en France

La **production de zinc** en France s'élève autour de 170 kt sous forme de lingots de zinc métal affiné³⁴. Les données disponibles sur la production ne permettent pas un suivi pluriannuel. L'industrie française s'approvisionne en zinc de la manière suivante :

- Les minerais de zinc sont importés et traités par hydrométallurgie sur la fonderie Nyrstar située à Auby, le seul site industriel français en capacité de mener ces activités ;
- Le zinc recyclé est produit en France et en Europe, le plus souvent à partir de concentrés d'oxydes de zinc ;
- Et enfin du concentré de zinc primaire est importé (sous forme de sulfates de zinc).

Il est estimé que parmi ce mix de matières premières, environ 30 % des volumes sont des oxydes Waelz issus du recyclage³⁵.

La production française de zinc représente environ 7 % de la production européenne, qui oscille entre 2,4 Mt et 2,5 Mt par an et est principalement portée par la Suède et l'Irlande. Par ailleurs, l'Europe représente aujourd'hui environ 19 % du marché mondial du zinc (aux alentours de 13 Mt). La production européenne est en baisse depuis quelques années, contrairement à la production mondiale qui a connu une hausse de 4 % en 2019³⁶. Cela s'explique par une chute de la demande dans le secteur automobile, grand consommateur d'acier galvanisé.

La **consommation de zinc** en France se situe aux alentours de 200 kt en 2019, un marché plutôt en croissance à l'image du marché mondial. Le zinc, comme le cuivre, est un marqueur de la croissance économique des pays, étant donné son utilisation dans la galvanisation de l'acier destiné essentiellement à la construction d'infrastructures et à l'industrie automobile. Le marché mondial du zinc est d'ailleurs principalement porté en 2019 par le secteur de la construction notamment en Inde et dans d'autres pays émergents. En France, on constate une part d'ouvrés en zinc (toitures et gouttières) un peu plus élevée que la moyenne mondiale dans la construction. En outre, du fait des propriétés d'isolant thermique du zinc (par l'extérieur), la consommation de zinc augmente depuis quelques années en France avec la multiplication des chantiers de rénovation énergétique des bâtiments.

L'offre en zinc primaire fournit 178 kt de la demande mondiale en 2019 d'après l'ILZSG³⁷. Le recyclage du zinc et de ses alliages, au sein de circuits de plus en plus optimisés, représente une source d'approvisionnement nécessaire pour les industriels ; d'autant plus que l'activité de production du zinc primaire est confrontée à des problèmes de rentabilité, les coûts de production étant élevés. À ce titre, de nombreuses usines métallurgiques du zinc diversifient leurs activités en valorisant les coproduits de l'affinage du zinc, par exemple l'indium.

D'après l'International Zinc Association (IZA), le stockage de l'énergie est le secteur qui présente le plus fort potentiel de croissance pour la consommation du zinc sur la prochaine décennie. L'association estime que le secteur des batteries rechargeables devrait croître de manière exponentielle sur cette

³⁴ Les données disponibles ne permettent pas un suivi fin d'année en année

³⁵ Entretien avec Nyrstar

³⁶ <https://www.insidermonkey.com/blog/11-largest-zinc-producing-countries-in-the-world-855205/>

³⁷ Reuters. Zinc and lead supply hits push expected surpluses into 2020

période (passant de 600 t en 2020 à 77,5 kt en 2030), notamment en raison du développement des stations de stockage électrique. L'IZA a d'ailleurs mis en place le projet Zinc Battery Initiative³⁸ pour promouvoir les avantages des batteries au zinc dans les secteurs de l'aviation et de la marine, en particulier le fait qu'elles sont non inflammables contrairement aux batteries lithium-ion.

En revanche, la crise sanitaire de 2020 risque de mettre en difficulté la production de zinc primaire à partir de minerai au niveau mondial sur les prochaines années. L'arrêt temporaire de l'activité de mines et d'usines à cause des mesures de quarantaine pourrait peser sur la chaîne d'approvisionnement du zinc : on estime que 25 % des mines de zinc, à l'échelle mondiale, ont dû fermer leurs sites ou réduire leur production, notamment dans les grands pays producteurs dont le Pérou et le Mexique³⁹.

6.4.2. Gisement et collecte de déchets de zinc en France

Le **gisement de déchets de zinc** n'est pas connu en France et reste difficile à estimer. Cela s'explique par la diversité des applications (notamment pour des usages industriels) de ce matériau et la durée de vie très longue⁴⁰ des produits en zinc, qui rendent la traçabilité et l'évaluation du gisement plus difficiles. Le gisement de déchets de zinc laminé post consommation a été estimé à 37,3 kt pour 2018, provenant majoritairement de toitures et de gouttières en zinc. Si aucune donnée n'est disponible sur les autres catégories de déchets, il est estimé que les gisements associés aux principales applications du zinc sont largement exploités aujourd'hui. Cela concerne notamment les ferrailles galvanisées des VHU, les alliages de zinc tels que le zamak, et les résidus des différents procédés de transformation du zinc.

La collecte des déchets de zinc en France s'effectue via différents canaux en fonction de leur nature :

- Les déchets de vieux zinc laminé (issus de toitures et de gouttières en zinc) ainsi que les déchets de zamak (majoritairement en provenance des dynamos de voitures) sont respectivement collectés par les acteurs du BTP et de la démolition, et la filière VHU ;
- Les déchets de zinc de galvanisation, regroupant les résidus du procédé de galvanisation à chaud (mattes et cendres) et les poussières d'aciéries électriques et de fonderies produites lors du traitement des carrosseries de VHU, se retrouvent dans les ferrailles prises en charge par la filière de l'acier qui les envoient ensuite dans des centres spécialisés pour recyclage. En France, le recyclage des poussières est assuré par Recytech, seule entreprise en capacité de recycler ces flux sur le territoire français.

La **collecte des déchets** de vieux zinc et de zamak en France suit une tendance à la baisse depuis 2017 malgré des prix stables, et s'établit à 57 kt en 2019. Cependant, ces données ne permettent pas de faire un suivi précis des volumes en raison de fortes incertitudes^{41,42}. La collecte du vieux zinc en France est très fractionnée, assurée par une multitude d'acteurs dont la majorité sont des PME ou des TPE du secteur du bâtiment et des travaux de réhabilitation ou de démolition. Selon certains acteurs, cela impacte la traçabilité et la collecte de ce flux, une partie des déchets récupérés par des acteurs de petite taille pouvant finir en décharge à cause des coûts de traitement élevés en France et en l'absence d'une demande suffisante sur le marché.

A contrario, la filière de collecte est bien établie pour les déchets de galvanisation (dont les poussières d'aciéries électriques et de fonderies), portée notamment par la réglementation qui exige la collecte de ces flux. La collecte de ces déchets a augmenté de 25 % sur la période 2017-2018 pour se stabiliser autour de 34 kt en 2019. Ces déchets proviennent principalement des poussières d'aciéries électriques qui représentent 79 % des volumes collectés. Les résidus ou coproduits de la galvanisation représentent 17 % des volumes, et les 4 % restant concernent les poussières de fonderies. D'autres résidus riches en zinc tels que la blackmass⁴³ sont également collectés en France, mais la prise en charge de ces flux est très diffuse (pas de données disponibles) avec de nombreux petits acteurs positionnés sur ce secteur.

³⁸ <https://www.zincbatteryinitiative.com>

³⁹ La Tribune des métaux. Zinc : le potentiel haussier semble limité

⁴⁰ La durée de vie des produits contenant du zinc est de 31 ans en moyenne, et jusqu'à 100 ans pour le zinc laminé

⁴¹ La collecte des déchets de vieux zinc et de zamak en France est estimée à partir des données FEDEREC (voir rapport méthodologique). Elle a reculé de plus de 33 % entre 2018 et 2019, baisse qui est principalement due aux incertitudes de l'estimation sur les petits flux (face aux autres métaux non ferreux) et ne reflète donc pas la réalité des tonnages collectés

⁴² Voir la section sur le zinc dans le rapport méthodologique pour plus de détails sur la méthode d'estimation de la collecte des déchets de vieux zinc et de zamak

⁴³ Poudre issue du broyage des piles constituée d'un amalgame de zinc manganèse (et souvent du mercure)

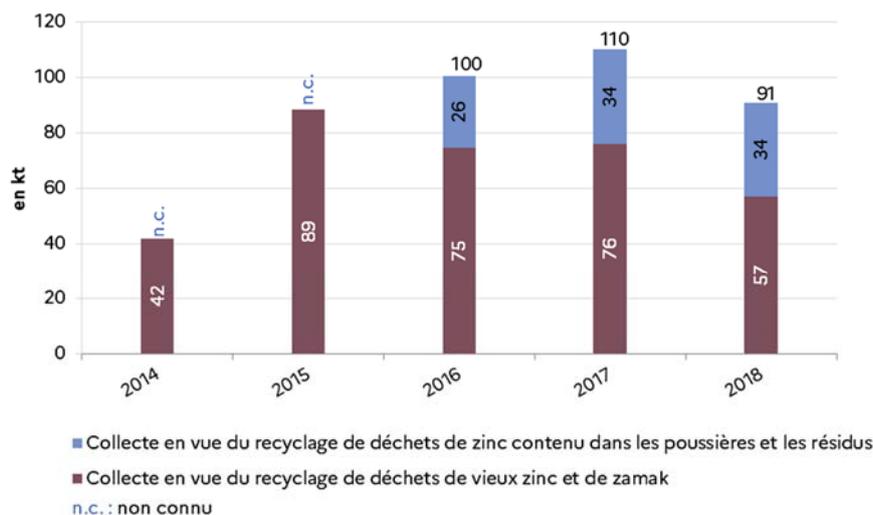


Figure 16 : Collecte apparente de déchets de zinc en France (kt), 2015-2019. Source : FEDEREC, Recytech, Galvazinc

Les principales destinations des déchets de zinc collectés en France sont l'Italie, les Pays-Bas et la Belgique. Ces exports ont connu une forte baisse depuis 2017 (- 43 kt en un an) pour atteindre 85 kt en 2019, alors que les volumes importés sont restés relativement stables sur la même période.

La France reste donc exportatrice nette de déchets de zinc, à hauteur de 7,5 kt en 2019. En effet, s'agissant du vieux zinc métallique en particulier, la France tire peu profit de ses gisements, notamment par manque de capacité de traitement sur le territoire. Cela s'explique par l'absence de fonderie de seconde fusion produisant des lingots de zinc recyclé sur le territoire français (voir section 6.4.3 pour plus de détails). D'autre part, certains déchets contenant des substances indésirables telles que le cadmium ou du chlore ne sont pas acceptés en France en raison de la réglementation, et quittent le territoire pour un traitement dans les pays voisins, notamment en Belgique.

À noter que les données douanières (données brutes, et non en zinc contenu) et les données de collecte sont sur des périmètres distincts et ne sont pas réconciliables⁴⁴.

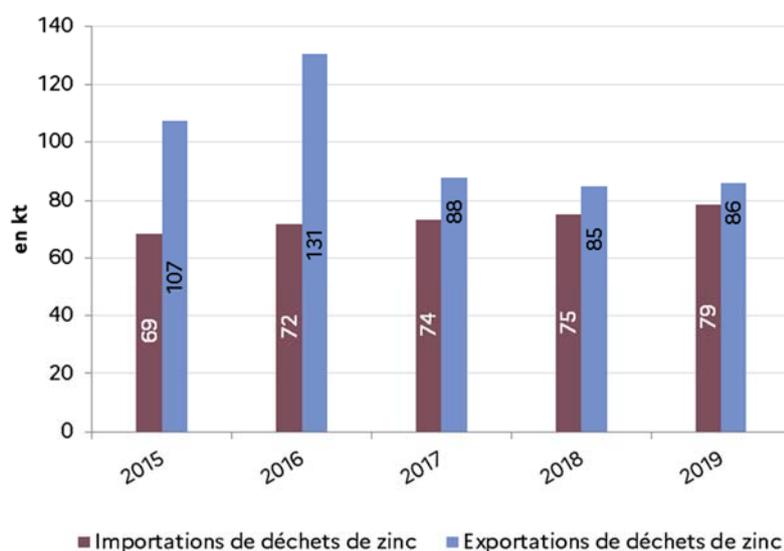


Figure 17 : Commerce extérieur de déchets de zinc (volumes bruts et non pas en zinc contenu) en France (kt), 2015-2019. Source : Le kiosque (Statistiques nationales du commerce extérieur)

6.4.3. Incorporation de zinc recyclé dans la fabrication de produits en zinc en France

⁴⁴ Les données douanières couvrent tous les types de déchets zinc : déchets et débris de zinc (y compris les alliages) ainsi que les poussières de zinc. La teneur en zinc dans les déchets d'alliages n'est pas connue.

Il n'existe pas de données nationales sur **la production et l'incorporation de zinc recyclé** en France. Cela tient principalement à deux facteurs : un manque de données sur les volumes concernés à l'échelle de la filière, et parce qu'il s'agit de recyclage en boucle ouverte. En effet, le zinc recyclé à partir d'une catégorie de déchets (par exemple, zinc laminé) est souvent utilisé dans des applications très différentes (principalement en galvanisation) et dans les alliages, rendant la traçabilité des flux de zinc métal difficile. En revanche, certains acteurs estiment qu'environ 30 % de la production de zinc primaire provient de concentrés d'oxydes Waelz, issus du recyclage, soit à peu près 50 kt par an (dont 14 kt sont issus d'un recyclage en France). Par ailleurs, il est considéré qu'environ 50 % du zinc recyclé en France est exporté, notamment vers l'Italie.

En l'absence de données complètes, des informations qualitatives sur les modes de traitement des déchets de zinc collectés en France, à savoir les déchets de vieux zinc laminé et les poussières et résidus de zinc, sont indiquées ci-dessous.

Comme précisé dans la section précédente, les déchets de vieux zinc métallique collectés en France sont principalement traités à l'étranger, en raison de l'absence de fonderies de seconde fusion spécialisées dans la production de zinc métallique recyclé sous forme de lingot. Le vieux zinc métallique collecté en France est nettoyé et formaté/broyé par les entreprises de collecte et de préparation des déchets en vue de leur recyclage. Ces déchets sont ensuite envoyés en vrac à des fonderies étrangères qui le refondent pour produire du zinc recyclé avec un degré de pureté pouvant atteindre 97 % (contrairement au zinc de première fusion dont le degré de pureté peut atteindre jusqu'à 99,955 %). Des fonderies telles que GenlisMetal sont également spécialisées dans la production d'alliages de zinc généralement à partir de déchets de zinc de type zamak (fusion directe de déchets).

Concernant les poussières et résidus de zinc, ceux-ci sont en majorité pris en charge en France par des entreprises spécialisées, à l'image de Recytech. Ces déchets sont enrichis en zinc par le biais d'un traitement pyrométallurgique qui permet d'obtenir des oxydes Waelz (la teneur en zinc passant de 20-30 % à plus de 60 %), ainsi renvoyés à l'industrie du zinc comme matière première. Après lavage, l'oxyde Waelz est incorporé dans la production primaire et permet d'obtenir du métal de qualité similaire au métal issu de minerai. Cependant, le marché fait aujourd'hui face à une baisse de l'activité des aciéries électriques européennes, et donc de l'approvisionnement en poussières d'aciéries. Certains industriels européens du zinc se tournent donc vers des produits de substitution comme les résidus de broyage de piles ou des boues de bain de galvanisation qui nécessitent en revanche des adaptations des procédés de transformation industriels actuels.

La qualité du tri et les contraintes réglementaires sur la composition de certains déchets restent les principaux freins au recyclage des déchets zincifères ainsi qu'à l'incorporation de zinc recyclé en France. Ainsi que précisé précédemment, la présence de substances indésirables dans certains déchets limite leur traitement en France. De plus, il n'y a pas d'affinage du zinc de seconde fusion : l'étape de tri des déchets est donc clé pour obtenir des fractions de qualité élevée, incorporables par les fonderies de seconde fusion effectuant de la fusion directe.

7. Les papiers-cartons

Ce chapitre présente les éléments spécifiques aux différentes étapes du recyclage des papiers et cartons en France. Le contexte général du recyclage en France, et le lexique non spécifique à la filière papiers et cartons sont présentés en introduction du BNR.

7.1. Lexique

Les papiers et cartons couvrent une grande diversité de produits : papiers et cartons d'emballage, papiers à usage graphique, papiers spéciaux et papiers d'hygiène.

Emballage papiers et cartons	Sont considérés comme emballages papiers et cartons les corps d'emballage de produits ayant une structure comprenant au moins 50 % en poids de matériau papier-carton. Leur fonction est de protéger les produits qu'ils contiennent et/ou qu'ils regroupent lors de leur transport ou de leur stockage, ou encore la présentation à la vente ⁴⁵ .
Papiers et cartons à recycler (PCR)	Déchets de produits à base de papiers et cartons collectés séparément et triés en catégories homogènes (CEN 643), destinés au recyclage dans une usine papetière. Ils sont d'origines diverses : industrielles (emballages industriels et commerciaux, papiers de bureaux, etc.) et ménagères (journaux et magazines, emballages ménagers, etc.) ⁴⁶ .

7.2. Le cycle de vie des papiers et cartons en France

Il existe trois étapes de production de produits à base de papiers et cartons : (1) la **production** de pâte à papier à base de bois et/ou de papiers et cartons à recycler ; (2) la **fabrication** de papiers et cartons ; (3) la **transformation** des papiers et cartons en produits finis. Certaines entreprises intègrent ces trois étapes, sur des sites uniques ou différents, et transforment donc également les papiers et cartons qu'elles produisent en produits finis. Il existe plusieurs secteurs utilisateurs de papiers et cartons : les papiers et cartons d'emballage (papiers pour ondulés, papiers d'emballages souples, cartons ondulés, cartons plats, cartons pour enroulement, cellulose moulée), les papiers à usage graphique (journaux et magazines, prospectus, papiers de création, papier bureautique et articles de papeterie notamment), les papiers spéciaux et les produits d'hygiène.

La collecte des produits usagés à base de papiers et cartons s'organise selon trois circuits principaux :

- Le circuit industriel par lequel transitent les déchets de fabrication (de l'imprimerie et du conditionnement) ;
- Le circuit industriel et commercial, par lequel transitent les déchets post-consommation de la grande distribution, le secteur tertiaire, l'industrie et des commerces de taille moyenne : emballages en particulier de transport usagés, journaux invendus, papiers de bureau, etc. ;
- Le circuit ménager, par lequel transitent les déchets gérés par les collectivités locales (ménages, petits commerces, petits bureaux) : emballages, journaux et magazines, imprimés publicitaires, papiers de bureau, etc.

Une fois collectés, triés et conditionnés, les PCR sont envoyés directement, ou via des négociants, chez des producteurs de papiers et cartons recyclés. Les produits usagés non recyclés, notamment en raison d'une qualité insuffisante, (issus de la collecte non séparée pour la plupart) sont orientés vers la valorisation énergétique et l'enfouissement.

Lorsque la pâte à papier est produite à partir de papier recyclé, la fibre de cellulose recyclée est plus courte qu'une fibre de cellulose vierge. Certains produits, du fait de leurs exigences qualité particulières, nécessitent un apport plus élevé en fibres longues. Pour cette raison, le bon fonctionnement de la filière nécessite l'ajout de fibres longues : sous forme de fibre de cellulose (par exemple par l'incorporation de déchets de magazines, qui sont produits à partir de fibres vierges), ou de PCR riches en fibres vierges (par exemple pour la production de papier pour ondulé qui nécessite l'utilisation de fibres de plus en plus longues). Pour certains papiers techniques, les caractéristiques recherchées excluent l'usage de PCR.

⁴⁵ Définition du Laboratoire National de métrologie et d'Essais (LNE)

⁴⁶ COPACEL

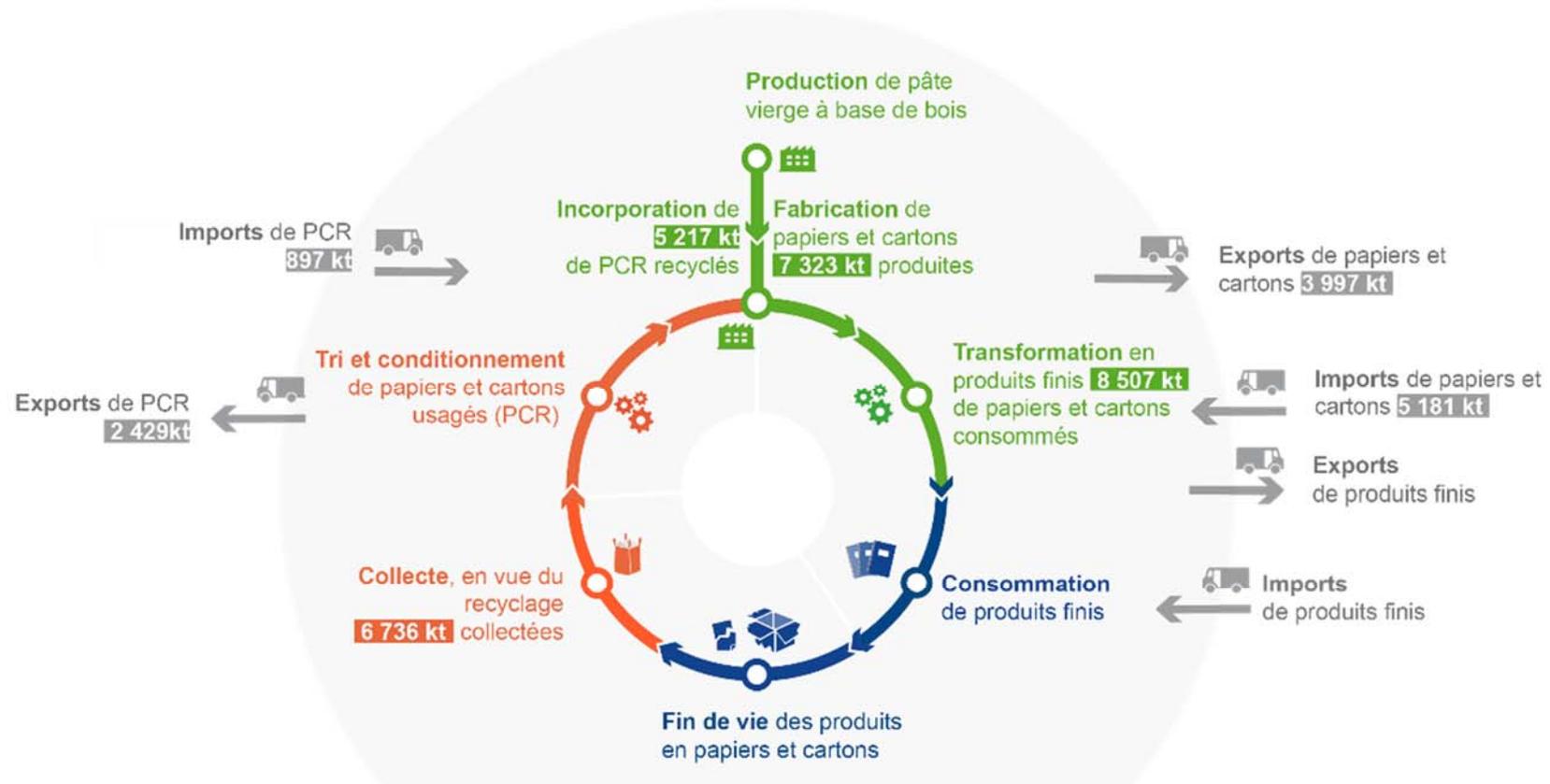
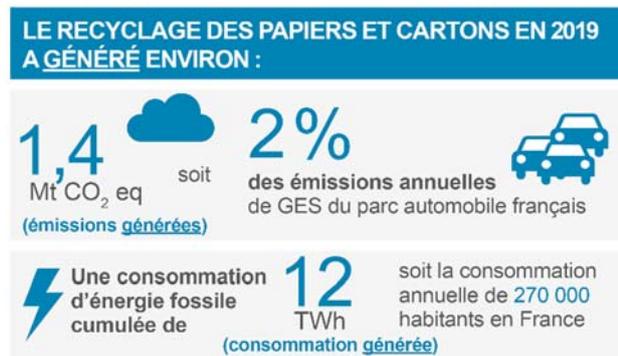


Figure 18 : Cycle de vie des papiers et cartons en France, 2019

7.3. Tableau de bord

Les principales sources de données de flux et socio-économiques sont COPACEL (Union Française des Industries des Cartons, Papiers et Celluloses) et FEDEREC (Fédération professionnelle des entreprises du recyclage). Des informations complémentaires sont présentées dans le rapport méthodologique.

Chiffres clés du recyclage des papiers et cartons en France	Unité	2018	2019
Gisement de papiers et cartons usagés⁴⁷	kt	8 789	8 519
Papiers et cartons usagés collectés en vue du recyclage	kt	6 947	6 736
Exportations de PCR	kt	2 525	2 429
Importations de PCR	kt	958	897
Taux d'incorporation de MPR⁴⁸	%	69 %	71 %
Incorporation de MPR dans la fabrication de papiers et cartons	kt	5 402	5 217
Fabrication de papiers et cartons	kt	7 870	7 323



Sur la base d'une production de papier-carton d'origine 100% recyclée (en prenant en compte toutes les étapes du recyclage, ainsi que les pertes associées), et considérant que sont évités un mix incinération (avec valorisation énergétique) et mise en centre de stockage (avec récupération de biogaz), ainsi qu'une production de papier-carton d'origine européenne 100% vierge (depuis l'extraction des matières premières).

Le recyclage des papiers-carton en France en 2019 a généré un impact sur le changement climatique et une consommation d'énergie fossile primaire similaire à la situation de 2017, du fait la stabilité des tonnages incorporés entre les deux périodes temporelles étudiées.

L'évaluation environnementale s'appuie sur la prise en compte de la production et du recyclage des papiers et cartons. Les données de production de papier-carton utilisées sont représentatives des technologies européenne (mix entre des données Ecoinvent et FEFCO). On distingue le recyclage pour des emballages et conditionnement et le recyclage pour des usages graphiques. Pour les étapes de collecte et de tri, on distingue les flux issus des DMA et les flux issus des DAE. Ces étapes sont représentatives de la situation française.

La filière de recyclage du papier-carton est un faible contributeur sur les résultats environnementaux totaux du BNR 2019. Les résultats sur l'indicateur de changement climatique sont très proches entre les impacts du recyclé et les impacts du vierge. C'est donc le traitement final évité qui est déterminant : un

⁴⁷ Estimation IEIC, voir rapport méthodologique

⁴⁸ Le taux d'incorporation est calculé comme le ratio entre les tonnages totaux pour l'incorporation de PCR et la fabrication de papiers et cartons. À noter que ce taux ne reflète pas l'incorporation au niveau des produits mais bien à l'échelle de la filière.

mix incinération et stockage est utilisé pour calculer le scénario de traitement final évité, suivant les taux observés pour les déchets ménagers résiduels : 69 % d'incinération (avec valorisation énergétique) et 31 % d'enfouissement en centre de stockage (avec récupération du biogaz). En l'occurrence, la consommation de ressources fossiles est légèrement plus élevée pour la filière de recyclage que pour la filière de vierge. Cependant les travaux menés dans l'ACV FEDEREC de 2017⁴⁹ montrent que la filière de recyclage consomme trois fois moins d'énergie lorsque toutes les sources d'énergie sont prises en compte (énergie fossile et énergie renouvelable, dont biomasse). La filière de vierge produit majoritairement son énergie à partir de biomasse (dont la contribution est nulle à l'indicateur de changement climatique et à l'indicateur d'utilisation des ressources fossiles). Il est par ailleurs rappelé que les filières de papiers et cartons vierge et recyclé sont complémentaires, et que le recyclage des papiers et cartons est donc un moyen de réduire les consommations d'énergie de la production de papiers et cartons dans son ensemble.

Les principaux inventaires utilisés, précisions méthodologiques et limites associées sont détaillés dans le rapport ACV soumis à revue critique du BNR 2017.

7.4. Flux physique

7.4.1. Fabrication des papiers et cartons

Après une période de stabilité autour de 8 Mt entre 2012 et 2017, la fabrication de papiers et cartons a baissé sur 2018 et 2019. En 2019, cette baisse (- 7 %) s'est aussi reflétée sur la consommation apparente par les transformateurs (- 3 %), dans un climat de ralentissement de la croissance du PIB en Europe (+ 1,4 % en 2019 au lieu de + 1,9 % de 2018 pour la moyenne européenne, + 1,2 % au lieu de + 1,8 % pour la France).

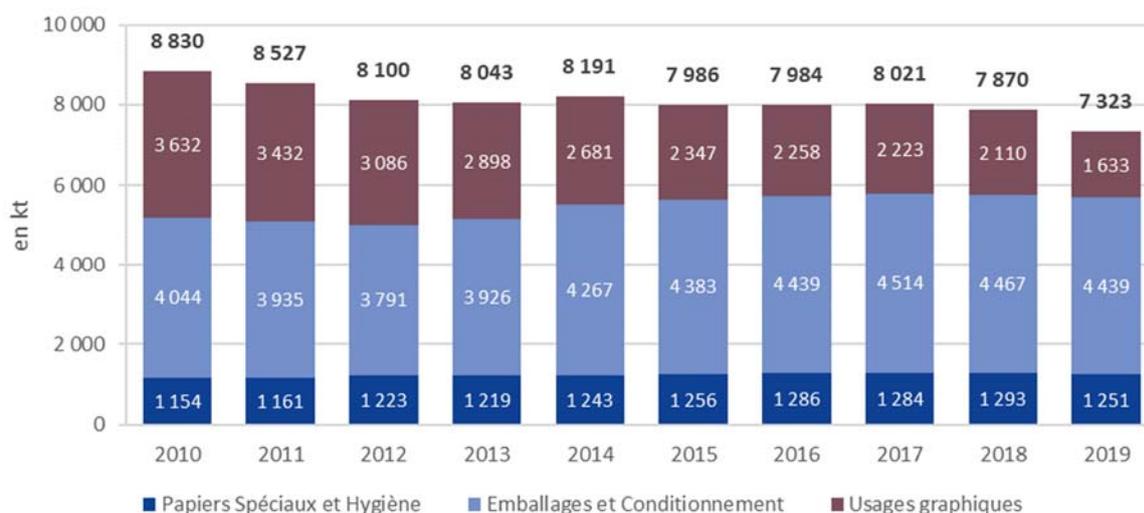


Figure 19 : Fabrication des papiers et cartons en France (en kt), par type, 2010-2019. Source : COPACEL

La baisse de production de papiers et cartons en France fait suite à une baisse de la capacité de production courant 2019, qui a principalement affecté le secteur du papier graphique (fermeture de sites de la société Arjowiggins, dont les activités de production de papier graphique ont été arrêtées début 2019). Par ailleurs, les prix de vente ont diminué pour la plupart des familles de papiers et cartons, si bien que l'ensemble du secteur a vu son chiffre d'affaires baisser significativement de l'ordre de 13 %.

Les évolutions sont contrastées entre les différents types de papiers et cartons. Hors usages graphiques, la fabrication de papiers et cartons reste relativement stable en France en 2018 et 2019 :

- La fabrication de papiers et cartons d'emballages et de conditionnement s'est légèrement contractée en 2019 (-0,6 %), suite à différents arrêts techniques et à la fermeture d'un site de petite capacité produisant du carton plat. Cependant, les papiers pour ondulés continuent de croître en part de marché, portés par la demande de l'industrie agroalimentaire, en tant qu'alternative au plastique, et du commerce en ligne ;

⁴⁹ FEDEREC et l'ADEME (2017), Évaluation environnementale du recyclage en France selon la méthodologie de l'analyse de cycle de vie

- La fabrication de papiers d'hygiène a légèrement baissé, comme depuis les dix dernières années. Cela s'explique par une demande en produits de première nécessité peu sensible aux perturbations de marché ;
- À l'inverse, le déclin des papiers graphiques s'accélère en 2019 (-23 %), avec l'arrêt de production de plusieurs sites du groupe Ajowiggins. La baisse globale de production sur ce secteur s'explique par un climat toujours plus favorable au numérique.

Une baisse similaire est observée à l'échelle européenne (- 3 %), mais est atténuée en partie en raison d'un accroissement de la production (et des capacités associées) d'emballages dans certains pays. Ainsi, la France a vu sa part de la production européenne réduire de 3 points entre 2000 et 2019, en faveur de l'Espagne, de l'Italie et de l'Allemagne, qui ont accru leur capacité de production ces dernières années par la création de nouvelles usines⁵⁰.

Le commerce extérieur de papiers et cartons neufs est relativement stable depuis 2014, avec des imports et des exports respectivement autour de 5,2 Mt et 4 Mt en 2019. Ces échanges se font majoritairement au sein de l'Union européenne (qui représente plus de 97 % des imports et 87 % des exports en 2019). L'Allemagne est le principal partenaire de commerce de la France, représentant à elle seule plus du quart du commerce extérieur. La balance commerciale est déficitaire depuis 1989, et la baisse de production en 2019 a accentué le déficit pour atteindre 1,2 Mt (-32 %).

Dans les prochaines années, le papier-carton devrait bénéficier d'un contexte favorable en tant qu'alternative aux plastiques à usage unique qui sont progressivement interdits à la vente pour une fraction des emballages ménagers⁵¹, et du développement du commerce à distance. Ce report est particulièrement attendu pour les emballages ménagers : ainsi, Revipac prévoit un doublement d'ici 5 à 10 ans du flux collecté de papiers et cartons complexés (contenant plus de 15 % en masse d'autres matériaux, lesquels couvrent une face au minimum), sur un flux qui représente aujourd'hui 3 % des emballages en papiers-cartons ménagers et industriels collectés.

Citeo identifie cependant un point d'attention sur le papier-carton pelliculé. Ce flux contient une part non négligeable de plastique, qui, sans altérer la recyclabilité du papier-carton (la séparation de matériau est bien maîtrisée dans le processus de recyclage), pourrait représenter un tonnage significatif de déchets notamment plastiques, qui n'est aujourd'hui pas recyclé.⁵² On notera cependant le lancement d'un projet soutenu par l'ADEME sur la valorisation énergétique des résidus de tri et de recyclage, en tant qu'alternative à leur enfouissement, qui est réalisé sur un site papetier en Alsace.⁵³

7.4.2. Gisement et collecte des papiers et cartons usagés

Le **gisement de papiers et cartons usagés** est estimé à 8,5 Mt en 2019, dont 1,1 Mt de déchets d'emballages ménagers en papiers et cartons⁵⁴, et est relativement stable depuis 2015. Par ailleurs, la part des emballages industriels et commerciaux est prépondérante par rapport aux emballages ménagers. Cette estimation est calculée à partir des données de collecte et du taux de récupération. Le taux de récupération correspond à la part de déchets collectés et destinés au recyclage parmi la quantité totale de déchets générés. Pour les papiers et cartons, ce taux est de 79 % en 2019, au-dessus de la moyenne européenne (relativement stable autour de 72 %), et en baisse par rapport à 2017 (82 %)⁵⁵.

La **collecte de papiers et cartons usagés destinés au recyclage** est de 6,7 Mt en 2019⁵⁶, en légère baisse depuis deux ans (-5 % en 2018 et -3 % en 2019). Cette évolution est principalement visible sur la collecte de papiers (-14 % en 2019), en cohérence avec la baisse de production, en particulier pour le secteur des papiers graphiques.

⁵⁰ Données CEPI (Confederation of European Paper Industries)

⁵¹ À l'échelle européenne, les interdictions sont encadrées par la Directive SUP, et sont prolongées à l'échelle française depuis 2020 avec la loi anti-gaspillage

⁵² Entretien Citeo

⁵³ Les Échos (2019), Blue Paper se met à valoriser ses refus de production

⁵⁴ Le gisement de déchets d'emballages ménagers est assimilé à la mise sur le marché des emballages ménagers, étant donné leur faible durée de vie. Voir rapport méthodologique.

⁵⁵ FEDEREC (2020), Le marché du recyclage 2019

⁵⁶ L'écart de moins de 1 % entre la donnée publiée par la COPACEL et celle de FEDEREC correspond à la collecte de cellulose moulée, prise en compte par FEDEREC et hors périmètre pour la COPACEL

À ces papiers et cartons usagés collectés en vue du recyclage s'ajoute le commerce extérieur de PCR, qui a principalement lieu avec d'autres pays européens (88 % des imports et 80 % des exports). L'Allemagne est le premier partenaire commercial de déchets de papiers et cartons pour les importations, et l'Espagne le premier partenaire commercial pour les exportations. Par ailleurs, la part des exports français de PCR hors Europe a fortement réduit (-22 % entre 2017 et 2018) : dès 2018, plusieurs pays asiatiques ont fermé leurs frontières à l'importation de papiers et cartons usagés, sauf pour les balles de meilleure qualité.



Figure 20 : Collecte apparente en vue du recyclage de papiers et cartons usagés et commerce extérieur de PCR en France (en kt), 2010-2019. Source : COPACEL⁵⁷

Bien que les exports français vers ces pays restent minoritaires, ce contexte a participé à la saturation du marché européen, faute de capacités de recyclage suffisantes. Ainsi, une part du tonnage collecté n'a pas pu être commercialisé, plus particulièrement parmi le tonnage provenant de collecte sélective. Ces évolutions ne sont cependant pas reflétées dans les valeurs publiées par FEDEREC et COPACEL, qui portent sur les tonnages issus des centres de tri et destinés au recyclage. Par ailleurs, la part de refus de tri ne fait pas l'objet d'un suivi statistique, il n'est pas possible d'en déduire une évolution du geste de tri des consommateurs. En termes de contexte économique, cette saturation des centres de tri a entraîné une forte baisse du prix des PCR (- 40 % par rapport à la moyenne lissée sur les 10 années précédentes).

Du point de vue institutionnel et réglementaire, le cadre réglementaire national évolue pour encourager la collecte de papiers et cartons usagés. Ainsi, la loi sur la Transition Énergétique (LTECV) inclut depuis 2015 les dispositions suivantes :

- La mise en place d'un dispositif harmonisé de collecte séparée des déchets d'emballages en papiers et cartons et de papiers graphiques sur le territoire national d'ici 2025 ;
- L'élargissement des filières REP papiers graphiques aux publications de presse.

Au niveau européen, deux directives du « Paquet Économie Circulaire » publiées en 2019 fixent de nouvelles ambitions en matière de collecte et de tri des emballages en papiers et cartons usagés. Elles prévoient notamment l'élargissement de la filière REP aux emballages industriels, et fixent de nouveaux objectifs de recyclage des emballages en papiers et cartons : 75 % en 2025 (déjà atteint en France) et 85 % en 2030.

Par ailleurs, l'extension des consignes de tri continue sa progression au niveau national. Dans les prochaines années, cela pourrait faire évoluer les performances de la collecte en vue du recyclage :

- En facilitant le geste de tri, l'extension des consignes pourrait favoriser la collecte de papiers et cartons. De premiers résultats sur une collectivité pilote ont montré une augmentation de 2 % de la collecte de déchets d'emballages ménagers en papiers et cartons ; et un rapport Citeo doit être prochainement publié à ce sujet ;
- Une communication accrue des collectivités pourrait augmenter certains flux qui sont aujourd'hui considérés à tort comme non recyclables : les emballages où subsistent des traces

⁵⁷ La collecte apparente est calculée à partir des données de COPACEL. Voir rapport méthodologique.

alimentaires (telles que des tâches de gras ou de sauce) ou comportant un pelliculage plastique (tels que des gobelets et des éléments de vaisselle à emporter) ;

- La présence d'éléments indésirables dans la balle triée pourrait augmenter suite à l'extension des consignes, du fait par exemple des films plastiques pouvant polluer le flux de papiers graphiques.

Concernant la qualité des flux triés, les centres de tri sont encore confrontés à des difficultés pour atteindre les standards de qualité relatifs aux papiers graphiques (création de la filière REP et du cahier des charges associé en 2016), qui donne parfois lieu à des renvois de la part des papetiers. Avec la fermeture des frontières asiatiques et la saturation des centres de tri en papiers et cartons, l'offre s'est cependant accrue et les papetiers ont pu privilégier les lots de qualité satisfaisante.

Depuis 2017, Citeo publie le « Suivi de la qualité des matériaux » afin de communiquer sur les résultats des centres de tri en matière de respect des standards de qualité. Ce suivi est d'autant plus important pour les déchets de papiers graphiques, dont la qualité de tri est régulièrement mise à jour. Ainsi sur l'édition 2019, on observe que plus de 70 % des centres de tri étudiés n'atteignent pas les niveaux définis dans le standard des papiers graphiques à désencre⁵⁸.

À noter que ces problèmes de qualité ne concernent que les matières issues des centres de tri des déchets ménagers (27 % du total), les papiers-cartons issus de la collecte auprès des entreprises étant conformes aux standards et d'une qualité recherchée sur le marché européen.

7.4.3. Incorporation de MPR

Le secteur du papiers et cartons est une des premières industries du recyclage en France, avec un niveau de collecte et d'incorporation élevé. Ainsi, le taux d'incorporation continue de croître sur les dernières années, atteignant 71 % en 2019. Une part du tonnage entrant pour incorporation correspond à des déchets de fabrication (33,2 % en 2018 d'après les tonnages déclarés à la Commission européenne). Ils sont collectés auprès des fabricants par les acteurs de la chaîne du recyclage, conditionnés puis envoyés aux papetiers. Il s'agit de tonnages de meilleure qualité que ceux en provenance des centres de tri ménagers.

Le volume de papiers et cartons incorporés reste relativement stable, bien qu'il soit inférieur au niveau d'avant la crise de 2008.

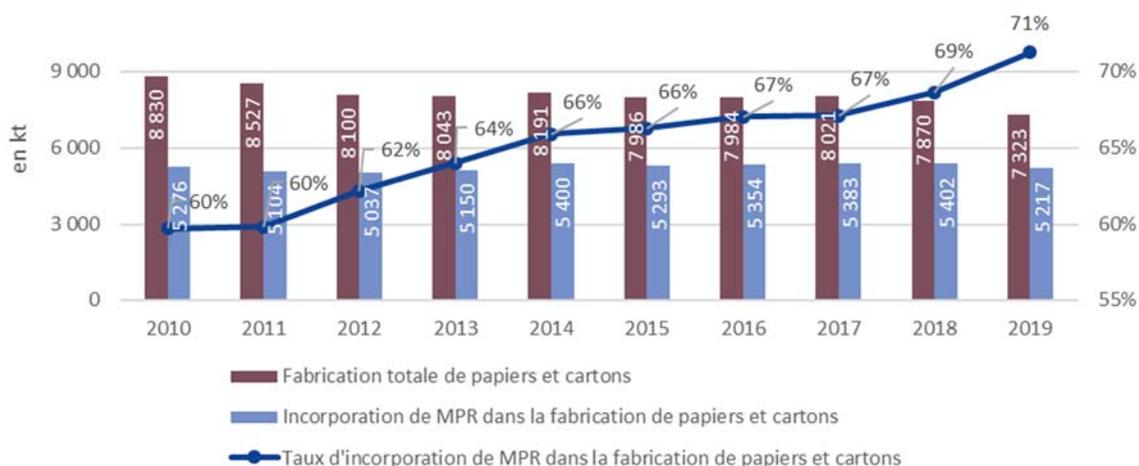


Figure 21 : Incorporation de MPR dans la fabrication de papiers et cartons en France (en kt), 2010-2019. Source : COPACEL⁵⁹

Le taux d'incorporation est fortement variable selon la nature du produit, ainsi que présenté dans le tableau ci-dessous. Selon l'utilisation finale, les procédés de production et les caractéristiques techniques attendues des papiers vierge ou recyclé ne permettent pas ou ne rendent pas toujours nécessaire l'incorporation de MPR.

⁵⁸ Citeo (2020), Suivi de la qualité des matériaux, Bilan 2019.

⁵⁹ Le taux d'incorporation est calculé à partir des données de COPACEL. Voir rapport méthodologique.

Tableau 1 : Taux d'incorporation de MPR dans la fabrication de papiers et cartons, par type, en 2019. Source : COPACEL

Papiers spéciaux et papiers d'hygiène	29 %
• Hygiène	34 %
• Industriels spéciaux	19 %
Papiers d'emballages et conditionnements	92 %
Papiers à usages graphiques (Papiers de Presse et autres Impression écriture)	48 %

La principale évolution visible depuis 2017 a lieu sur le secteur des papiers graphiques (+ 7 % du taux d'incorporation). L'évolution du taux d'incorporation est conjoncturelle : la baisse de la production est plus importante que la baisse de la collecte, avec une accélération en 2019 par rapport aux années précédentes du fait de la fermeture de sites du groupe Arjowiggins. Par ailleurs, on observe une hausse de la demande en papier à base de matières recyclées, mais pour certaines catégories de papiers qui ne sont plus produites en France (et qui se répercutent donc sur les importations de papiers recyclés).

Concernant les évolutions à venir, la loi anti-gaspillage prévoit l'interdiction des encres à base d'huiles minérales sur les emballages à partir du 1^{er} janvier 2022, sur les imprimés publicitaires à partir du 1^{er} janvier 2023 et sur l'ensemble des impressions à destination du public à partir du 1^{er} janvier 2025. Cette interdiction devrait permettre notamment une amélioration du taux d'incorporation pour le carton plat, principal utilisateur de déchets de papiers et cartons utilisant des encres à base d'huiles minérales. À noter que durant la période de transition, cette interdiction provoque un report de la production de carton plat vers un approvisionnement en fibre vierge afin d'éviter l'utilisation de déchets de cartons plats contenant des huiles minérales. En prévision de ces évolutions réglementaires, le Groupe de travail Huiles minérales de Citeo a permis de valider des solutions alternatives pour les impressions de type Heatset, tandis que les travaux se poursuivent sur les impressions de type Coldset.

À l'échelle européenne, le taux d'incorporation moyen des MPR des pays européens atteint 55 %. Parmi les six premiers producteurs de papiers et cartons, la France occupe la troisième position en termes de taux d'incorporation de MPR (71 %), derrière l'Espagne et l'Allemagne. À l'image de la France, la plupart des pays membres de la CEPI ont une production excédentaire de MPR.

Tableau 2 : Incorporation de MPR de grands producteurs européens (en kt), 2019. Source : CEPI⁶⁰

	Production de PC	Incorporation de MPR	Taux d'incorporation de MPR
Espagne	6 450	5 132	79,6 %
Allemagne	22 037	17 155	77,9 %
France	7 346	5 230	71,2 %
Italie	8 869	5 083	57,3 %
Autriche	5 017	2 590	51,6 %
Membres CEPI	89 581	48 876	54,6 %

Le taux d'incorporation évolue en fonction du contexte économique ou industriel, plus ou moins en faveur des industries du recyclage. Par exemple, la conversion d'une des machines d'un site de production de papier journal à partir de fibres vierges en une ligne de production de papier pour ondulé à partir de fibres recyclées permettra un approvisionnement exclusif en PCR de ce site d'ici 2023, et devrait augmenter le tonnage incorporé à l'échelle nationale⁶¹. Il n'y a pas d'évolution technologique majeure dans les usines européennes.

⁶⁰ CEPI (2020), Key statistics report 2019

⁶¹ Le journal des entreprises (2021), Feu vert pour l'investissement de 250 millions d'euros de Norske Skog dans les Vosges et <https://projet-box.fr/presentation-du-projet-box/>

8. Le verre

Ce chapitre présente les éléments spécifiques aux différentes étapes du recyclage du verre en France. Le contexte général du recyclage en France, et le lexique non spécifique à la filière du verre sont présentés en introduction du BNR.

8.1. Lexique^{62,63}

Calcin	Verre calibré et traité (impuretés éliminées) utilisé comme matière vitrifiable par les verreries en remplacement de la matière première.
Verre creux	Le verre creux définit tous les produits verriers ayant une forme non plane. Il inclut le verre d'emballage et la gobeletterie.
Verre d'emballage	Sont considérés comme emballages en verre les bouteilles, les flacons et les pots. La gobeletterie est exclue du champ des emballages.
Verre plat	Le verre plat fait partie des verres fabriqués sous forme de feuille. Les produits (vitres, miroirs, parebrises, panneaux photovoltaïques, etc.) sont principalement utilisés dans l'industrie du bâtiment, de l'automobile et des transports et, dans une moindre mesure, de l'énergie.

8.2. Le cycle de vie du verre en France

Le verre est majoritairement composé de silice, contenu dans la matière primaire (sable de silice) ou de calcin (verre recyclé). Les matières premières sont fondues dans des fours, et subissent divers procédés de fabrication, selon le type d'application (soufflage, *float*, etc.).

La nature et les applications des produits verriers sont variées. D'un côté, le verre creux trouve ses applications dans les bouteilles, bocaux et flacons utilisés comme emballages par les industries agro-alimentaires, la parfumerie et la cosmétique ainsi que la pharmacie. Il recouvre aussi les produits des arts de la table. De l'autre côté, le verre plat est principalement utilisé pour le vitrage bâtiment, l'automobile et les transports (parebrises, vitres, etc.) ainsi que pour les panneaux solaires. Une fois formé, le verre plat, produit sous forme de feuille, est envoyé chez un transformateur pour subir différentes transformations propres à son application. Au contraire, le verre creux est directement utilisable.⁶⁴

Seuls le verre plat et le verre creux pour emballages sont étudiés dans ce chapitre, qui exclut les verres techniques, les fibres de verre, la laine de verre et les verres spéciaux. Par ailleurs, et contrairement aux précédentes éditions, les produits des arts de la table ne sont pas pris en compte dans ce BNR, étant donné qu'ils ne participent pas à la collecte pour recyclage ni au calcin incorporé dans la production.⁶⁵

Les produits verriers usagés sont collectés par une multitude d'acteurs (collectivités territoriales, opérateurs spécialisés, déchetteries, etc.). Après collecte, ils sont traités dans des installations industrielles de traitement fortement automatisées qui auront pour objectif d'éliminer l'ensemble des indésirables et des pollutions (infusibles, métaux, plastiques, papiers, autres matériaux, etc.) afin d'être transformé en calcin (verre recyclé). Ce calcin est ensuite envoyé chez les verriers qui le fondent à 1 500 °C, en général en mélange avec de la matière primaire. Si le calcin issu de verre plat usagé peut être utilisé dans la fabrication de verre creux, la réciproque n'est pas valable.

⁶² Glossaire Infovitrail

⁶³ ADEME (2013), La valorisation des emballages en France

⁶⁴ Site internet de la Fédération des Industries du Verre (FEDEVERRE)

⁶⁵ Voir rapport méthodologique associé

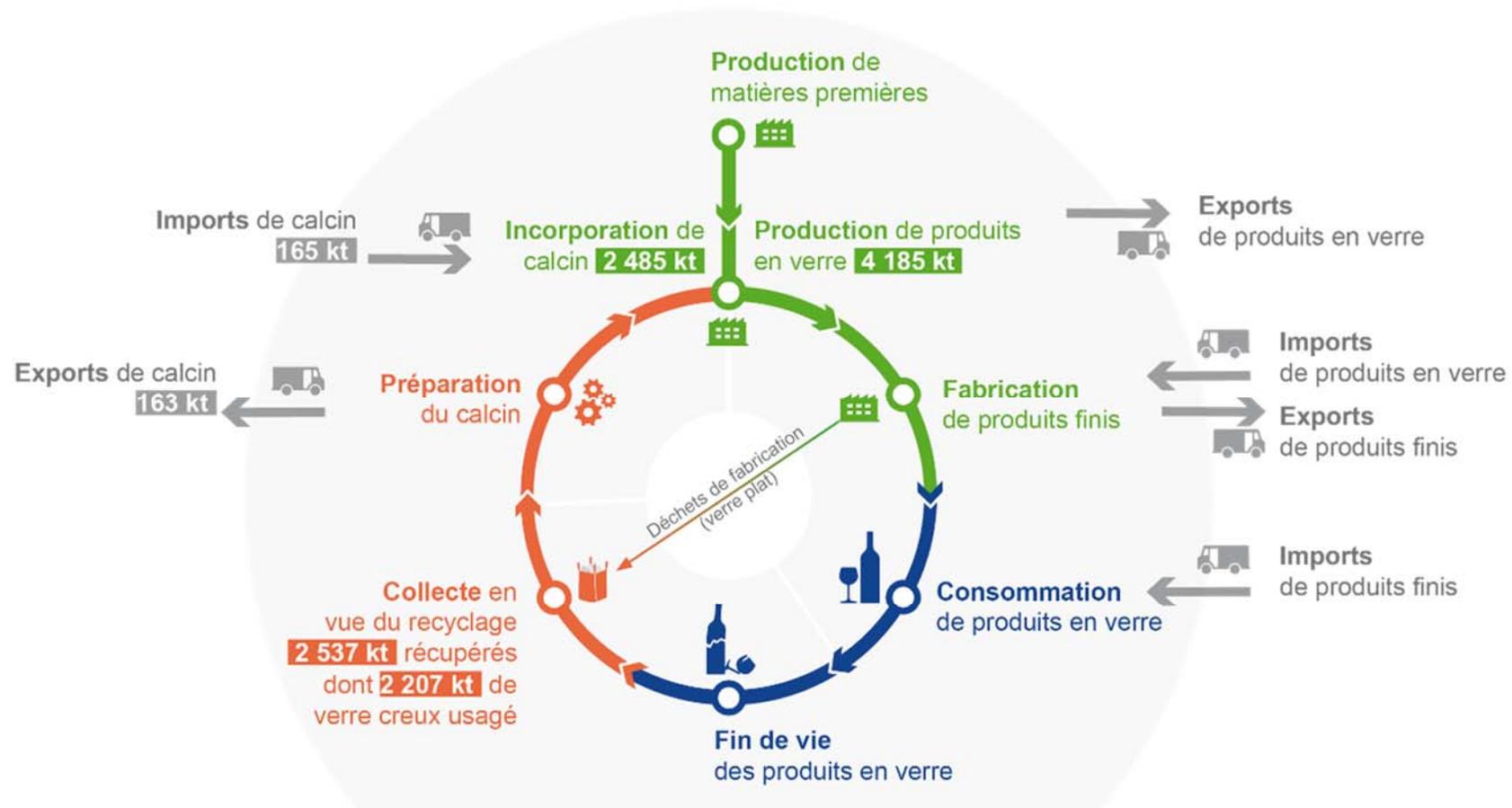


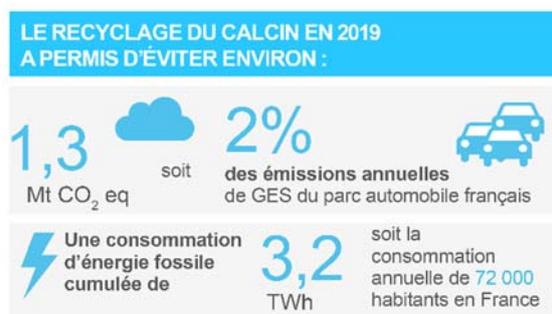
Figure 22 : Cycle de vie du verre en France, 2019

8.3. Tableau de bord

Les principales sources de données de flux et socio-économiques sont FEDEVERRE (Fédération des Chambres Syndicales des Industries du Verre) et FEDEREC (Fédération professionnelle des entreprises du recyclage). Des informations complémentaires sont présentées dans le rapport méthodologique.

Chiffres clés du recyclage du verre en France	Unité	2018	2019
Gisement de verre creux usagé (verre d'emballage usagé)	kt	2 859	2 888
Gisement estimé de verre plat usagé (bâtiment & automobile)	kt	274	274
Collecte de verre creux en vue du recyclage (verre d'emballage usagé)	kt	2 166	2 207
<i>dont verre d'emballage usagé ménager</i>	kt	2 086	2 130
<i>dont verre d'emballage usagé non ménager</i>	kt	80	77
Collecte estimée de verre plat en vue du recyclage (usagé et déchets de fabrication)	kt	58 – 334	62 – 330
Exportations de calcin	kt	179	163
Importations de calcin	kt	165	165
Taux d'incorporation de calcin en verrerie	%	60 %	61 %
Incorporation de calcin en verrerie	kt	2 485	2 539
Production totale de verre (hors gobeletterie)	kt	4 175	4 185
<i>dont verre d'emballage (hors gobeletterie)</i>	kt	3 185	3 158
<i>dont verre plat</i>	kt	990	1 027

*n.c. : non connu



Sur la base d'une production de verre d'origine 100% recyclée (en prenant en compte toutes les étapes du recyclage, ainsi que les pertes associées), et considérant que sont évitées une mise en centre de stockage des déchets et une production de verre théorique d'origine européenne 100% vierge (depuis l'extraction des matières premières)

Le recyclage du verre en France en 2019 a permis d'éviter un impact sur le changement climatique et une consommation d'énergie fossile primaire similaires à la situation de 2017, du fait de la stabilité des tonnages incorporés entre les deux périodes temporelles étudiées.

L'évaluation environnementale s'appuie sur la prise en compte de la production et du recyclage du verre. Pour le verre d'emballage, les données utilisées sont représentatives des technologies européennes (données FEVE). Pour le verre plat, les bénéfices sont directement calculés en tenant compte des effets de l'incorporation de calcin dans les fours verriers : réduction de la consommation d'énergie et évitement de production de matières premières d'origine vierge. Les données utilisées sont représentatives des technologies européennes (données du BREF essentiellement).

C'est la différence entre la production de verre 100 % vierge et la production de verre 100 % recyclé qui est le plus significatif sur les résultats. Les parties amont de la filière de recyclage (collecte, tri et transport voire production de MPR) ainsi que le traitement final évité sont peu influant sur les résultats environnementaux présentés.

Les principaux inventaires utilisés, précisions méthodologiques et limites associées sont détaillés dans le rapport ACV soumis à revue critique du BNR 2017.

8.4. Flux physique

8.4.1. Fabrication de verre en France

En 2019, la **production de verre (hors gobeletterie)** s'est stabilisée à 4,2 Mt, après une hausse de 3 % en 2018. Les évolutions restent marginales et dépendent principalement des évolutions du PIB à l'échelle européenne, à l'exception de la hausse exceptionnelle de 9 % en 2017 due à la remise en service de deux fours de verre plat. Malgré cette reprise, la production de verre reste inférieure aux niveaux de production d'avant 2008, qui étaient d'environ 5,3 Mt.

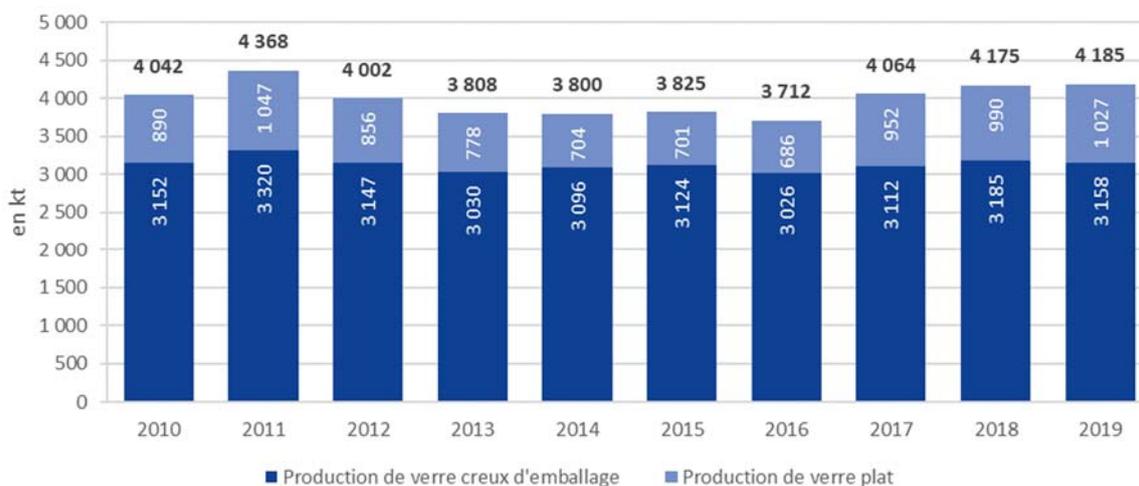


Figure 23 : Production de verre en France (en kt), par type, 2010-2019⁶⁶. Source : FEDEVERRE

Le verre d'emballage représente la part la plus importante de la production de verre en France (75 %). La France est le second producteur européen de **verre d'emballage** derrière l'Allemagne. La demande est relativement stable en 2019, après une légère croissance de l'ordre de 2 % en 2018, provenant en grande partie du marché de la bière (avec un pic de consommation associé à la Coupe du Monde 2018).

La **production de verre plat** est principalement dédiée au secteur du bâtiment (80 % de la demande mondiale), mais aussi au secteur de l'automobile (15 % de la demande mondiale, sous forme de parebrises, vitres latérales et arrières, etc.) et celui des panneaux photovoltaïques. Le pic de production de verre observé en 2017 a pour cause principale la hausse de production de verre plat, avec +39 % en 2017 grâce à la reprise de deux fours de verre plat. La réouverture de ces fours faisait suite à un redressement du marché du bâtiment et du marché de l'automobile. Ces marchés se sont stabilisés sur les années 2018 et 2019 dans un contexte économique européen de ralentissement de la croissance.

Le **commerce extérieur de verre neuf** ne peut être estimé de façon fiable à partir des données des douanes ; il n'est pas fourni dans ce BNR. Il convient cependant de noter que le marché du verre plat est extrêmement concurrentiel, avec des pays à bas coûts de production qui cassent les prix pour pénétrer le marché français. La demande en France est notamment guidée par l'industrie du vin, des spiritueux et des parfums. En conséquence, certains industriels français se tournent vers l'international et choisissent un marché plus haut de gamme, en poursuivant leurs investissements dans l'innovation et les produits à haut contenu technologique (vitrages automobiles disposant de caractéristiques optiques améliorées, verre photovoltaïque, etc.).

⁶⁶ Comme indiqué en début de chapitre, la gobeletterie n'est pas considérée dans cette édition. Les volumes associés étaient estimés à 329 kt en 2017 (soit une production de verre creux totale de 3 441 kt).

À l'avenir, plusieurs facteurs pourraient influencer la croissance de l'industrie française du verre. Un des principaux facteurs de croissance du verre d'emballage est sa qualité d'alternative au plastique à usage unique, notamment avec le développement attendu de la vente en vrac (encourageant l'utilisation de bocaux en verre), et des systèmes de consigne pour réemploi qui sont encouragés par la loi anti-gaspillage. Sur la période jusque 2019, les systèmes de consignes restent marginaux et se développent lentement.

À l'inverse, des facteurs économiques pourraient réduire la demande de verre d'emballage dans les prochaines années, comme la taxation aux frontières du vin et des spiritueux par les États-Unis mise en place en 2019. En effet, la baisse de l'export pour ce type de produits pourrait provoquer une baisse de production et donc de la demande en verre d'emballage.

8.4.2. Gisement et collecte de déchets de verre en France

Le **gisement total de verre usagé** n'est pas connu, en raison du manque de données précises sur le verre plat. Il est estimé que le gisement de verre plat de déconstruction avoisine 200 kt (un chiffre stable au fil des ans, et qui représente la grande majorité du gisement), auquel s'ajoute un gisement issu de VHU d'environ 72 kt en 2018. Le gisement de verre creux usagé (hors gobeletterie) est bien connu et évalué à 2,8 Mt, globalement stable depuis 2010. La seule exception est une légère hausse observée en 2018 et qui tient notamment à la bonne réussite du marché de la bière (+ 5 %), qui représente des débouchés significatifs pour le verre d'emballage.

La **collecte de verre creux usagé** (hors gobeletterie, faute d'une filière de recyclage dédiée) atteint 2,2 Mt en 2019, dont 2,1 Mt sont d'origine ménagère. La collecte de verre d'emballage continue de progresser de l'ordre de 2 % par an en 2019 grâce à la filière REP emballages ménagers. La densification du dispositif de collecte, très majoritairement en apport volontaire (85 % de la collecte), combinée à des actions de communication efficaces menées par les éco-organismes et les collectivités territoriales sont à l'origine de cette progression. Par ailleurs, la performance de tri continue à progresser grâce au perfectionnement des équipements. Il y a en effet une généralisation du tri automatisé par couleur mis en œuvre dans 9 des 14 centres de traitement (séparation du verre blanc du verre coloré) et une performance accrue pour le tri des plus petites particules de calcin issues de bris lors de la collecte.

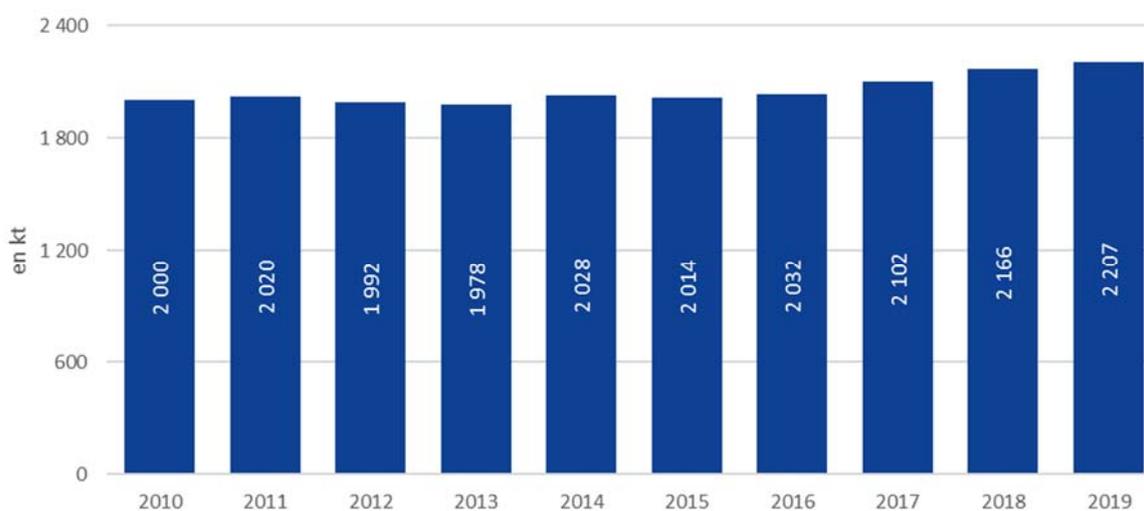


Figure 24 : Collecte totale de verre creux en vue du recyclage en France (en kt), 2010-2019⁶⁷. Source : FEDEVERRE, ADEME

L'ensemble des acteurs de la REP des emballages ménagers (dont verre) se sont engagés en 2019 à ce que 90 % du gisement d'emballages ménagers en verre soit collecté pour recyclage d'ici 2025, et à tendre vers 100 % d'ici 2029⁶⁸. Dans ce cadre, ils prévoient une augmentation du nombre de points d'apport volontaire et la mise en place d'une collecte hors domicile. Par ailleurs, l'extension des consignes de tri,

⁶⁷ La collecte de verre plat n'est pas présentée dans ce graphique en raison des incertitudes autour de son estimation. Voir rapport méthodologique.

⁶⁸ Citeo (2019), Vers 100 % de recyclage des emballages en verre d'ici 2029

bien que concernant d'autres matériaux, a permis d'améliorer le geste de tri des habitants y compris pour le verre.

La collecte d'emballages non ménagers en verre représente seulement 3 % de la collecte de verre creux et varie entre 60 kt et 90 kt entre 2010 et 2018. Il n'est pas possible d'interpréter les évolutions de ce flux, et plus particulièrement d'en déduire un quelconque effet de la mise en place du tri 5 flux.

Contrairement au verre creux d'emballage, il n'y a pas de filière transversale de **collecte des déchets de verre plat**, notamment en raison de gisements diffus. La collecte de verre plat usagé est estimée entre 62 kt et 330 kt pour l'année 2018⁶⁹. Une part importante des flux collectés pour recyclage correspond aux déchets de fabrication, mais il n'existe pas de suivi de ces flux par l'industrie du verre plat.

Sur les dernières années, différents systèmes ont été mis en place pour améliorer le taux de collecte du verre plat usagé pour recyclage dans le secteur du bâtiment :

- Sur le plan industriel, en 2015, une Charte signée par la Chambre Syndicale du verre plat, Saint-Gobain Glass et AGC Glass visant à promouvoir la collecte et le recyclage du verre plat issu des déchets du bâtiment ;
- Côté fédérations, l'engagement pour une croissance verte (ECV) a été signé en 2017 par FEDEREC Verre, FEDEREC BTP, la FFPV (Fédération Française des Professionnels du Verre), le SNED (Syndicat National des Entreprises de Démolition), le SRBTP (Syndicat des Recycleurs du BTP) et les pouvoirs publics, puis la CSFVP (Chambre Syndicale de Fabricants de Verre Plat). Il a permis d'évaluer plus précisément la collecte de verre plat dans le secteur du bâtiment et de référencer les plateformes de collecte de verre plat respectant les conditions nécessaires à son recyclage⁷⁰. Les tonnages collectés pour recyclage ont ainsi progressé de 6,4 kt en 2018 à 7,8 kt en 2019 (+22 %). Malgré cette évolution entre 2018 et 2019, l'objectif de 2020 (40 kt) semble difficilement atteignable. Par ailleurs, l'ECV fournit un objectif plus long terme de 80 kt collectés pour recyclage en 2025.
- Le cadre réglementaire s'est affermi en 2020 avec la loi anti-gaspillage, qui acte la mise en place dès 2022 d'une filière REP pour les Produits et Matériaux de Construction du secteur du Bâtiment. Elle sera notamment responsable de l'organisation d'une filière de collecte et de recyclage pour le verre plat dans le secteur du bâtiment.

Comme les années précédentes, le **commerce extérieur de calcin** reste faible par rapport aux volumes collectés en vue de recyclage : en 2019, les importations françaises représentent 165 kt (moins de 7 % de la collecte apparente), et les exportations sont de 163 kt. Ces échanges extérieurs ont majoritairement lieu avec les pays frontaliers comme la Belgique et l'Allemagne.

L'industrie du verre fait partie des industries de recyclage de premier plan en France. Ainsi, la part de gisement collecté en vue du recyclage (on parle de « taux de recyclage »)⁷¹ du verre d'emballage atteint 76 % en 2018, soit 2 points de moins qu'en 2017, malgré la tendance à la hausse depuis 2005 (60 %). Il est à noter que le verre d'emballage collecté en France est très majoritairement trié pour recyclage en France (98 %) et ce dans une logique de proximité avec une distance moyenne de 260 km entre le lieu de collecte et l'usine où le verre est incorporé.

Au niveau européen, la France se positionne dans la moyenne européenne en matière de taux de recyclage du verre d'emballage. Ces comparaisons sur les taux de recyclage sont toutefois à prendre avec précaution, du fait de différences entre pays dans la définition et le mode de calcul de ce taux. Au Royaume-Uni par exemple, le tonnage collecté pour recyclage inclut aussi le verre usagé utilisé dans les

⁶⁹ La fourchette basse représente les flux connus issus des filières REP (VHU, filière REP bâtiment à venir) et la fourchette haute correspond à la différence entre la collecte apparente totale (verre creux et verre plat, dont les déchets de fabrication) et la collecte connue de verre creux. Voir rapport méthodologique.

⁷⁰ FEDEREC (2020), Le marché du recyclage 2019

⁷¹ Le « taux de recyclage » reflète donc l'efficacité de la collecte en vue du recyclage, et est complémentaire au taux d'incorporation de calcin dans la production de verre. Il est de 84 % pour la REP emballages ménagers et de 76 % pour l'ensemble des emballages verre, qu'ils soient ménagers et issus de CHR (Café, Hôtels, Restaurants). Ce dernier chiffre traduit mieux la réalité car le chiffre de la REP est surévalué en raison des apports des CHR dans les points de collecte alors qu'ils ne contribuent pas à la filière REP.

sous-couches routières. Néanmoins, les plateformes européennes permettent de partager les bonnes pratiques de collecte pour recyclage, par exemple via des programmes tel que Close the Glass Loop.

8.4.3. Incorporation de calcin en France

Le **calcin**, débris de verre issus de la collecte, est la matière première principale des industriels français du verre. Verre creux et verre plat confondus, le taux d'incorporation de calcin est passé de 43 % en 2005 à 61 % en 2019 en France, mais il peut atteindre jusqu'à 90-95 % dans certains fours de verre creux. Les années 2018 et 2019 présentent une évolution stable par rapport à 2017. La forte reprise de l'activité de verre plat en 2017 avait engendré une baisse de 4 points du taux d'incorporation, étant donné que le taux d'introduction est nettement plus faible en verre plat qu'en verre creux.

Le taux d'introduction de calcin dans la production de verre est plus élevé en verrerie d'emballage (71 % en 2019) qu'en verrerie de verre plat (29 % en 2019) ; notamment en raison des exigences élevées sur la qualité du calcin lors de la production de verre plat. En effet, les fours de verre plat, dits « floats », produisent en continu de longs rubans de verre nécessitant une qualité visuelle élevée, et le moindre défaut introduit dans la chaîne se poursuit sur toute la longueur du ruban. En conséquence, ils n'incorporent quasiment que du verre plat, et sont donc fortement limités par le gisement de verre plat collecté pour recyclage. À l'inverse, la verrerie d'emballage permet d'incorporer à la fois du calcin de verre creux d'emballage ou du calcin de verre plat. En conséquence, la production de verre creux représente 88 % de l'incorporation de calcin au niveau national.

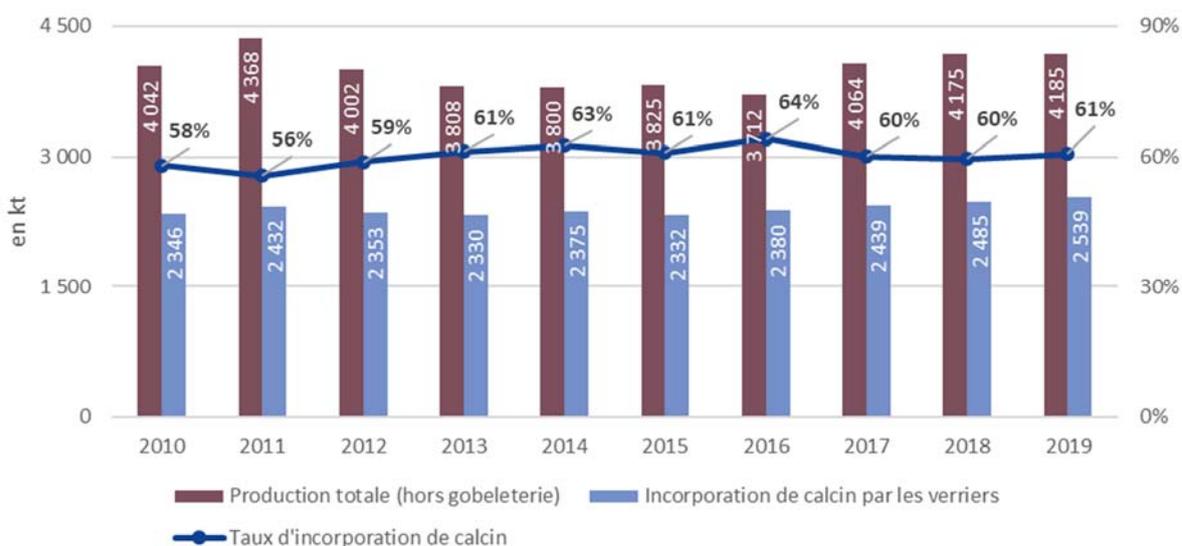


Figure 25 : Incorporation de calcin dans la production de verre (creux et plat, hors gobeletterie) en France (en kt), 2010-2019. Source : FEDEVERRE

Le tonnage incorporé et le taux d'incorporation de calcin en verre d'emballage suivent une progression stable au fil des ans (environ + 1%/an pour le taux d'incorporation). Cette progression s'explique principalement par la hausse de la collecte pour recyclage.

En verrerie de verre plat, le taux d'incorporation du calcin a connu une croissance rapide. Toutefois ce calcin provient encore surtout de déchets de fabrication. Les déchets post-consommation de verre plat empruntent encore en majorité la voie des déchets inertes (i.e. l'enfouissement). Cela s'explique en particulier par les difficultés à mettre en place des systèmes de collecte et de logistique efficaces, ainsi que présenté dans la section 8.4.2. Mais des progrès significatifs sont attendus sur les prochaines années.

La progression du taux d'incorporation de calcin en France est limitée avant tout par le gisement de déchets de verre en France, et dans une moindre mesure, par l'efficacité de la collecte en vue du recyclage. En effet, la production française de verre est largement supérieure à la consommation (une partie étant destinée à l'exportation comme produits finis), et donc au gisement de déchets de verre. Le commerce extérieur de calcin ne permet pas de combler cet écart, ce qui limite *in fine* la progression du taux d'incorporation.

9. Les plastiques

Ce chapitre présente les éléments spécifiques aux différentes étapes du recyclage des plastiques en France. Le contexte général du recyclage en France, et le lexique non spécifique à la filière plastiques sont présentés en introduction du BNR.

9.1. Lexique

Thermoplastiques⁷²	Matières plastiques qui se ramollissent sous l'action de la chaleur et se durcissent en refroidissant, de manière réversible. La plupart des plastiques utilisés sont des thermoplastiques, dont le recyclage est actuellement réalisé via un traitement mécanique. ⁷³
Thermodurcissables	Matières plastiques qui, sous l'action de la chaleur, se durcissent progressivement pour atteindre un état solide irréversible. Non régénérées, une valorisation matière de ces plastiques peut se faire sous forme de charge (silicone, coques de bateaux, etc.) ou par recyclage chimique.
Producteurs de résines vierges	Ces acteurs produisent les plastiques à partir de matières premières d'origine pétrolière (comme le naphta) ou à partir de biomasse (amidon, sucre de canne, etc.). Ils fournissent les transformateurs sous forme de poudre ou de granulés.
Transformateurs de plastiques	Entreprises utilisant des résines plastiques, vierges, recyclées ou biosourcées, pour fabriquer des produits en plastiques. Ils sont ensuite intégrés par d'autres acteurs industriels dans des produits finis, ou sont directement vendus au consommateur final.
Régénération	Opération de recyclage des déchets plastiques afin de produire une MPR plastique aux performances équivalentes à la résine vierge (compte tenu de l'usage prévu de la matière vierge) et pouvant être utilisée en l'état par les transformateurs.

9.2. Le cycle de vie des plastiques en France

Les plastiques sont destinés à de nombreuses applications. Ils sont principalement utilisés dans les emballages rigides (bouteille, flacon, pot, barquette, etc.) ou souples (film, sac, etc.), qui consomment 45 % des résines vierges. On les trouve aussi dans d'autres applications (automobile avec 20 % des résines vierges, bâtiment avec 10 % des résines vierges, équipements électriques et électroniques avec 5 % des résines vierges, etc.). Ils peuvent être utilisés en association avec d'autres matériaux (métaux, etc.). Certains usages des plastiques ne sont pas abordés ici : secteur des textiles, chaussures ; secteur des peintures acryliques, colles et vernis.

Le recyclage mécanique des déchets plastiques collectés pour recyclage se fait en plusieurs étapes :

- **Le tri et la préparation** : après collecte, les déchets plastiques sont, dans un premier temps, séparés des autres matériaux puis, dans un second temps, triés selon les polymères. Différents procédés peuvent être combinés selon les exigences de qualité, depuis le tri manuel jusqu'au tri automatique (ex : tri optique) réalisé dans les centres spécialisés ou chez les régénérateurs ;
- **La régénération** (production de MPR) : tri complémentaire, broyage, lavage, affinage, densification, voire micronisation ou granulation/extrusion. Les résines régénérées sont disponibles sous forme de paillettes, de granulés, ou de poudre ;

⁷² Dictionnaire Actu-Environnement

⁷³ Des technologies de recyclage commencent à voir le jour pour dépolymériser le plastique, permettant ainsi de revenir aux monomères (recyclage chimique, enzymatique, etc.). On peut noter par exemple les usines Plastic Energy en Espagne recyclant plus de 10 kt de déchets plastiques par an avec un recyclage par pyrolyse.

- **L'incorporation de MPR** : les transformateurs, dans le respect de leurs cahiers des charges, incorporent les MPR en substitution totale ou partielle des résines vierges. Cette opération peut nécessiter une adaptation de leurs méthodes de production.

À noter que certains transformateurs, notamment les producteurs d'isolants en PSE, de dalles en PVC et de profilés en PVC, réalisent les étapes de tri et de régénération directement sur leurs sites. Aucune donnée n'est disponible pour ces acteurs, ils ne sont donc pas pris en compte dans ce chapitre.

Pour les déchets plastiques post-consommation non recyclés, la valorisation énergétique est un mode de valorisation qui concerne des volumes encore significatifs⁷⁴ de déchets plastiques. Elle est réalisée dans un incinérateur d'Ordures Ménagères Résiduelles (OMR) avec récupération d'énergie ou sous forme de Combustibles Solides de Récupération (CSR), à destination des cimentiers, chauffourniers et autres industriels consommateurs d'énergie.

⁷⁴ En France, en 2018, 43 % des déchets plastiques collectés sont orientés vers la valorisation énergétique contre 24 % vers le recyclage (PlasticsEurope 2021, Plastics – the Facts 2020).



Figure 26 : Cycle de vie des plastiques en France, 2018

9.1. Tableau de bord

Les principales sources pour les flux et les données socio-économiques sont PlasticsEurope France, SRP (Syndicat national des Régénérateurs de matières Plastiques), ELIPSO (association professionnelle représentant les fabricants d'emballages plastiques et souples en France) et FEDEREC (Fédération professionnelle des entreprises du recyclage). Des informations complémentaires sont présentées dans le rapport méthodologique.

Chiffres clés du recyclage des déchets plastiques en France	Unité	2016	2017	2018	2019
Gisement de déchets plastiques post-consommation	kt	3 401	n.c.	3 663	n.c.
Collecte de déchets plastiques en vue du recyclage		1 111		1 267	
<i>dont déchets post-consommation</i>	kt	778	n.c.	887	n.c.
<i>dont déchets de fabrication</i>		333		380	
Exportations de déchets plastiques en vue du recyclage	kt	384	459	409	368
Importations de déchets plastiques en vue du recyclage⁷⁵	kt	123	145	161	169
Tonnage orienté vers le recyclage	kt	751	n.c.	1 019	n.c.
Production de MPR (régénération de déchets plastiques)⁷⁶	kt	437	557	622	585
Taux d'incorporation de MPR global	%	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Taux d'incorporation de MPR dans le secteur des emballages⁷⁷	%	n.c.	n.c.	12 %	14,5 %
Incorporation de MPR dans la fabrication d'emballages plastiques	kt	n.c.	n.c.	n.c.	320
Fabrication d'emballages plastiques	kt	n.c.	n.c.	n.c.	2 200

*n.c. : non connu

LE RECYCLAGE DES PLASTIQUES GÉNÉRÉS EN FRANCE, INCORPORÉS EN FRANCE OU À L'ÉTRANGER, EN 2019 A PERMIS D'ÉVITER ENVIRON :



Sur la base d'une production de plastique d'origine 100% recyclée (en prenant en compte toutes les étapes du recyclage, ainsi que les pertes associées), et considérant que sont évités un mix incinération (avec valorisation énergétique) et mise en centre de stockage (avec récupération de biogaz), ainsi qu'une production de plastique d'origine européenne 100% vierge (depuis l'extraction des matières premières)

LE RECYCLAGE DES PLASTIQUES GÉNÉRÉS ET INCORPORÉS EN FRANCE DANS LE SECTEUR DES EMBALLAGES EN 2019 A PERMIS D'ÉVITER ENVIRON :



⁷⁵ Déchets non régénérés : en vrac, triés ou broyés

⁷⁶ Extrapolation des données du SRP qui représente environ 80 % du marché (en tonnage) de la régénération des plastiques en France

⁷⁷ Le taux d'incorporation est calculé comme le ratio entre l'incorporation de MPR et la somme de la consommation de résines vierges avec l'incorporation de MPR.



Dans le cas des plastiques, deux évaluations environnementales sont effectuées, du fait des données à disposition dans le BNR 2019. Le **recyclage des plastiques régénérés en France, et incorporés en France ou à l'étranger**, a permis d'éviter environ 1,5 Mt CO₂éq. en 2019. La situation est similaire à celle de 2017, du fait de la stabilité des tonnages de MPR produites en France entre les deux périodes temporelles étudiées. Par ailleurs, il est estimé que le **recyclage des plastiques dans le secteur des emballages en France** (i.e. effectivement incorporés dans la fabrication d'emballages en France) a permis d'éviter environ 0,8 Mt CO₂éq. en 2019 (évaluation non disponible pour 2017).

L'évaluation environnementale s'appuie sur la prise en compte de la production et du recyclage mécanique des résines suivantes : PEHD, PEBD (utilisé dans le secteur agricole et non agricole), PP, PS, PVC, PET (paillettes et granulés). Les données utilisées sont représentatives des technologies européennes (source : PlasticsEurope – mix électrique européen) pour la production de vierge et des technologies françaises pour la production de recyclé (source : SRP – mix électrique français). Pour les étapes de collecte et de tri, deux types de flux ont été considérés : les plastiques issus des DMA et ceux issus des DAE. Ces étapes sont représentatives de la situation française.

Il est considéré un recyclage des plastiques de bonne qualité, permettant l'intégration de MPR à des taux variables à la matière plastique d'origine vierge du même type de résine. Ce recyclage permet la fabrication de nouveaux produits ou emballages en plastique dans lesquels les MPR sont autorisées⁷⁸. Les résultats du BNR dépendent aussi du traitement final évité : un mix incinération et stockage est utilisé en suivant les taux observés pour les déchets ménagers résiduels (69 % d'incinération avec valorisation énergétique et 31 % de mise en centre d'enfouissement avec récupération de biogaz).

Les principaux inventaires utilisés, précisions méthodologiques et limites associées sont détaillés dans le rapport ACV soumis à revue critique du BNR 2017.

9.2. Flux physique

9.2.1. Production et consommation de résines vierges en France

À l'échelle mondiale, la **production de résines vierges continue** de progresser et atteint 359 Mt en 2019 (+2,4 % par rapport à 2018). L'Europe représente 16 % de la production mondiale en 2019 (57,9 Mt), derrière l'Asie et l'Amérique du Nord (respectivement 51 % et 19 %). Ces marchés sont particulièrement tirés par la Chine avec 31 % de la production mondiale, une part qui continue de croître, et les États-Unis, dont la capacité de production s'accroît avec les nouvelles unités sur gaz de schiste. À l'inverse, en Europe, la production baisse de 6 % entre 2018 et 2019.

En France, la **consommation de résines vierges par les transformateurs** a légèrement baissé en 2018 et 2019 (- 2 % en 2 ans) après plusieurs années de hausse autour de 2 ou 3 % par an. La France, avec 4 810 kt en 2019, représente 9,5 % de la consommation européenne : les principaux consommateurs en Europe restent l'Allemagne et l'Italie, avec une part respectivement de 24,2 % et 13,8 %.

⁷⁸ À noter qu'un recyclage de plastiques en boucle ouverte ne garantit pas toujours de bénéfices environnementaux selon le matériau substitué : par exemple, le recyclage de plastiques en mobilier urbain peut présenter des impacts plus importants pour l'environnement s'il se substitue à un mobilier urbain en bois.

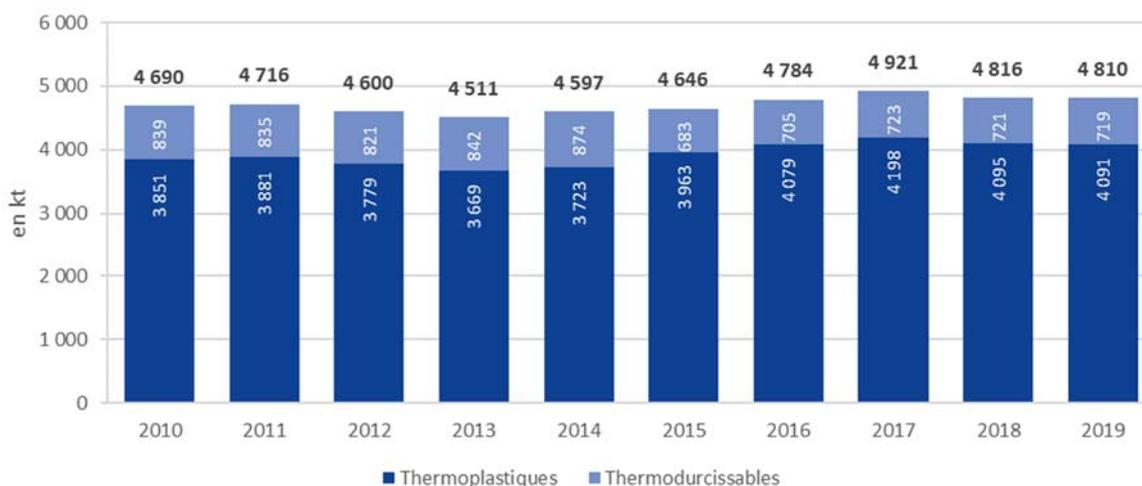


Figure 27 : Consommation totale de résines vierges ayant été produites en France ou importées (en kt), 2010-2019. Source : PlasticsEurope France

Les **principaux secteurs utilisant du plastique** sont le secteur des emballages (45,6 % de la demande en France en 2019, 39,5 % au niveau européen), le secteur du BTP (19,1 % en France, 20,4 % en UE), ainsi que l'industrie automobile (9,6 % en France, 9,8 % en UE). Entre 2018 et 2019, les emballages alimentaires et le BTP présentent une légère hausse de la demande nationale en plastique. S'agissant des emballages alimentaires, des évolutions apparaissent bien dans les habitudes des consommateurs, tel que l'achat de produits en vrac, et l'interdiction de certains sacs en plastique depuis la LTECV d'août 2015⁷⁹, mais les tonnages concernés ne sont pas encore significatifs.⁸⁰ En ce qui concerne le secteur automobile, sa part de la demande nationale en plastique réduit de 6 %⁸¹. Ceci reflète le fait que la hausse de la demande en plastique par véhicule ne compense pas la baisse d'activité observée en 2019.

La répartition entre résines n'a pas évolué significativement entre 2017 et 2019, et elle reste similaire à celle de 2014. La part des thermoplastiques par rapport aux thermodurcissables augmente toutefois légèrement, atteignant 85 % en 2019 (contre 81 % en 2014).

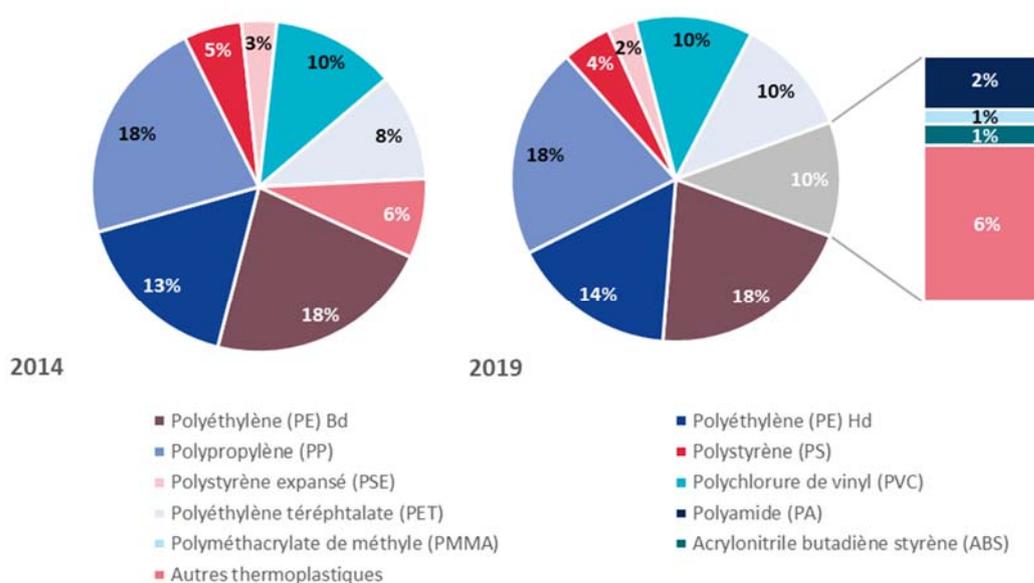


Figure 28 : Consommation totale de résines thermoplastiques ayant été produites en France ou importées (en %), par type de résine, comparaison entre 2014 et 2019. Source : PlasticsEurope France

⁷⁹ Loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte

⁸⁰ Entretien PlasticsEurope

⁸¹ PlasticsEurope (2020), Matières plastiques : chiffres 2019 & perspectives 2020 « Une industrie en mutation »

La Commission Européenne a fixé des objectifs ambitieux de réduction de produits en plastique à usage unique en ciblant ceux que l'on retrouve le plus souvent sur les plages de l'Union Européenne. Ces objectifs sont inscrits dans la directive Single Use Plastic (SUP). Au niveau français, la loi anti-gaspillage⁸² publiée en 2020 transpose à l'échelle française le contenu de la directive SUP⁸³ concernant l'interdiction de certains produits en plastique à usage unique, la réduction de l'usage d'autres et de façon plus générale la réduction de l'incidence de certains produits plastiques sur l'environnement. Au-delà de la transposition de la directive sur les plastiques à usage unique, la loi anti-gaspillage présente des objectifs ambitieux concernant les emballages plastiques à usage unique dans le décret dit « 3R » du 29 avril 2021 : une réduction de 20 %, en tonnages, des emballages plastiques à usage unique d'ici 2025, et fin de la mise sur le marché des emballages plastiques à usage unique d'ici 2040. La loi Climat-Résilience de 2021 s'inscrit dans la continuité de la loi anti-gaspillage, et prévoit de limiter les emballages plastiques à usage unique par la promotion de la vente en vrac.

De plus, les directives européennes mettent en avant l'écoconception pour réduire l'impact environnemental des emballages et favoriser les emballages mono-matériau plus facilement recyclables. À l'échelle nationale, l'objectif de recyclage est de tendre vers la valeur 100% d'ici le 1er janvier 2025 et que les emballages en plastique à usage unique mis sur le marché disposent d'une filière opérationnelle de recyclage et en veillant à ce qu'ils ne perturbent pas les chaînes de tri ou de recyclage et ne comportent pas de substance ou d'éléments indissociables susceptibles de limiter l'utilisation du matériau recyclé (loi anti-gaspillage⁸⁴). Dans ce cadre, Citeo a accompagné 983 adhérents et fournisseurs d'emballages en 2019, notamment via des webinaires, des outils d'autodiagnostic et des formations sur-mesure. L'encouragement à l'éco-conception passe également par les éco-modulations appliquées par les éco-organismes dans le cadre de la filière REP des emballages ménagers. En particulier, un malus a été ajouté sur la mise sur le marché de PET opaque en 2020, car non recyclable et non recyclé à ce jour.

9.2.2. Gisement et collecte de déchets plastiques en vue du recyclage⁸⁵

En 2018, le **gisement national de déchets plastiques post-consommation** a progressé de 8 % par rapport à 2016, et représente 3 663 kt. Pour comparaison, le gisement européen est évalué à 29 100 kt, et suit une évolution comparable au gisement français.

En France, le gisement provient principalement du secteur des emballages (64 % contre 62 % au niveau européen). Le secteur automobile représente 5,5 % du gisement, les déchets de construction 4,3 %, les DEEE 3,6 %, et les plastiques agricoles 3,2 %.

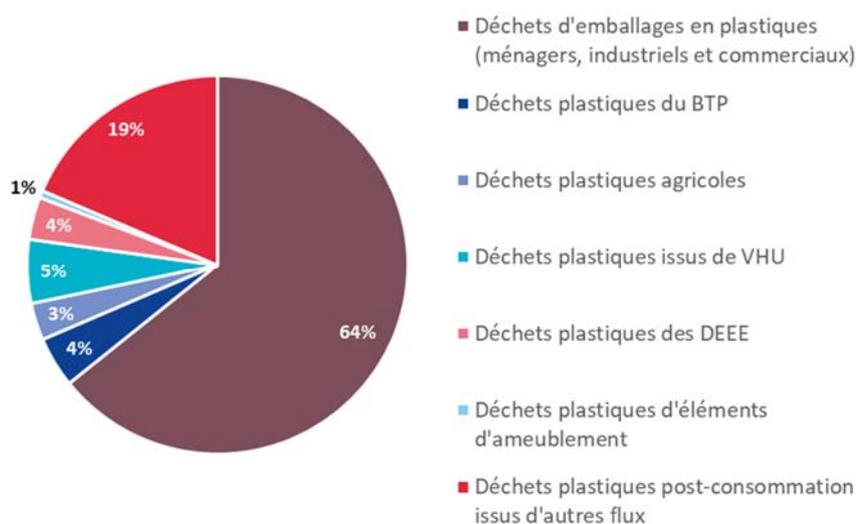


Figure 29 : Gisement de déchets plastiques post-consommation en France (en kt), par type de flux, 2018. Source : PlasticsEurope France, ADEME

⁸² Loi n° 2020-105 du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire

⁸³ Directive UE 2019/904 du parlement européen et du Conseil du 5 juin 2019 relative à la réduction de l'incidence de certains produits en plastique sur l'environnement

⁸⁴ Loi n° 2020-105 du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire

⁸⁵ Les données liées au gisement, à la collecte et au recyclage des déchets plastiques concernent l'année 2018 (données les plus récentes).

Différents schémas de gestion des déchets plastiques existent. La collecte est en partie assurée par les filières REP (emballages ménagers, VHU, DEEE et ameublement). D'autres initiatives collectives contribuent à la collecte et au recyclage d'autres gisements (par exemple, VinylPlus est un programme européen volontaire spécifique au PVC), tandis que certains acteurs gèrent leurs initiatives individuelles de collecte, tels que les transformateurs de PSE.

On peut également noter l'existence de programmes incitatifs. Ainsi, dans le secteur du BTP, DÉMOCLÈS est une plateforme collaborative d'acteurs lancée fin 2014 à l'initiative de l'éco-organisme ecosystem. Elle vise à améliorer les pratiques en matière de prévention et de gestion des déchets du second œuvre issus de chantiers de réhabilitation lourde et de démolition.

En 2018, la **collecte en vue du recyclage** est estimée à 1 267 kt. Elle prend en compte deux flux :

- Les déchets plastiques post-consommation collectés (887 kt en 2018, soit 24 % du gisement) et,
- Les déchets de fabrication, qui représentent environ 30 % du tonnage collecté total⁸⁶.

Parmi les déchets post-consommation collectés (887 kt), on peut distinguer plusieurs catégories de produits :

- Les **emballages plastiques** représentent 70 % des flux post-consommation collectés en vue du recyclage (dont la moitié d'emballages ménagers).
 - o Le volume d'emballages plastiques collectés en 2018 en France est de 621 kt, soit 26 % du gisement collecté en vue du recyclage. Ce taux est en progression en France : il est passé de 22 % à 26 % entre 2016 et 2018, soit une augmentation deux fois plus importante que pendant les années précédentes ;
 - o Parmi les emballages plastiques, la performance de collecte séparée en vue du recyclage est particulièrement élevée pour les bouteilles plastiques. Elle représente 61 % du gisement en France en 2019. Elle cache néanmoins de fortes disparités territoriales, avec environ seulement 1 bouteille sur 10 collectée à Paris et à Marseille⁸⁷. Il faut noter que les bouteilles de boisson sont les seuls emballages plastiques disposant d'un objectif de collecte en vue du recyclage au niveau européen. Cet objectif est de 77 % en 2025 et de 90 % d'ici 2029 d'après la directive SUP.
- Les **plastiques de VHU** représentent 6 % des flux de déchets plastiques post-consommation collectés en vue du recyclage, soit 57 kt en 2018. Les volumes sont plus élevés qu'en 2017 (39 kt). Ils suivent une tendance observée pour la collecte globale de VHU, notamment du fait du doublement de la prime à la conversion pour les foyers les plus modestes. Ce mécanisme d'encouragement étant limité dans le temps, ce flux de collecte ne sera peut-être pas aussi élevé dans les prochaines années.
- Les **DEEE** représentent 9 % des flux de déchets plastiques post-consommation collectés, les films et emballages agricoles usagés 7 % et les déchets issus du BTP 5 % (majoritairement PVC).

⁸⁶ Calcul en utilisant la même part des déchets de fabrication dans les volumes de déchets plastiques récupérés qu'en 2017 (hypothèse validée par PlasticsEurope France)

⁸⁷ Citeo (2020), Tri et recyclage des bouteilles en plastique : on fait le point !

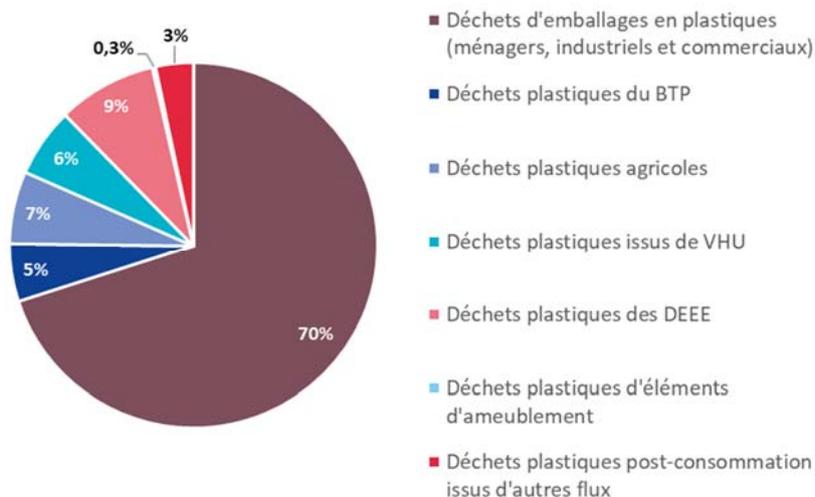


Figure 30 : Collecte en vue du recyclage de déchets plastiques post-consommation en France (en kt), par type de flux, 2018. Source : PlasticsEurope France, ADEME

La collecte en vue du recyclage a marqué une progression de 14% en 2018 par rapport à 2016.

Cette progression est notamment visible sur les emballages ménagers grâce à l'extension des consignes de tri pour les ménages (intégration des emballages en plastiques dans la poubelle jaune). Cette extension, initiée dès 2011 auprès de 3,7 millions d'habitants en France, couvre 35 millions d'habitants au 1^{er} janvier 2021. Elle a pour objectif de couvrir l'ensemble du territoire en 2022⁸⁸. En 2021, Citeo estime que ce système a permis de collecter 3 kg d'emballages supplémentaires par an et par habitant, principalement des emballages autres que les bouteilles et les flacons déjà triés.⁸⁹ Le Plan de Performance des Territoires de Citeo a, par ailleurs, permis la modernisation de 60 centres de tri en 2021, aujourd'hui équipés des dernières technologies en matière de tri et préparation des flux de plastique.

Pour les autres secteurs, la hausse de performance sur la collecte en vue du recyclage reste à la marge. À noter cependant qu'il existe des partenariats entre professionnels de la filière. Par exemple, pour les plastiques du bâtiment, un partenariat s'est monté entre PAPREC, Lapeyre et Saint-Gobain Glass sur la collecte, le démantèlement et le recyclage des déchets de fenêtres (pour le PVC, le bois et le verre). Il a permis d'établir un mode opératoire de traitement. Cependant, il n'existe pas à date de données quantifiées sur les volumes de déchets plastiques collectés par ce programme.

À l'échelle européenne, l'objectif de recyclage fixé par le « Paquet Économie Circulaire » est de 50 % pour les emballages plastiques d'ici 2025, et 55 % d'ici 2030. En 2018, la collecte pour recyclage est estimée à 42 % du gisement européen de déchets d'emballages plastiques⁹⁰ ; et à 32 % du gisement européen de déchets plastiques (dont emballages, voir Tableau 3). Sous réserve des méthodes statistiques⁹¹ et de suivi des flux⁹² utilisées dans les différents pays, la France est souvent présentée comme l'un des pays européens les moins performants en matière de collecte en vue du recyclage des déchets plastiques.

Ce retard dans les performances de la France peut s'expliquer par un retard au niveau de la collecte. Jusqu'à la mise en place progressive de l'extension des consignes de tri dès 2012, les seuls emballages ménagers en plastique collectés étaient les bouteilles et flacons. L'amélioration de la recyclabilité ainsi

⁸⁸ Code de l'environnement mis à jour le 29 juillet 2020, L541-1

⁸⁹ Citeo (2021), Simplification du tri en France : on fait le point !

⁹⁰ Techniques de l'ingénieur (2020), PlasticsEurope décortique les déchets plastiques en Europe

⁹¹ Le calcul du taux de collecte en vue du recyclage n'est pas le même dans tous les pays européens. Par exemple, la Norvège calcule non pas un taux de collecte en vue du recyclage mais un taux de collecte en vue de la valorisation (prenant en compte la valorisation énergétique des déchets plastiques), d'où sa performance exceptionnelle en 2018, avec un taux de collecte en vue de la valorisation de 52 %. Source : Actu-environnement (2020), Le recyclage des plastiques s'établit à 32,5 % en Europe

⁹² Le tonnage de plastiques collecté pour recyclage en France est potentiellement sous-estimé, les flux de déchets d'emballages industriels et commerciaux collectés n'étant pas suivis. Ces déchets seront inclus dans la REP à partir du 1^{er} janvier 2025.

que l'augmentation de l'incorporation de matière recyclée et l'implantation de nouvelles capacités de recyclage sont également des leviers pour augmenter le taux de recyclage sur le territoire.

Tableau 3 : Demande de matières plastiques, gisements de déchets post-consommation et destination après collecte en UE (en kt), 2018. Source : PlasticsEurope

	Demande (kt) de résines	Gisement (kt) de déchets plastiques post consommation	Taux de recyclage	Taux de valorisation énergétique	Taux de mise en décharge
Espagne	3 891	2 596	41,9 %	19,3 %	38,8 %
Allemagne	12 595	5 322	38,6 %	60,7 %	0,6 %
UE-27	51 200	29 100	32,5 %	42,6 %	24,9 %
Italie	7 117	3 640	31,4 %	32,8 %	35,8 %
Pologne	3 482	1 919	27,4 %	30,3 %	42,3 %
France	4 816	3 663	24,2 %	43,3 %	32,5 %

En France, le **commerce extérieur de déchets plastiques** (vrac, triés, broyés) non régénérés évolue fortement ces dernières années. Depuis 2016, les exports de déchets plastiques baissent d'environ 7 % par an tandis que les imports augmentent de 12 % par an, aboutissant à une réduction de l'excédent commercial français de l'ordre de 13 % par an depuis 2016, pour atteindre 217 kt en 2019.

Cette situation résulte en partie de la fermeture des frontières asiatiques aux imports de déchets plastiques en 2018. D'après FEDEREC, les exports en dehors de l'Union européenne ont chuté de 82 % en 2018 par rapport à 2017. Les exports au sein de l'Union européenne ont, quant à eux, augmenté de 59 %. Les exports de déchets plastiques ont à nouveau chuté en 2019, que ce soit à destination de l'Union européenne ou vers le reste du monde, pour atteindre 386 kt. Du côté des imports de déchets plastiques par les régénérateurs, une des raisons principales semble être la disponibilité, en Europe, de résines qui ne sont pas suffisamment disponibles en France (par exemple les déchets de résine PS)⁹³.

La situation devrait se stabiliser dans les prochaines années : en décembre 2020, le cadre réglementaire sur le commerce extérieur de déchets plastiques s'est renforcé au sein de l'Union européenne. À partir de 2021, les exports de déchets plastiques pour recyclage vers des pays ne faisant pas partie de l'OCDE ou de l'Union européenne pourront nécessiter une autorisation préalable du pays importateur.

⁹³ Entretien SRP

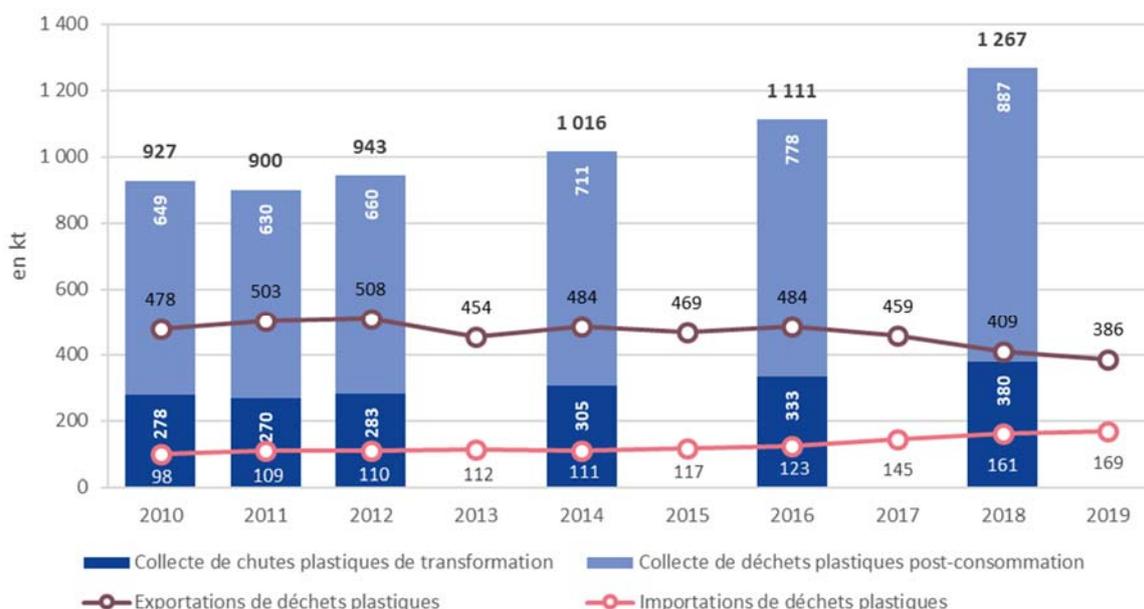


Figure 31 : Collecte et commerce extérieur de déchets plastiques en France (en kt), 2010-2019. Source : PlasticsEurope France

Le recyclage des déchets plastiques en France est donc concurrencé par l'export, mais aussi par la valorisation énergétique et l'enfouissement sur le territoire national.

Tout d'abord, s'agissant des flux exportés pour recyclage hors de France : le coût de reprise des déchets plastiques reste fortement attractif à l'international (hors Europe), en particulier pour les déchets d'emballages. Par ailleurs, les prix de déchets plastiques ont sensiblement chuté en France en 2019. Ceci peut s'expliquer par la combinaison récente de trois facteurs : l'augmentation des quantités collectées pour le recyclage (via l'extension des consignes de tri), combinée à une demande peu dynamique des industriels, et à une qualité de tri insuffisante en sortie de centres de tri.

Dans le secteur de la construction, le recyclage du PE, du PSE et du PP est concurrencé par la valorisation énergétique, de par leur pouvoir calorifique élevé (et supérieur à celui des autres résines plastiques utilisées dans le secteur de la construction). De plus, dans la filière PSE, pour le recyclage en boucle fermée, les déchets ne doivent pas être compactés : les coûts logistiques élevés conduisent souvent à privilégier les incinérateurs, beaucoup plus nombreux que les sites des transformateurs. Enfin, les tubes en PE et PP ont une durée de vie très longue, voire ne sont pas collectés en fin de vie (il est estimé que 80 % des déchets sont laissés sur place.

Enfin, certains déchets plastiques sont encore orientés vers l'enfouissement, malgré une réduction de l'ordre de 18 % du tonnage enfoui entre 2007 et 2019. Cette réduction pourrait être accélérée par l'interdiction totale de la mise en décharge de déchets plastiques prévue dans le cadre de la loi anti-gaspillage, et déjà mise en place par dans d'autres pays européens où elle a permis de rediriger certains flux de déchets plastiques collectés vers le recyclage.

9.2.3. Régénération et incorporation de MPR en France

Après avoir été collectés, triés et préparés, les déchets plastiques sont envoyés pour régénération avant d'être réincorporée dans de nouveaux produits. La **régénération**, ou production de MPR, consiste en plusieurs des étapes suivantes : tri complémentaire, broyage, lavage, affinage, densification, voire micronisation ou granulation/extrusion.

Les activités de production de MPR en France ont globalement augmenté par rapport à 2016. On estime que les volumes atteignent 585 kt en 2019⁹⁴, soit environ 50 % des quantités de plastiques collectées (1 267 kt en 2018, voir Figure 31). Sur les dernières années, la croissance de la production de MPR est évaluée à 11 % par an. Elle doit continuer à progresser pour permettre de traiter les déchets plastiques, en particulier

⁹⁴ Extrapolation des données du SRP, qui réalise depuis 2011 un reporting exhaustif auprès de ses adhérents et représente 80 % des volumes de plastiques régénérés en France en 2019

les emballages qui doivent être à 100 % recyclés en 2025 suivant la loi anti-gaspillage. Cependant, aujourd'hui la régénération des déchets plastiques est tirée principalement par la demande en incorporation.

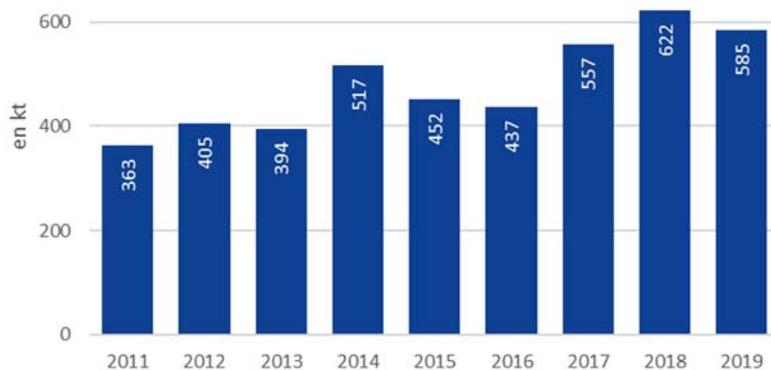


Figure 32 : Production de MPR en France (en kt), 2011-2019⁹⁵. Source : SRP

Comme les années précédentes, et en se limitant aux activités de SRP, le PET continue à être la résine prépondérante parmi celles régénérées (35 %), suivie par le PP (24 %) et le PVC (15 %), constituant à elles trois environ 75 % des MPR produites en France en 2019.

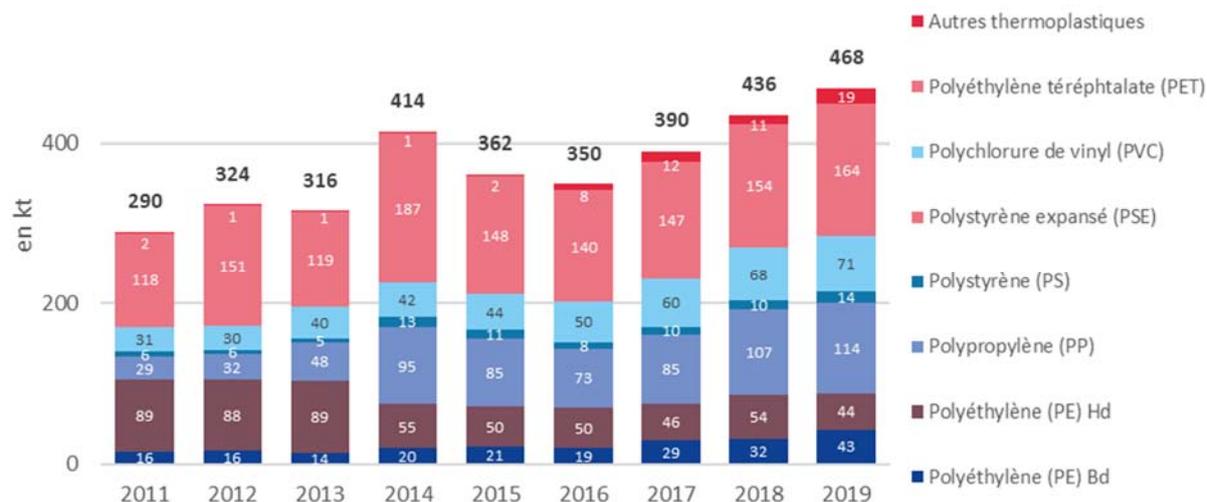


Figure 33 : Production de MPR par les adhérents du SRP, par résine (en kt), 2011-2019. Source : SRP

D'après les experts du SRP, en l'absence de données quantitatives, le **commerce extérieur de MPR** est excédentaire et, selon les pays, les flux sont principalement dépendants de l'existence ou non d'une filière d'incorporation (par exemple, la filière de recyclage de l'ABS est relativement peu développée en France). Il semblerait que la qualité et le prix des MPR aient une influence relativement faible sur le commerce extérieur : par exemple, les exports de déchets de PET sont guidés par les systèmes de subventions des pays voisins. Les tonnages exportés par les adhérents du SRP sont très variables et couvrent des cas de figures spécifiques.⁹⁶

S'agissant de **l'incorporation des MPR** dans la production de nouveaux produits, elle reste aujourd'hui mal évaluée à l'échelle de toute la filière, mais des données sont disponibles pour certains secteurs d'activité :

- Pour le **secteur des emballages**, le tonnage de MPR incorporé dans la production d'emballages plastiques est évalué à 320 kt en 2019, soit 14,5 % du tonnage mis sur le marché. La principale limite à l'incorporation dans ce secteur est l'aptitude au contact alimentaire, requise pour de nombreux emballages. Seul le PET peut être traité en ce sens ; des travaux de R&D sont

⁹⁵ Données du SRP extrapolées au marché français de production de MPR (voir rapport méthodologique associé)

⁹⁶ Entretien SRP

nécessaires (en recyclage mécanique ou chimique) pour développer l'aptitude au contact alimentaire des autres résines recyclées. Le tonnage de PET incorporé est donc principalement limité par la collecte en vue du recyclage. En ce qui concerne le PEBD, c'est une des résines les mieux incorporées dans les emballages. En effet, de nombreuses applications ne requièrent pas de contact alimentaire, et son gisement est relativement important.

- Pour le **secteur de la construction** :

- o Le taux d'incorporation de MPR dans la production de profilés en PVC est évalué à 9,5 % en 2019⁹⁷. Les professionnels du secteur se sont engagés sur un taux de 20 % en 2025, et les régénérateurs constatent un réel effet positif avec une demande croissante de MPR PVC dans ce secteur.
- o Le tonnage de MPR incorporé dans la production de produits en PE et PP est évalué à 24,6 kt en 2018, soit 18 % du tonnage mis sur le marché⁹⁸. Pour certains acteurs, l'incorporation est limitée par l'interdiction d'incorporation dans le cadre d'un contact potentiel avec de l'eau potable.

À l'échelle européenne, des outils ont été développés pour suivre de façon volontaire les tonnages de plastique incorporés par les plasturgistes. Mais ces déclarations restent incomplètes et ne sont pas fiabilisées aujourd'hui. Ainsi, la plateforme MORE a comptabilisé 382 kt de plastique incorporé en France en 2019⁹⁹. Cette donnée n'est aujourd'hui pas suffisamment robuste pour calculer un taux d'incorporation à l'échelle de la filière plastique. On peut cependant considérer que l'incorporation suit une tendance à la hausse ces dernières années, grâce à un contexte réglementaire et médiatique favorable, et à des incitations financières qui favorisent l'engagement des acteurs vers l'économie circulaire.

Plusieurs évolutions **réglementaires** viennent encourager l'incorporation de MPR dans la filière des plastiques, au niveau national et européen. Dans le cadre de la directive européenne SUP, la mise en place d'une obligation d'incorporation de recyclé dans les bouteilles en plastique a permis une croissance rapide et efficace du taux d'incorporation.

À l'échelle nationale, la FREC puis la loi anti-gaspillage ont pour objectif global de « tendre vers 100 % de recyclage des plastiques ». À noter que l'utilisation du terme « recyclage » peut porter à confusion, car un tonnage collecté pour recyclage n'est pas nécessairement entièrement incorporé et donc recyclé. Les seuls objectifs chiffrés exprimés en termes d'incorporation de MPR et publiés actuellement sont ceux dans la FREC (en ligne avec les engagements volontaires de la Circular Plastics Alliance - voir ci-dessous) : 1 millions de tonnes de plastiques incorporées à l'échelle nationale en 2025, dont 400 kt dans les emballages et 100 kt dans le secteur de la construction. Ces objectifs ne sont pas accompagnés de sanctions en cas de retard ou d'échec. Pour le moment, il n'y a pas d'obligation réglementaire d'atteindre un seuil en termes d'incorporation excepté pour les bouteilles plastiques.

Des leviers d'action autres que réglementaires sont également activés. Ainsi, dans le cadre d'un engagement volontaire, la Commission Européenne a lancé la plateforme Circular Plastics Alliance. Plus d'une centaine d'acteurs publics et privés de la filière plastique ont signé sa charte. Celle-ci vise à atteindre 10 millions de tonnes de plastique incorporées à l'échelle européenne en 2025. Par ailleurs, en France, des dispositifs de soutien ont été mis en place dans le cadre du plan de relance en 2020 et 2021 avec notamment le lancement d'un troisième appel à projets a été lancé en France en 2020 dans le cadre du dispositif ORPLAST. Il vise à soutenir financièrement les plasturgistes et transformateurs dans l'incorporation de matière recyclée ainsi qu'un dispositif accompagnant les projets de régénération.

Dans le secteur spécifique des emballages ménagers, des leviers d'action sont mis en place pour améliorer le taux recyclage, parmi lesquels on peut citer l'écoconception, qui permet de réduire la part de plastique non recyclable dans les flux collectés.

Lorsque l'on se projette sur la période suivante, plusieurs **travaux et pistes de recherche** sont en cours pour lever des **freins techniques** auxquels l'incorporation de MPR est confrontée. Citeo finance ainsi une douzaine de projets, dont plusieurs concernent le PE et le PP, qui sont des résines particulièrement

⁹⁷ Données issues de l'enquête Ecoprofil du SNEP (Syndicat National de l'Extrusion de Profilés Plastiques). Les tonnages concernés sont issus de déchets post-consommation et post-industriel, et excluent le recyclage en interne.

⁹⁸ Estimation UPB

⁹⁹ Donnée considérée incomplète et non fiabilisée (voir rapport méthodologique associé)

utilisées pour le contact alimentaire mais dont l'incorporation n'est pas autorisée dans ce cadre¹⁰⁰. Un autre exemple concerne le PET : un consortium entre LSDH, Carrefour, SGT, PDG Plastiques et Paprec a travaillé sur la recyclabilité du PET opaque, qui perturbe les procédés de recyclage des flux en PET actuellement opérationnels¹⁰¹. Ces travaux ont permis d'aboutir à un procédé d'incorporation de cette résine dans des bouteilles de lait. Tous ces projets sont notamment facilités par la mise en place progressive de l'extension des consignes de tri. La massification de flux de plastiques divers permet en effet aux entreprises de recyclage d'expérimenter de nouvelles techniques et de généraliser le recyclage de cinq résines (PET, PEhD, PS/PSE, PEbD, PP) au lieu des deux qui constituent les bouteilles et flacons. D'après le SRP, l'extension de consignes de tri a nécessité peu d'adaptation de la part des régénérateurs, excepté la nécessité d'ajouter une étape de tri en entrée, ce qui est encourageant en vue de leur généralisation à l'ensemble du territoire français.

Un autre axe de progrès technologique attendu se situe au niveau des nouvelles solutions de recyclage en cours de développement et ce pour les plastiques qui sont exclus des chaînes d'une régénération mécanique. De l'avis de certains experts, certaines des technologies de recyclage physico-chimique, chimique et/ou enzymatique, notamment de dépolymérisation des plastiques, sont parvenues à lever des verrous à des échelles pilote voire démonstrateur et sont, pour certaines, en cours de développement commercial. Elles pourraient permettre d'apporter des solutions complémentaires au recyclage mécanique. Par exemple, le recyclage chimique est envisagé pour recycler des déchets difficilement recyclables par voie mécanique, comme les barquettes multicouches et les déchets plastiques souillés en mélange. En revenant à la molécule de base, c'est-à-dire le monomère, celui-ci pourrait être réutilisé dans les procédés classiques de fabrication des plastiques. Le recyclage chimique devrait ainsi permettre de produire, à partir de plastiques recyclés, de nouveaux plastiques qui seraient par exemple compatibles avec les applications les plus exigeantes (contact alimentaire, médical, industrie automobile, etc.). C'est sur cette technologie que misent les acteurs de la chaîne des emballages alimentaires en polystyrène, qui ont signé en juin 2021 une charte pour atteindre 100 % d'emballages en polystyrène collectés, triés et recyclés en 2025¹⁰². Plusieurs points d'attention demeurent cependant concernant notamment la sécurisation des approvisionnements en déchets de ces unités ainsi que le niveau de qualité attendu de la matière en entrée.

¹⁰⁰ Citeo (2019), Vers 100 % d'emballages recyclables ou réemployables

¹⁰¹ Actu-environnement (2020), PET opaque : des solutions apparaissent pour résoudre les problèmes de recyclage

¹⁰² Actu-environnement (2021), La filière du polystyrène signe une charte d'engagement

10. Les inertes du BTP

Ce chapitre présente les éléments spécifiques aux différentes étapes du recyclage des inertes du BTP en France. Le contexte général du recyclage en France, et le lexique non spécifique à la filière des inertes du BTP sont présentés en introduction du BNR.

10.1. Lexique

Déchets inertes¹⁰³	« Tout déchet qui ne subit aucune modification physique, chimique ou biologique importante, qui ne se décompose pas, ne brûle pas, ne produit aucune réaction physique ou chimique, n'est pas biodégradable et ne détériore pas les matières avec lesquelles il entre en contact d'une manière susceptible d'entraîner des atteintes à l'environnement ou à la santé humaine ». Ils peuvent être de nature variable : terres et matériaux meubles non pollués ; graves et matériaux rocheux ; déchets d'enrobés sans goudron (fraisât, plaques et croûtes) ; béton (sans ferrailles) ; briques, tuiles et céramiques ¹⁰⁴ ; mélange de déchets inertes
Déchets dangereux¹⁰⁵	La définition des déchets dangereux renvoie à une liste de propriétés établie dans un texte européen. Ceux-ci contiennent des éléments toxiques ou dangereux présentant des risques pour l'environnement ou la santé humaine. Ils peuvent être de nature variable : emballages souillés par des produits toxiques, bois traités, aérosols, colles, vernis, peintures, solvants, matériaux contenant de l'amiante, etc. Ils sont exclus du périmètre du BNR
Déchets non inertes, non dangereux	Il s'agit de déchets non inertes et ne possédant aucune des propriétés qui rendent un déchet dangereux. Ils peuvent être de nature variable : métaux, plastiques, papiers, bois non traité,, déchets organiques (biodéchets, déchets sous-produits animaux, etc.) La gestion de ces déchets s'inscrit dans le cadre de la hiérarchie de traitement des déchets de la directive cadre sur les déchets. Ils sont exclus du périmètre de ce chapitre.
Exemples de matériaux inertes utilisés dans le BTP (liste non exhaustive)	
Granulats	Les granulats sont des fragments de roche d'une taille comprise entre 0 et 80 mm de diamètre environ. On distingue les granulats naturels des granulats recyclés
Enrobé	Un enrobé (ou enrobé bitumineux) est un mélange de graviers, sable et de liant hydrocarboné (goudron ou bitume) appliqué en une ou plusieurs couches pour constituer la chaussée des routes. Il contient ~ 5 % de bitume et ~ 95 % de gravats
Bitume	Substance composée d'hydrocarbures extraits du pétrole, liquéfiable à chaud et adhérent aux supports sur lesquels on l'applique. Dans le langage courant, on le confond souvent avec le goudron d'origine houillère, ou avec l'asphalte dont il n'est qu'un composant
Ciment	Matière pulvérulente (généralement sous forme de poudre) formant avec l'eau, ou une solution saline, une pâte plastique liante, susceptible d'agglomérer, en durcissant, des substances variées, pour produire du mortier, des graviers, ou encore du béton
Ballast	Lit de pierres ou de graviers sur lequel repose une voie de chemin de fer
Béton	Matériau de construction composite fabriqué à partir de granulats (sable, gravillons, etc.) agglomérés par un liant (ciment)

10.2. Le cycle de vie des inertes du BTP en France

¹⁰³ Article R 541-8 code de l'Environnement

¹⁰⁴ La céramique émaillée ou ciment peuvent ne pas être inertes, car ils peuvent modifier le pH de l'eau et du sol provoquant la disparition de certaines espèces fauniques

¹⁰⁵ Annexe III de la directive 2008/98/ CE du Parlement européen et du Conseil du 19 novembre 2008 relative aux déchets et abrogeant certaines directives

Les **déchets du BTP** (Bâtiment et Travaux Publics) sont issus de chantiers : principalement générés par des activités de travaux publics¹⁰⁶ et génie civil mais aussi de construction, de démolition ou d'entretien des bâtiments¹⁰⁷. La gestion de ces déchets est une des priorités des politiques publiques de gestion des déchets en France¹⁰⁸. On distingue trois catégories parmi les déchets du BTP : les déchets inertes (sur lesquels se concentre le BNR), les déchets non inertes non dangereux et les déchets dangereux (ces deux dernières catégories étant exclues du périmètre du BNR). Les **déchets inertes du BTP** générés peuvent être gérés de différentes façons :

- Ils peuvent être réutilisés sur d'autres chantiers ou comme remblais de carrières ;
- Ils peuvent être dirigés vers des installations de regroupement ou traitement des déchets : plateformes de regroupement, de tri et de transit, installations de valorisation matière et de recyclage, centres de stockage et/ou d'élimination ;
- Ils peuvent être confiés à des intermédiaires (collecteurs, déchetteries municipales ou professionnelles, distributeurs), qui ensuite redirigent ces flux vers les acteurs appropriés pour leur traitement.

En matière de recyclage, les déchets inertes du BTP passent par des étapes de tri, de concassage et de retrait éventuel des éléments préjudiciables au recyclage. Dans le cas des granulats, les matériaux recyclés ainsi obtenus ont des caractéristiques similaires à celles des granulats naturels. Ils se distinguent des matériaux réutilisés sans traitement en raison de leur valeur et de leur fonctionnalité plus importante.

Plusieurs particularités spécifiques au secteur du BTP sont à noter en comparaison avec les autres matériaux étudiés dans le BNR. D'une part, une partie des activités de réutilisation et de recyclage a lieu directement sur le chantier (tonnages élevés, capacités de traitement sur site, organisation des acteurs et filières de collecte, etc.). Or, ces matériaux usagés traités directement sur le chantier d'origine n'ont pas le statut de déchets et ne sont pas, à ce titre, abordés dans ce chapitre¹⁰⁹. **La collecte et le recyclage peuvent sembler faibles en regard du gisement de déchets inertes du BTP, mais ne doivent pas masquer les pratiques répandues de réutilisation dans le secteur du BTP**¹¹⁰. D'autre part, la réutilisation, le recyclage, la valorisation matière via remblaiement de carrière, etc. sont parfois regroupés et ne permettent pas toujours de distinguer précisément la part du recyclage. Cette confusion se retrouve également dans les objectifs français et européen en matière de gestion des déchets du BTP où il est question de « valorisation » au sens large.

Le BNR s'intéresse uniquement au recyclage des déchets inertes du BTP, il exclut donc :

- La réutilisation, type de traitement à privilégier en amont du recyclage ;
- Les activités de remblaiement de carrière, considérées comme de la valorisation matière autre que le recyclage, bien que certains pays européens intègrent le remblaiement d'ouvrage dans la catégorie « Recyclage ».¹¹¹

Parmi les matériaux inertes utilisés dans le BTP, les granulats et les enrobés sont davantage suivis par la filière, et des données plus précises existent sur leur recyclage :

- Les **granulats** font partie des principales matières premières utilisées dans le secteur BTP. Ils sont utilisés tels quels ou après un traitement à la chaux par exemple lors de la construction de chaussées (routes et autoroutes), pour la couche de ballast des voies ferrées, pour les remblais, mais aussi le revêtement de terrains de sport, etc. Ils peuvent également être mélangés à un liant : avec du ciment pour faire du béton, avec du bitume pour produire des enrobés. Ils s'intègrent alors dans la fabrication des maisons, des ouvrages d'art, des ponts, etc. ;
- L'**enrobé bitumineux** est un mélange de sable, de graviers et de bitume. Il est principalement utilisé pour la chaussée des routes, la piste des aéroports et des autres zones de circulation.

¹⁰⁶ Opérations de réaménagement, voiries, constructions de sites publics ou d'utilité publique

¹⁰⁷ Opérations de construction et de démolition de logements ou de bâtiments, réhabilitation etc.

¹⁰⁸ Priorité 1 du Plan national de prévention des déchets 2014-2020

¹⁰⁹ Le présent chapitre se concentre uniquement sur les déchets inertes du BTP en sortie de chantier : tous les matériaux usagés directement traités, réutilisés ou recyclés sur site n'ont pas le statut de déchets et ne sont pas concernés ici

¹¹⁰ En application de la hiérarchie des modes de traitement des déchets, la réutilisation est à privilégier au recyclage

¹¹¹ L'article L. 541-1-1 du code de l'environnement précise que « les opérations de valorisation énergétique des déchets, celles relatives à la conversion des déchets en combustible et les opérations de remblaiement ne peuvent pas être qualifiées d'opération de recyclage »

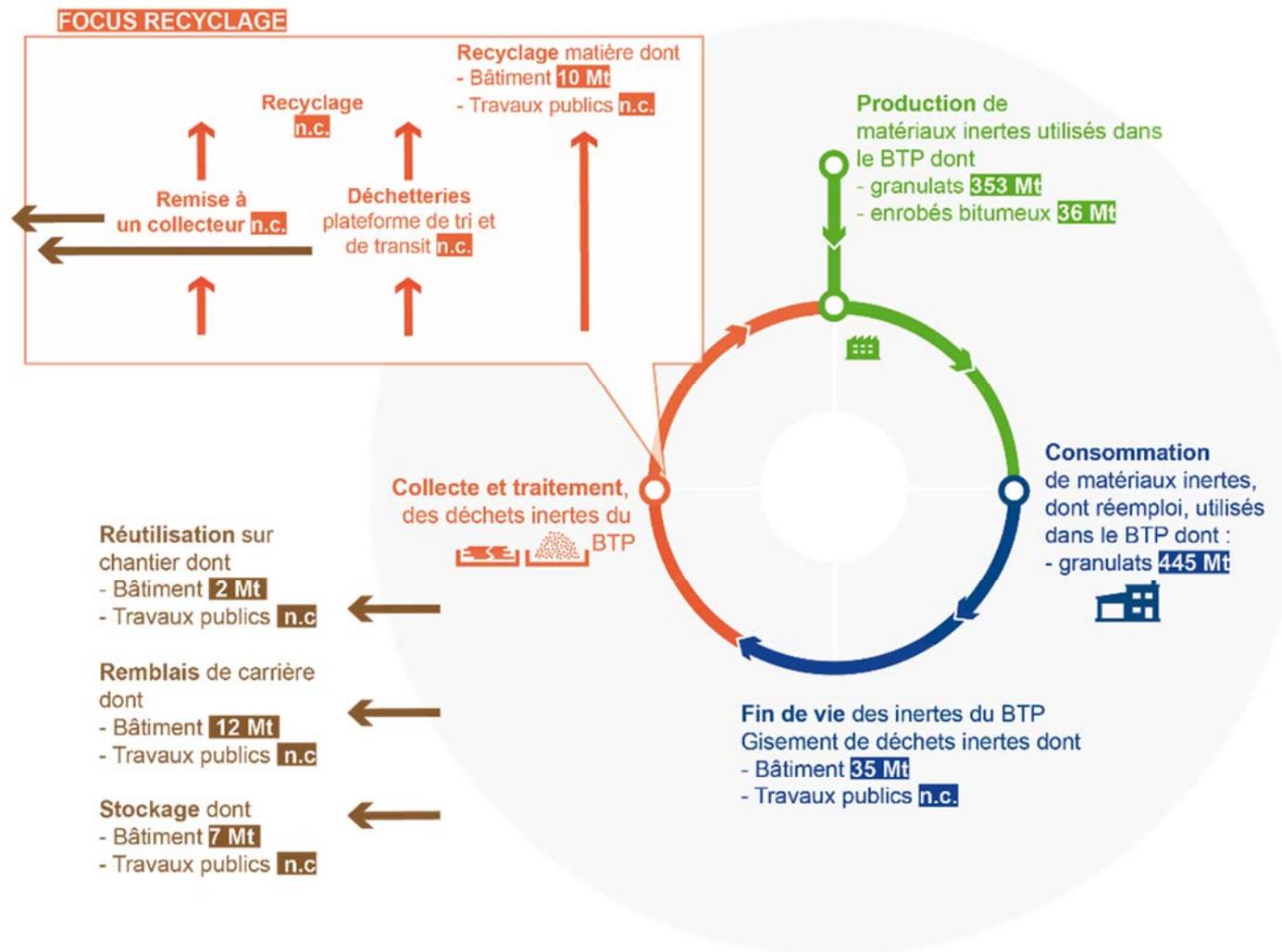


Figure 34 : Cycle de vie inertes du BTP en France, 2018/2019

10.3. Tableau de bord

Les principales sources de données de flux et socio-économiques sur le secteur du bâtiment sont les études réalisées en 2018 et 2019 par les fédérations concernées et par l'ADEME dans le cadre de la loi anti-gaspillage, ainsi que l'enquête annuelle de FEDEREC (Fédération professionnelle des entreprises du recyclage).

Afin de conserver une vision globale de la filière du BTP, l'enquête réalisée en 2008 et 2014 du SDES (Service de la donnée et des études statistiques) du MTES (Ministère de la Transition écologique et solidaire) sert à nouveau de référence à l'échelle de la filière BTP. Des informations complémentaires sont présentées dans le rapport méthodologique.

Chiffres clés du recyclage des déchets inertes du BTP en France	Unité	2008	2014	2019
Gisement de déchets inertes du BTP générés		239	211	n.c.
<i>dont secteur du bâtiment</i>	Mt	28	32	35
Volumes de déchets inertes du BTP recyclés		0 – 151	45 – 93	10 – n.c.
<i>dont déchets inertes du BTP faisant l'objet d'un recyclage matière</i>		0 – 77	45	10 – n.c.
<i>dont déchets inertes traités par le biais d'un intermédiaire et dont une partie, inconnue, est destinée au recyclage</i>	Mt	0 – 74	0 – 48	n.c.

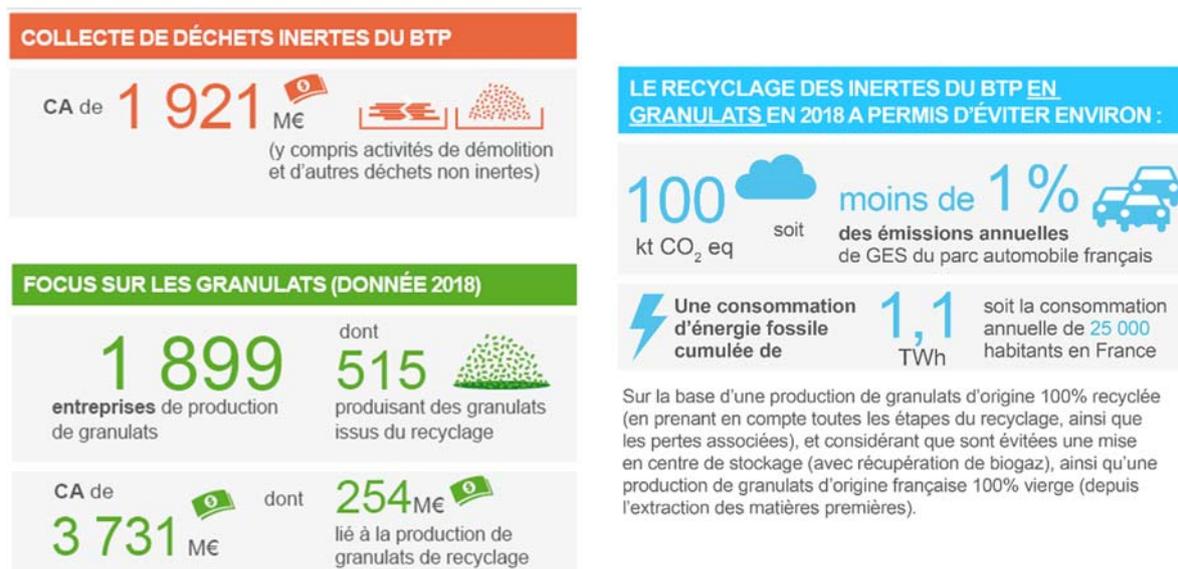
*n.c. : non connu

Concernant le focus sur les granulats et sur les enrobés, les principales sources de données de flux et socio-économiques sont respectivement les études de l'UNPG (Union nationale des producteurs de granulats) et celles de Routes de France. À noter que les données 2019 sur les granulats n'étaient pas disponibles auprès de l'UNPG.

Focus sur les chiffres clés du recyclage des granulats et enrobés en France	Unité	2017	2018	2019
Production totale de granulats		339	353	n.c.
<i>dont issus du recyclage de sous-produits artificiels¹¹²</i>	Mt	4	4	n.c.
<i>dont issus du recyclage de matériaux de démolition</i>		24	27	n.c.
Part de granulats issus du recyclage dans la production de granulats		8,2 %	9,0 %	n.c.
Part de granulats issus du recyclage de matériaux de démolition dans la production de granulats	%	7,0 %	7,7 %	n.c.
Production totale d'enrobés bitumineux	Mt	36	36	36
Taux d'incorporation d'agrégats d'enrobés dans les enrobés bitumineux¹¹³	%	18 %	18 %	17 %

¹¹² Selon l'UNPG, le recyclage des granulats s'organise en deux filières : les granulats recyclés issus de la filière de la déconstruction (la matière première utilisée pour les produire est elle-même constituée de granulats « purs » ou combinés à des liants), et les granulats dits artificiels issus de la filière des sous-produits industriels tels que schistes, laitiers, mâchefers (la matière première utilisée est des résidus de procédés industriels)

¹¹³ Le calcul d'un taux d'incorporation à l'échelle de toute la filière des inertes du BTP n'est pas jugé possible par les professionnels du secteur au vu des données disponibles



Le recyclage des granulats en France en 2018 (pas de donnée 2019) a permis d'éviter un impact sur le changement climatique et une consommation d'énergie fossile primaire similaires à la situation de 2017, du fait de la stabilité des tonnages recyclés entre les deux périodes temporelles étudiées. Le recyclage des granulats, et plus largement des inertes du BTP, contribue faiblement à l'évitement d'impact sur le changement climatique et la consommation des ressources, bien que les volumes concernés soient plus importants que ceux des autres filières matériaux.

L'évaluation environnementale s'appuie sur la prise en compte de la production et du recyclage des granulats. Les données utilisées sont des inventaires de cycle de vie diffusés par l'UNPG, issus d'une collecte de données en 2014 auprès de 4 sites (représentant 1,7 % de la production française mais dont l'échantillonnage est représentatif des sites exploités en France). La même source (UNPG) est utilisée pour la production des granulats issus de roches meubles et issus de roches massives, également sur un périmètre français. Le recyclage permet l'évitement d'un traitement final en centre d'enfouissement.

Les principaux inventaires utilisés, précisions méthodologiques et limites associées sont détaillés dans le rapport ACV soumis à revue critique du BNR 2017.

10.4. Flux physique

10.4.1. Production et consommation de matériaux inertes pour le BTP

La production de matériaux inertes pour le BTP ne reflète pas l'utilisation de matériaux issus du recyclage de déchets inertes (à des niveaux variables selon le type de matériau) ni le gisement de déchets inertes (plutôt lié à la consommation de matériaux inertes). Il est cependant intéressant de mentionner les grandes tendances du secteur en matière de production sur les dernières années. Quelques éléments complémentaires sont fournis sur les granulats et les enrobés bitumineux, deux types de matériaux inertes utilisés dans le BTP et pour lesquels davantage de données sont collectées et suivies par la filière.

Dans l'ensemble, le secteur du BTP a poursuivi sa dynamique de croissance en 2019. Au sein du BTP, on distingue le secteur du bâtiment de celui des travaux publics (TP). Au cours des dernières années, on observe des dynamiques différentes pour ces deux secteurs :

- Le secteur du **bâtiment** voit son rythme de croissance ralentir en 2019, en cohérence avec le PIB français. Cette faible croissance survient à la suite du regain fort observé en 2016, et guidé par la construction neuve. La dynamique s'est essouffée en 2018 et 2019, en particulier avec le décrochage de la construction de logements sociaux (réduction du prêt à taux zéro, fin du dispositif Pinel en zone tendue et suppression de l'APL Accession)^{114, 115}. Les pouvoirs publics

¹¹⁴ FFB (2019), Bilan 2019 et prévisions 2020

¹¹⁵ Maisons Joël Maddalena, Le PTZ, le dispositif Pinel ET l'APL Accession

ont maintenu les dispositifs d'aide à la rénovation énergétique des bâtiments : l'éco-prêt à taux zéro pour la rénovation énergétique des logements anciens, le Crédit d'impôt pour la transition énergétique, le programme « Habiter mieux ». Ces dispositifs ont permis d'observer une hausse du secteur de l'amélioration-entretien courant 2019.

- Le secteur des **travaux publics** (TP) est en croissance continue depuis 2015, avec en particulier une production de granulats en hausse de plus de 4 % pour l'année 2018. Cette croissance est notamment guidée par l'entretien et la rénovation des infrastructures routières par les collectivités locales.

Il reste difficile d'évaluer l'impact de grands projets prévus au moyen et long terme, comme la construction des infrastructures du Grand Paris Express et celles des Jeux Olympiques de 2024. Néanmoins, on peut noter qu'au premier trimestre 2020, environ 3 % du plan d'investissement autoroutier avait été entamé, soit 17 millions d'euros sur les 700 millions d'euros de travaux d'aménagement d'échangeurs autoroutiers, de réduction de l'empreinte environnementale, de parkings de covoiturage prévus par ce plan.

Focus sur les granulats

Les **granulats** font partie des principales matières premières utilisées dans le secteur du BTP (24 % du chiffre d'affaires et 70 % des matériaux de construction et produits de carrières en 2017).¹¹⁶

La production française de granulats est en hausse grâce au secteur des travaux publics depuis 2016, passant de 330 Mt à 353 Mt en 2018. La France est le second producteur européen de granulats. En matière de commerce extérieur, les granulats ayant une très faible valeur unitaire, leur transport à des fins commerciales se limite à de courtes distances (< 50 km en moyenne). Le commerce extérieur de granulats est donc faible par rapport à la production ; en 2018, 11 Mt étaient importées contre 9 Mt exportées, soit environ 3 % de la production nationale. Il s'agit essentiellement de flux entre pays frontaliers.



Figure 35 : Production totale de granulats en France (en Mt), par type, 2010-2018

La consommation apparente totale de granulats par les entreprises, définie à partir de la production et du commerce extérieur, s'élève à 356 Mt en 2018, soit une hausse de 4 % par rapport à 2017. La consommation totale de granulats est évaluée à 445 Mt, en prenant en compte le réemploi direct. En matière d'ouvrages, 82 % des granulats sont utilisés pour les travaux publics contre 18 % pour le bâtiment ; en matière d'emplois, 65 % des granulats sont utilisés pour les travaux routiers et ferroviaires, VRD¹¹⁷, et autres infrastructures, mais également dans les bétons hydrauliques (35 % des granulats).

¹¹⁶ Entreprises couvertes par l'enquête de branches de l'UNICEM

¹¹⁷ Voiries et réseaux divers : il s'agit des différents raccordements (ex : eau, assainissement, gaz, ligne téléphonique, etc.) et branchement (ex : électricité) réalisés sur un terrain pour qu'il soit viabilisé.

Focus sur les enrobés bitumineux

La production nationale d'enrobés bitumineux est en progression depuis plusieurs années : en 2019, elle se stabilise à 36 Mt, après 2 années de faible croissance ainsi qu'une hausse de 10 % en 2016 qui reflétait le regain d'activité du BTP.

10.4.2. Gisement et collecte des déchets inertes du BTP

En 2019, le **gisement de déchets inertes** générés par le **secteur du bâtiment (hors travaux publics)**¹¹⁸ atteint 35 Mt, soit une augmentation de 10 % en 5 ans. Une explication pour cette hausse du gisement pourrait être le regain d'activité du secteur bâtiment après 2016, qui était particulièrement important pour les constructions neuves, d'où un besoin plus important en terrains vides.

Sur l'**ensemble du secteur du BTP**, en 2014, le gisement de déchets inertes générés par le BTP avait atteint 211 Mt, principalement issus du secteur des travaux publics (85 % des déchets inertes du BTP), composé principalement de terres et cailloux non pollués (54 %) des volumes. Les acteurs de la filière considèrent que ces chiffres sont toujours valables en 2019, car la dynamique des chantiers de déconstruction est relativement stable¹¹⁹. À noter que la baisse d'environ 13 % entre les chiffres de 2008 et ceux de 2014 se place dans un contexte de baisse de consommation (-18 % de consommations apparente en granulats)¹²⁰.

En 2019, sur le secteur du bâtiment, on estime qu'une partie du gisement de déchets inertes est directement réutilisée sur un autre chantier comme remblais (2 Mt) ou pour du remblaiement de carrière (12 Mt), sans être nécessairement repris au préalable par un collecteur. Il reste environ 7 Mt enfouis dans des installations de stockage de déchets inertes (ISDI).

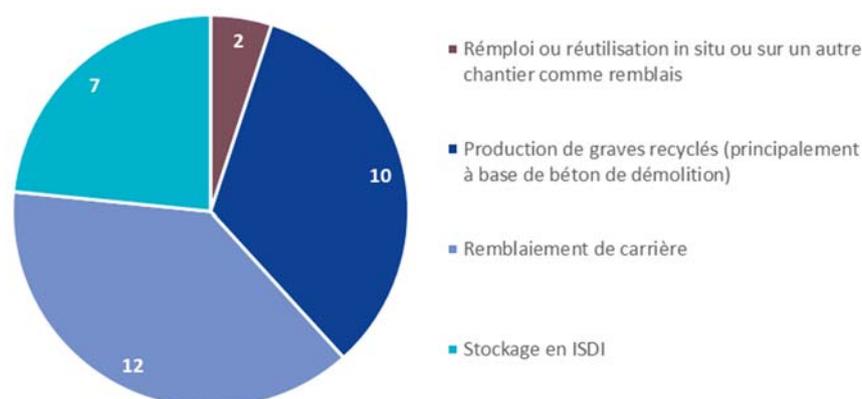


Figure 36 : Répartition des déchets inertes générés dans le secteur du bâtiment en France (en Mt), selon le type de traitement, 2019

En matière de **collecte**, par comparaison avec les autres matériaux du BNR, les déchets inertes du BTP ont une taille et un caractère pondéreux, et ne sont pas dans leur majorité d'origine ménagère, ce qui tend à les écarter des filières habituelles de collecte et traitement des déchets. Les déchets inertes du BTP sont collectés par de nombreux acteurs et destinés à de multiples débouchés (le suivi de ces débouchés n'étant pas toujours assuré, selon les acteurs). Ainsi, en 2014, à l'échelle du secteur du BTP, la remise à un collecteur avait atteint 23 Mt, soit 11 % des déchets inertes du BTP ; une fraction inconnue allant au recyclage. Ce taux de collecte est faible par comparaison avec d'autres filières étudiées dans ce BNR. Cependant, des filières de collecte sont en train d'être mises en place, ce qui est notamment le cas pour le verre plat de déconstruction¹²¹.

Les **déchets du bâtiment** sont collectés principalement sur chantier (80 %) dans le cadre de grands chantiers dont le maître d'ouvrage est un professionnel. Le tonnage restant est apporté en déchetterie publique (14 %), en déchetterie privée (3 %) ou auprès de distributeurs (3 %). Environ 60 % du tonnage

¹¹⁸ En 2019, les seules données disponibles sont relatives au secteur du bâtiment (voir rapport méthodologique)

¹¹⁹ Entretien UNICEM-UNPG

¹²⁰ Données issues du Service de l'Observation et des Statistiques (SDES) du Ministère de la Transition écologique et solidaire et sont publiées tous les six ans (la dernière publication datant de 2014). Voir rapport méthodologique.

¹²¹ Voir le chapitre « Verre » pour plus d'informations

collecté est trié, une part inconnue est envoyée en centre de tri, le reste allant directement en enfouissement ou valorisation énergétique.¹²²

À noter que les incertitudes sont relativement élevées sur ces flux, étant donné que le secteur du bâtiment couvre de petits chantiers dont les flux sont faibles. Le manque de connaissance de certains flux collectés s'explique également par l'existence de flux illégaux de déchets inertes du BTP, évacués en dépôts sauvages, décharges illégales, remblaiement sur terres agricoles, etc.

Du point de vue réglementaire, la collecte de déchets du BTP est de plus en plus encadrée, avec pour objectif de trier à la source les matériaux et ainsi favoriser leur recyclage. En 2017, la loi sur la Transition Énergétique (LTECV) d'août 2015 visait à mieux organiser la reprise des déchets du BTP. La loi anti-gaspillage de février 2020 sur le secteur du bâtiment a introduit la mise en place d'ici à 2022 d'une filière REP pour les Produits et Matériaux de Construction du secteur du Bâtiment (PMCB). Cette REP permettra de renforcer le maillage des points de collecte et de financer la reprise gratuite des déchets du bâtiment issus des ménages ou professionnels, et donc également d'avoir un meilleur suivi de ces flux.¹²³

Par ailleurs, un décret d'application de la loi anti-gaspillage paru en juillet 2021 étend le tri « 5 flux » en un tri 7 flux pour le secteur de la construction et de la démolition, afin de séparer le plâtre et les fractions minérales. La présence de plâtre dans les déchets reçus par la filière de recyclage des granulats est un critère de non recyclabilité.

10.4.3. Incorporation de MPR

En 2015, la LTECV avait fixé l'objectif de « **valoriser sous forme de matière** 70 % des déchets non dangereux du secteur du bâtiment et des travaux publics en 2020 », une transposition de la Directive cadre européenne sur les déchets.¹²⁴ En 2019, il est estimé que 67 % des déchets du bâtiment sont « valorisés », cette valorisation comprenant les opérations de remblaiement de carrière (29 %) ou d'un recyclage matière (38 %)¹²⁵. Pour les déchets inertes, ce taux est plutôt de 70 à 76 % du total de 33 millions de tonnes, avec 11,5 Mt valorisés en remblais de carrière, 10 Mt utilisés pour la production de graves recyclés et 1,5 Mt réutilisés sur un autre chantier, à des fins de remblais. Sur le secteur des travaux publics, le taux de valorisation est considéré stable¹²⁶ ; il avait été estimé à 63 % en 2014. Les entreprises des TP ont souvent des liens plus étroits avec les acteurs de la valorisation¹²⁷.

Concernant le **recyclage**, la part du tonnage effectivement recyclé est estimé à 33,3 % dans le secteur du bâtiment en 2019. Sur l'ensemble du secteur du BTP, en 2014, le recyclage de déchets inertes du BTP avait été estimé entre 21 % (45 Mt) et 44 % (93 Mt) des volumes de déchets inertes générés.

En 2016, les engagements pour la croissance verte signés par les acteurs du secteur visaient à augmenter de 50 % la quantité de granulats et matériaux recyclés en 2020 par rapport à 2014 et de développer la valorisation de la fraction non recyclable des déchets inertes en réaménagement de carrières, afin de répondre aux obligations de remise en état prévues par les arrêtés préfectoraux d'autorisation. En France, la quantité de granulats recyclés issus de matériaux de démolition a progressé de 12 Mt en 2005 à 20 Mt en 2014, puis 27 Mt en 2018. L'objectif a été atteint en 2019 d'après les données transmises à l'UNICEM par les plateformes fixes.

Selon les professionnels, il apparaît peu pertinent de calculer un **taux d'incorporation** de matériaux recyclés à l'échelle de toute la filière du BTP¹²⁸. En effet, celui-ci dépend fortement des dynamiques de démolition, des types d'ouvrage démoli et des politiques de rénovation urbaine. L'incorporation de recyclé est donc déjà limitée par le gisement. En outre, un objectif d'incorporation à l'échelle nationale pourrait renforcer les disparités déjà existantes entre les acteurs du BTP dans la région du Grand Paris et ceux présents dans des territoires plus ruraux. Cependant, les professionnels du secteur redoutent qu'un tel dispositif engendre des déséquilibres au niveau des marchés. Ils craignent aussi que les temps de transport augmentent considérablement en vue d'atteindre les objectifs affichés, alors que des solutions

¹²² ADEME (2021), Étude de préfiguration de la filière REP Produits et Matériaux de Construction du secteur du Bâtiment

¹²³ Loi n° 2020-105 du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire

¹²⁴ Directive 2008/98/CE du Parlement européen et du Conseil du 19 novembre 2008 relative aux déchets et abrogeant certaines directives

¹²⁵ ADEME (2021), Étude de préfiguration de la filière REP Produits et Matériaux de Construction du secteur du Bâtiment

¹²⁶ Entretien UNICEM-UNPG

¹²⁷ ADEME, Bâtiments et travaux publics : prévention et valorisation des déchets, étude de décembre 2018

¹²⁸ Le taux d'incorporation pour les enrobés bitumineux est disponible et indiqué dans le focus à la fin de la section.

locales existent. Les acteurs de la filière devraient fournir des données d'incorporation d'ici 2022 dans le cadre de la filière REP sur le secteur du bâtiment.

Le premier frein à l'intégration de davantage de matériaux recyclés est le manque de débouchés pour les déchets recyclés, ainsi que la méconnaissance des filières et débouchés déjà existants. Un certain nombre de projets ont été lancés pour y remédier, notamment :

- Le projet national de recherche et développement RECYBETON, finalisé en 2018, a permis d'identifier de nouvelles techniques de valorisation des déchets issus des bétons déconstruits vers de nouveaux bétons ou du ciment, la principale branche de recyclage étant jusqu'alors les granulats pour revêtements routiers. Sur une thématique plus technique, le projet MURE, lancé en 2014, expérimente différents types de recyclage d'agrégats d'enrobés dans les enrobés bitumineux ;
- Plus récemment, le projet DREAM (Diagnostic rapide et environnemental appliqué aux matériaux recyclés issus du BTP), soutenu par l'ADEME, a permis d'identifier des techniques simples et rapides de contrôles sur site de la qualité des matériaux issus du recyclage des déchets du BTP sur les plates-formes dédiées, et ce pour deux paramètres critiques : les sulfates pour les granulats de bétons et les matériaux mixtes (bétons, terreux, agrégats d'enrobés) et les HAP pour les agrégats d'enrobés.

Le second frein réside dans l'acceptation des produits recyclés par les Maîtres d'Œuvres et Maîtres d'Ouvrages. À noter néanmoins que le bas carbone est devenu un sujet majeur récemment, encourageant notamment l'utilisation de produits recyclés. Pour accroître leur acceptabilité, plusieurs initiatives ont été lancées dans le secteur :

- Un guide technique a été émis par le ministère de l'Écologie en 2011 sur l'acceptabilité des matériaux recyclés en technique routière. Un autre est prévu à destination du bâtiment ;
- L'engagement pour la croissance verte (ECV) signé en avril 2016 a aussi été l'occasion pour les acteurs de décliner plusieurs actions pratiques à destination notamment des maîtres d'ouvrages : un site web ressource MaTerrio.construction ainsi que plusieurs guides de bonnes pratiques ;
- La démarche de qualité des MPR est visée par la mise en place de labels comme QualiRecycle BTP. Lancé en 2014 par le SEDDRé (anciennement SR-BTP), en convention avec l'ADEME, ce référentiel est un outil d'excellence métier structurant visant à engager les professionnels de la gestion des déchets du BTP dans une démarche de progrès et à industrialiser progressivement leurs activités de tri et de recyclage des déchets du BTP, pour gagner ainsi en compétitivité. À noter que les labels ont un impact relativement limité par rapport aux outils tels que les guides techniques.

Focus sur les granulats

La part de **granulats recyclés** dans la production nationale de granulats est en constante augmentation (6,7 % en 2014 contre 9,0 % en 2018). Au niveau européen en 2018, la France est le premier producteur européen de granulats recyclés et réutilisés issus du BTP (33 % de la production européenne) suivi par le Royaume-Uni (19 %) ¹²⁹. À noter qu'en prenant en compte le recyclage et la réutilisation la France utilise 112 Mt de granulats recyclés ou réutilisés soit 26 % de sa production. La Belgique, Malte, le Royaume Uni et les Pays-Bas utilisent également, en valeur relative, une part importante de granulats recyclés ou réutilisés dans leur production (environ 20 %), mais les définitions de granulats recyclés ou réutilisés varient fortement selon les pays.

En France, la quantité de granulats recyclés issus de matériaux de démolition a progressé de 12 Mt en 2005 à 20 Mt en 2014, puis 27 Mt en 2018.

¹²⁹ UEPG (2019), Estimates of Aggregates Production - 2018 Data

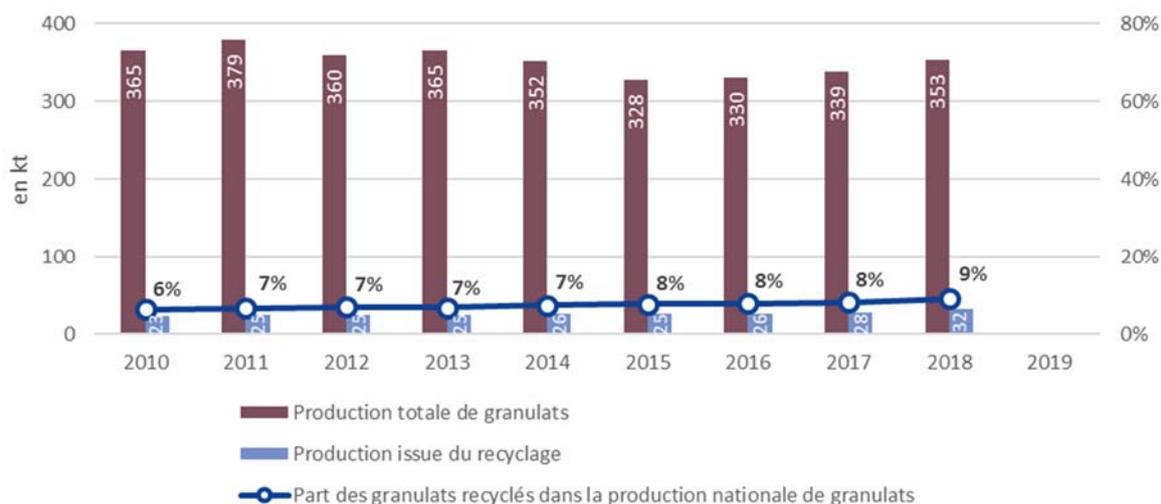


Figure 37 : Part des granulats recyclés dans la production nationale de granulats neufs en France (en Mt), 2010-2018

Focus sur les enrobés bitumineux

Au sein de l'industrie routière, 607 plateformes participent aux efforts de recyclage des enrobés bitumineux. En 2019, 6 Mt d'agrégats d'enrobés ont ainsi été réutilisés dans les enrobés neufs. Le taux moyen d'incorporation des agrégats enrobés dans les enrobés bitumineux est de 17 % en 2019, en baisse légère depuis 2 ans.

11. Le bois

Ce chapitre présente les éléments spécifiques aux différentes étapes du recyclage du bois en France. Le contexte général du recyclage en France, et le lexique non spécifique à la filière bois sont présentés en introduction du BNR.

11.1. Lexique

Panneau de particules	Panneau fabriqué avec des particules de bois ou autres matières ligno-cellulosiques (plaquettes, éclats, copeaux longs, etc.) agglomérées par un liant organique à l'aide d'un ou de plusieurs des agents suivants : chaleur, pression, humidité, catalyse, etc. Il s'agit du seul type de panneau à utiliser actuellement des déchets de bois sur le marché domestique. Les autres types de panneaux produits sont les panneaux OSB (Oriented Strand Board), MDF (Medium Density Fiber Board) et les contreplaqués.
Produits connexes de transformation du bois	Les produits connexes sont des sous-produits générés lors de la transformation du bois, notamment par l'activité du sciage (plaquettes, sciures, écorces, etc.). Les débouchés varient selon le type de produits et la localisation géographique. Les produits connexes ne passent généralement pas par le statut de déchet et sont directement valorisés. Ils sont donc exclus des volumes de déchets générés.
Grumes	Tronc ou portion de tronc dont l'écorce n'a pas encore été retirée.

11.2. Le cycle de vie du bois en France

La filière bois est particulièrement complexe du fait de ses applications nombreuses et du caractère diffus du gisement de déchets, mais aussi de la multitude d'acteurs et d'enjeux associés. Les ressources forestières peuvent être utilisées dans de nombreux débouchés comme le « bois fibre » ou le « bois énergie ». Le bilan du recyclage se concentre sur les déchets de bois, issus d'une utilisation matière autre que les papiers-cartons.

La gestion des déchets bois est effectuée par de multiples acteurs : les déchèteries, les « reconditionneurs » de palettes, et les centres de tri et de regroupement/ massification des flux, etc. Le type de valorisation des déchets bois varie selon la catégorie et la qualité du déchet. La valorisation matière (dont exportations) représente 33 % des déchets de bois collectés ; 39 % sont valorisés énergétiquement par les producteurs d'énergie. Les 28 % restants sont éliminés (principalement des déchets de bois mélangés à d'autres composants).

La valorisation énergétique et l'utilisation de bois pour des applications matières constituent la majorité de la consommation des ressources forestières et des déchets de bois. Ceci génère de potentiels conflits d'usage sur les déchets bois de qualité, auxquels s'ajoutent des difficultés de valorisation (matière et énergie) pour les bois potentiellement davantage contaminés (notamment issus du BTP et de la filière REP des déchets d'éléments d'ameublement). En effet, le niveau de mobilisation de ces sources de déchets augmente, ce qui entraîne une hausse des coûts de traitement des déchets bois.

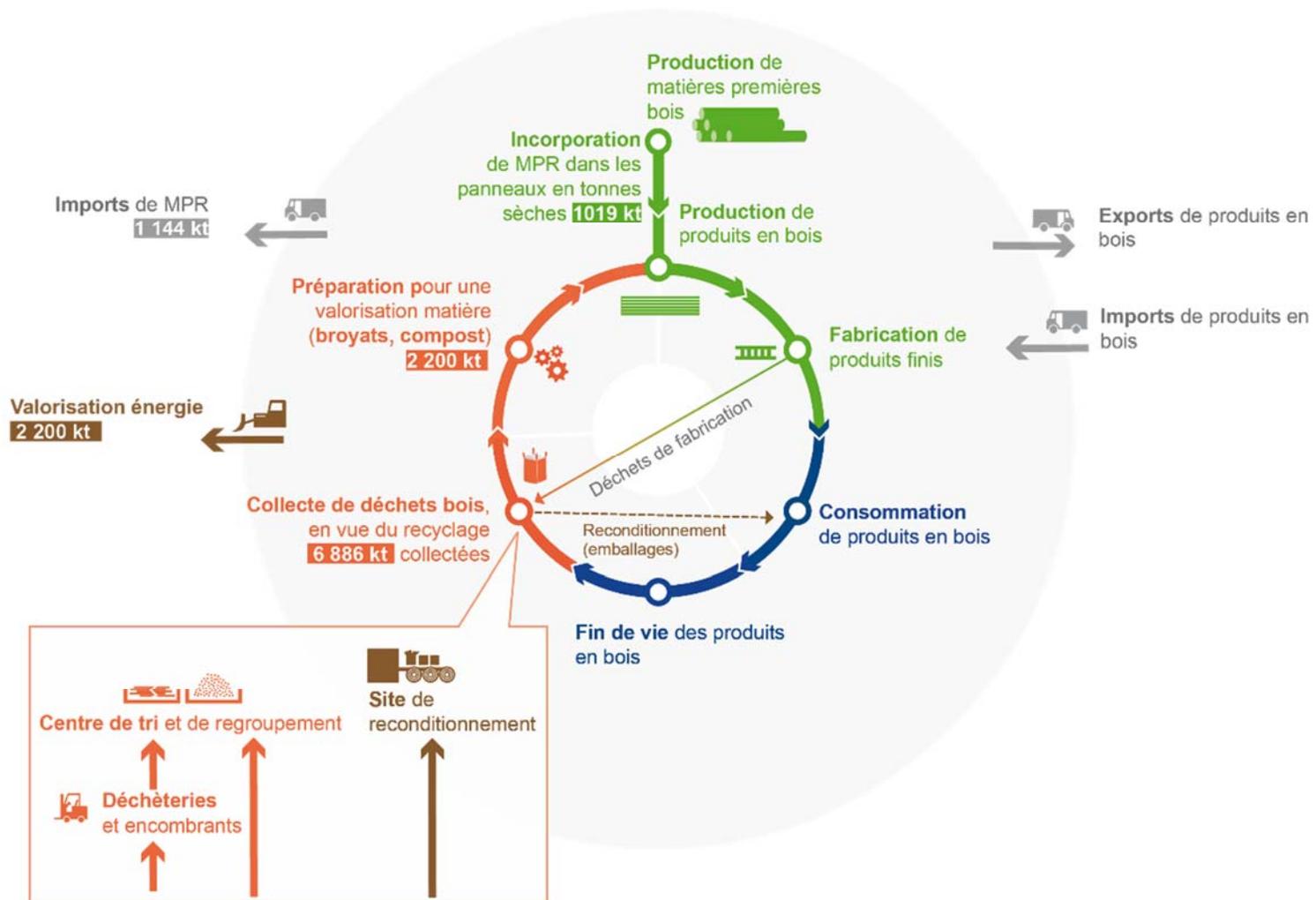


Figure 38 : Cycle de vie du bois en France, 2019

11.3. Tableau de bord

Les principales sources de données de flux et socioéconomiques sont FEDEREC (Fédération professionnelle des entreprises du recyclage) et l'UIPP (Union des Industries de Panneaux de Process). Des informations complémentaires sont présentées dans le rapport méthodologique.

Chiffres clés du recyclage du bois en France	Unité	2018	2019
Gisement de déchets en bois	kt	n.c.	n.c.
Collecte de déchets en bois¹³⁰		6 827	6 886
<i>dont collecte en vue du recyclage</i>	kt	2 402	2 200
Exportations de déchets de bois et MPR pour valorisation matière	kt	1 201	1 144
Importations de déchets de bois et MPR pour valorisation matière	kt	0	0
Taux d'incorporation de MPR dans la fabrication de panneaux de process (particules et OSB)¹³¹	%	35 %	40 %
Incorporation de MPR dans les panneaux de particules en France¹³²	kt	906	1019
Fabrication de panneaux de particules	10 ³ m ³	3 911	3 856

COLLECTE DE DÉCHETS DE BOIS :



FABRICATION D'EMBALLAGE ET PANNEAUX EN BOIS



LE RECYCLAGE DU BOIS EN 2019 A GÉNÉRÉ ENVIRON :



Sur la base d'une production de panneaux de particules d'origine 100% recyclée (en prenant en compte toutes les étapes du recyclage, ainsi que les pertes associées), et considérant que sont évités un mix incinération (avec valorisation énergétique) et mise en centre de stockage (avec récupération de biogaz), ainsi qu'une production de panneaux de particules d'origine européenne 100% vierge (depuis l'extraction des matières premières).

Le recyclage du bois en France en 2019 semble présenter un impact sur le changement climatique et une consommation d'énergie fossile primaire plus faibles qu'en 2017. Cet écart s'explique par une évolution du mode de comptabilisation des tonnages incorporés en France (maintenant évalué en tonnes sèches).

¹³⁰ À partir de 2016, le périmètre de collecte de données de FEDEREC évolue. Voir rapport méthodologique associé.

¹³¹ Le taux d'incorporation de MPR est calculé comme le ratio entre l'incorporation de MPR dans les panneaux de particules en France et la fabrication de panneaux de process (particules et OSB) en France (tonnages estimés à partir des données en m³). Le détail des calculs est présenté plus avant dans la section sur les flux physiques et dans le rapport méthodologique associé.

¹³² Il s'agit des volumes effectivement incorporés par les panneautiers en France, évalué en tonnes sèches (voir rapport méthodologique).

Il ne découle pas d'une évolution des tonnages : avec la même méthode de comptabilisation, les impacts générés sur le changement climatique et la consommation d'énergie fossile primaire sont similaires entre les deux périodes temporelles étudiées.

L'évaluation environnementale s'appuie sur la prise en compte de la production de panneaux de bois et du recyclage des déchets bois. Les données utilisées sont représentatives des technologies européennes (données principalement issues du BREF). On distingue les flux issus des DEA et les flux issus d'autres sources. Ces étapes sont représentatives de la situation française.

La filière de recyclage du bois est un faible contributeur sur les résultats totaux du BNR 2019. Les résultats sur l'indicateur de changement climatique sont très proches entre les impacts du recyclé et les impacts du vierge. C'est donc le traitement final évité qui est déterminant : un mix incinération et stockage est utilisé pour calculer le scénario de traitement final évité, suivant les taux observés pour les déchets ménagers résiduels : 69 % d'incinération (avec valorisation énergétique) et 31 % de mise en centre d'enfouissement (avec récupération du biogaz). Par ailleurs, la consommation de ressources fossiles dépend également fortement de l'utilisation de ressources bois pour les bois énergétiques pouvant rendre les résultats positifs ou négatifs pour la filière de recyclage.

Les principaux inventaires utilisés, précisions méthodologiques et limites associées sont détaillés dans le rapport ACV soumis à revue critique du BNR 2017.

11.4. Flux physique

11.4.1. Production et fabrication de produits en bois

Le bois récolté en France est commercialisé auprès de scieries (bois d'œuvre) et des fabricants de panneaux ou de placages/contreplaqués (bois de trituration et bois d'œuvre). La **production de bois de scierie** s'élève en 2019 à 7,7 millions de m³ brutes (matière non sèche). Il s'agit en majorité de grumes issues d'essences de résineux (84 %), et dans une plus faible mesure de feuillus (16 %). L'année 2019 marque une baisse de la production de sciages de 5 % après trois années de hausse. Cette baisse semble pourtant décorrélée de l'activité de la filière bois. En effet, l'année 2019 a été marquée par une hausse de la collecte de bois due à la crise des scolytes, qui a nécessité une part importante de coupes sanitaires afin de limiter la propagation des insectes.

La **fabrication de panneaux** en France représente un total de 5,1 millions de m³ en 2019, dont une majorité sont des panneaux de process, tel que présenté en Figure 39 : Fabrication de panneaux en France (en millions de m³), 2011-2019. Malgré une hausse de la demande dans le bâtiment, principal secteur consommateur de panneaux, la fabrication est légèrement en baisse sur les dernières années (-4 % par rapport à 2018). Cette variation, relativement faible à l'échelle de la filière, s'accompagne d'une évolution du marché vers le secteur de l'ameublement, nécessitant des panneaux de plus haute qualité¹³³.

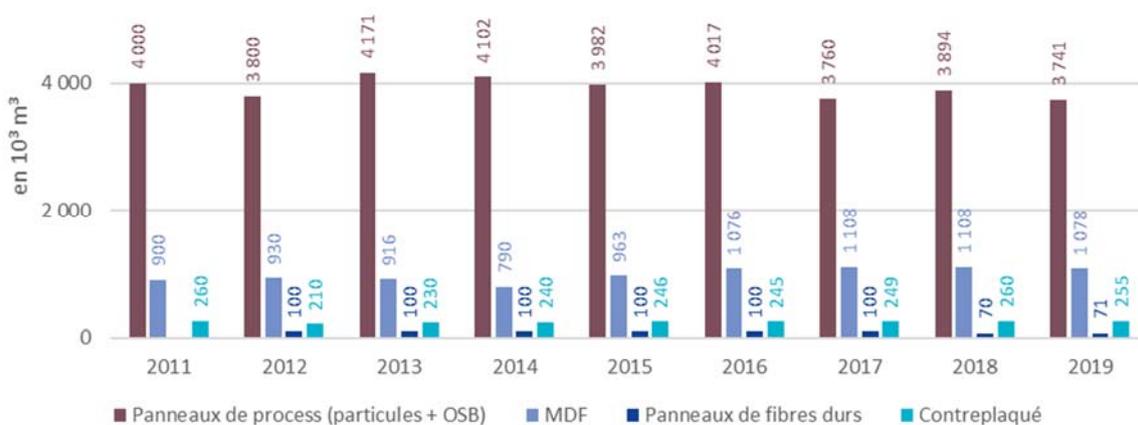


Figure 39 : Fabrication de panneaux en France (en millions de m³), 2011-2019. Source : FCBA

Les débouchés des produits de bois sont variés ; les principaux sont la construction, l'ameublement et les emballages. La demande en bois dans le secteur de la construction et de l'ameublement est relativement

stable. Le secteur des emballages, qui est fortement dépendant du contexte économique global, s'est également stabilisé en 2019 dans un contexte de ralentissement de la croissance du PIB en France. Le secteur de l'emballage est principalement composé de palettes, dont 142 millions ont été mises sur le marché en 2019.

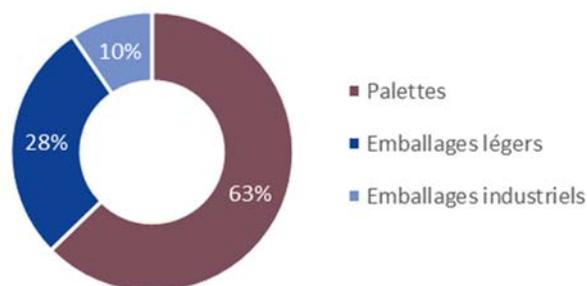


Figure 40 : Répartition des volumes de bois utilisés en France par catégorie d'emballages en bois, 2019. Source : Étude structurelle sur l'emballage bois, Gallileo

Le **cadre réglementaire** vise à renforcer et encourager la production de bois en France, par exemple via le Programme National Forêt Bois élaboré en 2015 puis publié par décret en 2017, ainsi qu'au travers du Contrat Stratégique de Filière 2018-2022. Un des objectifs visés par ces programmes est d'assurer la résilience des forêts au changement climatique. Ce dernier a en effet eu impact majeur dans la crise de scolytes. Un amendement a été apporté en 2021 sur le Contrat Stratégique de Filière, proposant notamment un soutien aux investissements pour la relocalisation et l'industrialisation de la filière.

Au-delà de ces leviers industriels, d'autres outils sont mis en place pour favoriser la demande en bois dans le secteur de la construction. La LTECV, et plus récemment la loi ELAN et RE2020, fondent la réglementation sur une mesure de l'impact du bâtiment en Analyse de Cycle de Vie, favorisant ainsi le bois en tant que matériau bas carbone¹³⁴. Dans cette lignée, les projets d'aménagements publics visent une utilisation renforcée du bois français, par exemple pour les ouvrages olympiques et paralympiques des JO Paris 2024. À noter que ces projets valorisent principalement le bois d'œuvre (par exemple pour les charpentes), tandis que le bois d'industrie reste au second plan. Les panneaux de process sont pourtant les seuls produits incorporant du bois recyclé dans le secteur de la construction actuellement. La marque « Bois de France » a été créée en 2020 pour valoriser les produits de bois comportant au moins 80 % de bois d'origine française.

Par ailleurs, la loi anti-gaspillage publiée en 2020 encadre la mise sur le marché des emballages par des critères d'incorporation de matériaux recyclés et de niveau de recyclabilité, ce dernier étant en faveur de l'utilisation du bois.

À partir de septembre 2020, la filière bois a connu une forte reprise, la plupart des scieries travaillant au-delà de leur capacité. Le marché est principalement guidé par une demande accrue de produits en bois en Chine et aux États-Unis, mais également par une hausse de la demande en ameublement intérieur en bois (parquet, meubles) provenant des particuliers. Cette reprise du secteur de l'ameublement devrait également se reporter sur l'industrie des panneaux de particules¹³⁵.

11.4.2. Gisement et collecte de déchets de bois

Dans le cadre du Bilan National du Recyclage, différentes catégories de déchets de bois sont couvertes¹³⁶. Les déchets issus de produits en fin de vie sont par exemple des emballages bois usagés, ou des déchets d'éléments d'ameublement (DEA)¹³⁷. Des déchets de fabrication peuvent être générés lors des étapes de production et de fabrication, il existe cependant peu d'informations à ce sujet. En effet, la majorité des déchets de fabrication est *a priori* utilisée sur place (broyées et réintégrées dans les procédés, ou en combustion) ; le reste est ensuite envoyé vers des plateformes de recyclage, où les déchets sont intégrés aux volumes post-consommation sans distinction de provenance. Par ailleurs, la filière privilégie

¹³⁴ Actu-environnement (2021), Construction neuve : comment le bois va tirer son épingle du jeu

¹³⁵ Entretien FNB

¹³⁶ À noter que les activités de sciage génèrent des produits connexes de scierie, qui n'entrent pas dans le périmètre du BNR car il s'agit de coproduits et non de déchets.

¹³⁷ Les données 2019 relatives à la collecte et la valorisation des déchets de bois sont provisoires.

l'utilisation du terme « co-produits » plutôt que celui de « déchets de fabrication », puisqu'ils ne les considèrent pas comme des déchets compte tenu de leur valeur mercantile élevée. Une particularité de la filière bois par rapport aux autres filières matériaux étudiées dans le BNR est la part importante de déchets collectés destinés à la valorisation énergétique. Le périmètre de la collecte étudié ici prend en compte à la fois le bois destiné à la valorisation matière et celui destiné à la valorisation énergétique, contrairement aux autres filières où il est limité à la collecte « pour recyclage ».

La **collecte de déchets de bois** en France s'est stabilisée en 2019 avec 6 886 kt de déchets de bois collectés, après deux années de croissance à 6 % et 7 %. La filière REP DEA représente en 2019 30 % des déchets de bois collectés par le SPGD, les déchetteries et les filières REP. Le tonnage collecté par la filière REP DEA marque une forte baisse en 2019 avec -12 % du tonnage collecté par rapport à 2018, à la suite de deux années de croissance à 20 % et 16 %. Cette baisse est également attendue sur le tonnage collecté par l'ensemble de la filière DEA (-9 % de tonnage collecté par rapport à 2018). À noter que les chiffres 2019 de collecte de la filière REP sont partiellement estimés et seront consolidés dans la prochaine édition du rapport DEA.

À noter que la collecte de palettes en fin de vie représente 1 755 kt en 2019, dont 95 % sont reconditionnées et remises sur le marché (donc non incluses dans les emballages usagés sur la Figure 41). Les 5 % restant sont inclus dans les déchets de bois collectés.



Figure 41 : Collecte des déchets de bois en France par source (en kt), 2014-2019¹³⁸. Source : FEDEREC

La collecte devrait continuer à progresser sur les prochaines années, en particulier pour les déchets d'ameublement usagé : les éco-organismes se sont ainsi engagés à faire progresser la collecte séparée à 40 % du tonnage mis sur le marché en 2023, sachant qu'elle en est à 33 % en 2019. De plus, au moins 90 % des déchets collectés devront être valorisés (réemploi, recyclage et valorisation énergétique) à partir de 2022, contre 86 % en 2019.¹³⁹ Par ailleurs, la loi anti-gaspillage a instauré la mise en place à partir de 2022 d'une filière REP spécifique aux produits et matériaux dans le secteur du bâtiment, qui devrait également contribuer à faire progresser la collecte de déchets de bois.

Plus d'un tiers des déchets de bois collectés en France sont destinés à une valorisation matière chez les panneautiers (en France ou à l'étranger), soit 2 200 kt en 2019. Les volumes ont réduit de 8 % en 2017 par rapport à l'année 2018 (2 402 kt), et varient significativement selon les années. Ces résultats dépendent principalement de la nature des déchets (classés de A à C selon la présence ou non d'adjuvants) et du type de collecte (par exemple, collecte séparée ou déchetterie). Ils varient également en fonction de la saison (plus forte valorisation énergétique en période hivernale) et des débouchés disponibles. La

¹³⁸ Le périmètre des données FEDEREC ayant fortement évolué entre 2015 et 2016 (exclusion de certains volumes illégaux considérés hors périmètre par le BNR), les données 2014 et 2015 sont à utiliser avec précaution. Voir rapport méthodologique associé pour plus d'informations.

¹³⁹ Ministère de la Transition Écologique (2019), Les objectifs pour 2023 de la filière des déchets d'éléments d'ameublement (DEA)

demande en bois pour la valorisation énergétique peut être impactée par d'autres facteurs, tels que la fermeture de l'usine papetière de Rouen, qui utilisait une part importante de bois en valorisation énergétique. La filière REP DEA contribue à environ 22 % des volumes pour valorisation matière en 2019.

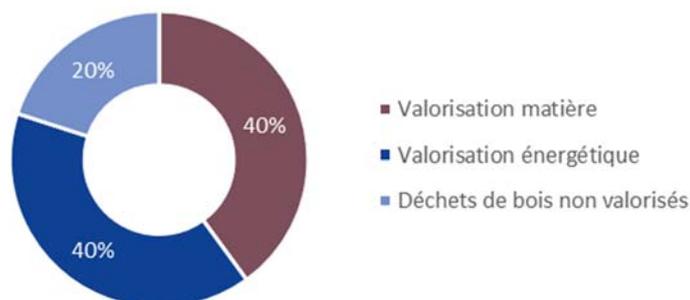


Figure 42 : Répartition des déchets collectés en France par type de valorisation, 2019. Source : FEDEREC

Le bois de type A est principalement capté par les usines à biomasse, tandis que les panneautiers utilisent plutôt le bois de type B. Néanmoins, la compétition reste élevée sur le bois de type B avec des débouchés en valorisation énergétique. Afin de diminuer la compétition sur le bois B, l'UIPP travaille sur la définition des catégories B et C, et proposer un débouché en valorisation matière à une partie du flux de type C, pour lequel les adjuvants ne causeraient pas de problème lors de l'incorporation. Actuellement, une faible fraction de bois de type C est incorporée, mais nécessite la mise en place d'un certain nombre de tests pour éviter un défaut de qualité sur le produit. Par ailleurs, une révision de la catégorie C pourrait permettre d'élargir également les types de bois captés pour valorisation énergétique.

En 2019, 52 % des déchets de bois pour une valorisation matière sont destinés à des panneautiers à l'étranger (Belgique, Italie, Espagne). Il s'agit principalement de déchets de bois pollué dit de classe B (85 % volumes collectés) issus de l'ameublement et de déconstructions, ainsi que d'un mélange de déchets de bois A et de bois B. Les panneautiers italiens produisent des panneaux 100 % recyclés contrairement aux panneaux français, néanmoins cette performance peut s'expliquer par une différence de marché : les panneautiers français visent un marché plus haut de gamme, qui nécessitent des fibres longues et donc une part plus faible en bois recyclé.

La pression sur le bois a fortement augmenté depuis la crise sanitaire, si bien que les panneautiers italiens ne s'approvisionnent plus uniquement aux frontières mais sur l'ensemble du territoire français.

11.4.3. Valorisation matière des déchets et incorporation dans la fabrication de panneaux de particules

L'incorporation de déchets dans la fabrication de panneaux de particules en France progresse sur les dernières années, pour atteindre 1019 kt en 2019, évaluées en tonnes sèches¹⁴⁰. La fabrication de panneaux de process (panneaux de particules et OSB) est estimée¹⁴¹ en Figure 43 afin de présenter l'évolution du taux d'incorporation de MPR bois chez les panneautiers. À noter que ce taux est légèrement sous-estimé par rapport au taux d'incorporation dans les panneaux de particules, car calculé à partir de la fabrication totale de panneaux de process ; or seuls les panneaux de particules (non OSB) sont concernés par l'incorporation de MPR.

¹⁴⁰ Les tonnages incorporés par les panneautiers sont évalués en tonnes sèches depuis 2019 par l'UIPP, plutôt qu'en tonnes brutes, afin de permettre la comparaison entre bois brut et bois recyclé. L'ensemble des tonnages relatifs à l'incorporation sont donc exprimés en tonnes sèches contrairement au BNR 2008-2017. Voir rapport méthodologique associé sur l'incorporation de bois recyclé.

¹⁴¹ Les données sont disponibles en m3, comme présenté précédemment, et non en kt. Afin de faire la conversion, une masse volumique moyenne de 660 kg/m3 a été appliquée. Voir rapport méthodologique associé pour plus de détails.

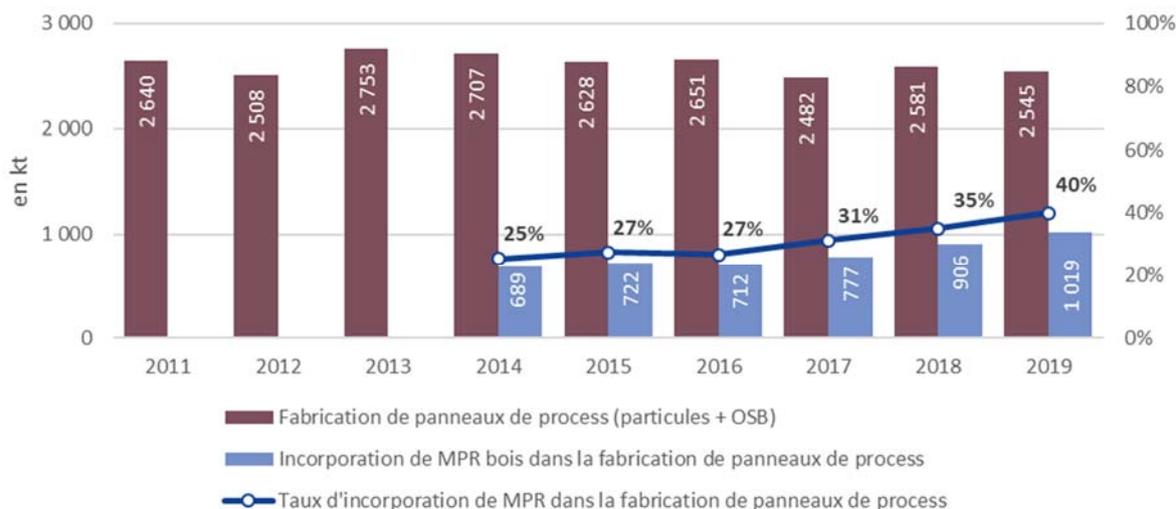


Figure 43 : Incorporation de MPR bois dans la fabrication de panneaux de particules en France (en kt), 2011-2019.
Source : UIPP

Le taux d'incorporation peut varier en fonction du client final, mais également de l'approvisionnement (avec des contrats parfois signés sur plusieurs années, limitant la flexibilité pour utiliser davantage de MPR) et du prix, le bois issu du recyclage étant souvent moins cher. On peut noter une augmentation relativement forte du taux d'incorporation avec 10 points de plus en 5 ans.

Depuis 2014, les panneautiers ont adapté leur approvisionnement en fonction du marché. Auparavant utilisateurs de déchets d'emballages en bois, ils se sont tournés progressivement vers davantage de bois brut, puis dès 2016 vers d'autres types de déchets, pour lesquels les risques de rupture de stocks seraient plus faibles. En effet, les déchets d'emballages en bois sont aujourd'hui principalement utilisés en valorisation énergétique, qui est un débouché saisonnier et donc fortement variable (par exemple dépendant de la rigueur de l'hiver). Le conflit d'approvisionnement s'observe aussi avec l'industrie papetière, et la compétition entre ces différents débouchés évolue au gré des modifications des soutiens publics¹⁴².

Une hausse de la collecte via la REP DEA et la REP bâtiment devrait réduire la tension sur l'approvisionnement en déchets bois pour les panneautiers, à condition qu'ils répondent aux critères de qualité requis par l'utilisateur final (notamment sur les composés organiques volatiles). Un autre facteur d'influence sur le taux d'incorporation est la filière REP bâtiment et les incitations qu'elles pourraient apporter en termes d'éco-modulation et d'objectifs sur le part de recyclé dans les panneaux de particules. Le Plan Déchets du CSF Bois projette ainsi que 400 kt de MPR bois supplémentaires seront incorporées d'ici à 2025¹⁴³.

En France en 2019, la valorisation matière ne concerne que l'incorporation dans les panneaux de particules, mais il existe d'autres débouchés à explorer en recherche et développement, comme les panneaux OSB ou les panneaux MDF (pour lesquels il existe des solutions d'incorporation de bois recyclé au Luxembourg et en Turquie respectivement). Ces débouchés sont aujourd'hui limités par le niveau de qualité physico-technique attendu pour ces panneaux. En dehors de la filière panneau, d'autres secteurs pourraient développer une part d'incorporation de bois recyclé, par exemple dans le secteur de l'isolation ou des feuilles de placage.

Sur le secteur des emballages, on peut noter le développement en 2020 d'une industrie de recyclage du bois pour la production de dés en bois moulés dans les palettes. Ce tonnage reste négligeable actuellement en France, mais devrait se développer à l'avenir.

¹⁴² Forestopic (2019), Conflits d'usage du bois ? La Fédération nationale du bois veut la diversification des débouchés pour tous

¹⁴³ Synapse (2019), La biomasse bois

ANNEXES

Lexique du Bilan National du Recyclage

Le glossaire proposé dans le cadre du BNR est rappelé ci-dessous.

Terminologie	Définition / commentaire
Chutes internes	Chutes générées lors de la production ou la fabrication d'un produit, directement réincorporées sur site (sans passer par des recycleurs externes). Ces volumes n'entrent pas dans le périmètre du BNR.
Déchets de fabrication	Déchets générés lors de la production ou la fabrication d'un produit, collectés par des recycleurs externes. Les déchets de fabrication excluent les déchets qui sont recyclés sur le site où ils ont été produits, autrement dit, pour le recyclage interne. Ces volumes sont pris en compte dans le périmètre du BNR
Déchet	« Toute substance ou tout objet, ou plus généralement tout bien meuble, dont le détenteur se défait ou dont il a l'intention ou l'obligation de se défaire » (source : Article L. 541-1-1 du code de l'environnement). Dans le BNR, et afin de faciliter la lecture, le terme est parfois utilisé pour les déchets triés et préparés en MPR.
Entreprise / Site	Il convient de distinguer les établissements (sites) et les entreprises, car beaucoup d'entreprises rassemblent plusieurs sites.
ETP / salarié	Il convient de distinguer les équivalents temps plein (ETP) et les salariés.
Filière REP	Suivant le principe de la responsabilité élargie du producteur (REP), les metteurs sur le marché français de produits (les fabricants nationaux, les importateurs et les distributeurs pour les produits de leurs propres marques) ont l'obligation de contribuer ou de pourvoir à la gestion des déchets issus de leurs produits.
Matière première de recyclage (MPR)	Matériau répondant à des caractéristiques techniques définies et issu de matériaux ayant déjà servi dans un cycle économique. Le terme de « MPR » est générique et ne préjuge pas de l'étape de la chaîne où a eu lieu le « recyclage » au sens strict.
Flux d'intérêt dans le BNR	
Gisement	Quantité de produits arrivant en fin de vie chaque année, quel que soit le mode de traitement ultérieur. Ces quantités sont généralement estimées.
Production / Fabrication	« Production » fait ici référence à l'étape d'élaboration de matériaux (acier, verre, matières plastiques, pâte à papier, granulats, etc.) entrant dans la composition de produits finis. Il diffère du terme « production » utilisé dans le cadre des filières REP, où il signifie « première mise sur le marché national ». Le terme « fabrication », dans le cadre de ce BNR, fait référence à l'étape de consommation des matériaux produits. La consommation de pâte à papier correspond par exemple à la fabrication de papiers et cartons, et la consommation de matières plastiques correspond à la fabrication d'articles en plastique.
Collecte et tri	Regroupe les étapes réalisées par les acteurs de la collecte, du tri et de la préparation des matières premières de recyclage : traitement des déchets et sous-produits, notamment par démantèlement, désassemblage, préparation, dépollution (retrait des substances dangereuses), tri manuel, tri mécanique, tri optique, tri aéroulrique, compactage, cisailage, attaque acide, broyage, tri post-broyage, séparation densimétrique par flottaison, dans le but d'assurer la préparation de matières premières de recyclage et la commercialisation (source : FEDEREC).
Valorisation	« Toute opération dont le résultat principal est que des déchets servent à des fins utiles en substitution à d'autres substances, matières ou produits qui auraient été utilisés à une fin particulière, ou que des déchets soient préparés pour être utilisés à cette fin, y compris par le producteur de déchets » (source : Article L. 541-1-1 du code de l'environnement).

Recyclage	<p>« Toute opération de valorisation par laquelle les déchets, y compris les déchets organiques, sont retraités en substances, matières ou produits aux fins de leur fonction initiale ou à d'autres fins. Les opérations de valorisation énergétique des déchets, celles relatives à la conversion des déchets en combustible et les opérations de remblaiement ne peuvent pas être qualifiées d'opérations de recyclage » (source : Article L. 541-1-1 du code de l'environnement).</p> <p>Le recyclage comprend différentes étapes, depuis la collecte et la préparation des déchets en matières premières de recyclage jusqu'à l'incorporation de ces matières dans la fabrication de nouveaux produits.</p>
Flux dits « apparents »	<p>Estimation d'un flux à partir d'un flux amont ou aval en déduisant le commerce extérieur. Par exemple :</p> <p>Consommation apparente = Production nationale – Exports + Imports</p> <p>Collecte apparente en vue du recyclage = Incorporation de MPR dans la production française + Exports de déchets – Imports de déchets</p>
Taux d'incorporation	<p>Le taux d'incorporation reflète la part de MPR incorporée dans la production ou fabrication en France.</p> <p>Le mode de calcul du taux d'incorporation varie selon le matériau étudié. Dans tous les cas, il convient de distinguer le taux d'incorporation du taux de recyclage</p>

Récapitulatif des calculs de taux d'incorporation

Le taux d'incorporation reflète la part de MPR incorporée dans la production ou fabrication en France, et permet indirectement de suivre la part de déchets valorisés par le biais du recyclage et remis en circulation dans chaque filière. La formule de chaque taux dépend de la disponibilité des données dans le BNR, mais également de certaines spécificités de filière. **Il s'agit d'une moyenne nationale sur une année complète, et ce taux ne reflète donc pas la diversité de l'incorporation à l'échelle d'une entreprise, d'une région, dans le temps, etc.**

Récapitulatif des calculs de taux d'incorporation	
Métaux ferreux	Ratio entre l'incorporation de ferrailles en sidérurgie et en fonderie (avec ou sans chutes neuves) en France et la production d'acier brut et de fonte (sidérurgie et fonderie) en France. Pour le BNR 2019, seul le taux d'incorporation pour la sidérurgie est disponible (pas de donnée pour la fonderie).
Aluminium	Ratio entre l'aluminium issus du recyclage (affinage + recyclage direct) en France et la fabrication de produits en aluminium (première transformation et fonderie) en France.
Cuivre	Ratio entre le recyclage par fusion du cuivre et la fabrication de produits de première transformation en cuivre (y compris la fonderie).
Plomb	Non calculé
Zinc	Non calculé
Papiers-cartons	Ratio entre l'incorporation de PCR en France et la fabrication de papiers et cartons en France.
Verre	Ratio entre l'incorporation de calcin par les verreries en France et la production totale de verre en France
Plastiques	Ratio entre l'incorporation de MPR et la consommation totale de résines (vierges ou non). Calculé uniquement sur le secteur des emballages.
Inertes du BTP	Non calculé
Bois	Ratio entre l'incorporation de MPR dans les panneaux de particules en France et la fabrication de panneaux de process (particules et OSB) en France.

INDEX DES TABLEAUX ET FIGURES

TABLEAUX

Tableau 1 : Taux d'incorporation de MPR dans la fabrication de papiers et cartons, par type, en 2019. Source : COPACEL	55
Tableau 2 : Incorporation de MPR de grands producteurs européens (en kt), 2019. Source : CEPI... ..	55
Tableau 3 : Demande de matières plastiques, gisements de déchets post-consommation et destination après collecte en UE (en kt), 2018. Source : PlasticsEurope	72

FIGURES

Figure 1 : Cycle de vie de l'acier en France, 2019.....	13
Figure 2 : Production d'acier brut et de fonte en sidérurgie et en fonderie en France (kt), 2010-2019. Source : A3M	16
Figure 3 : Collecte apparente (sidérurgie et fonderie) et commerce extérieur de ferrailles en France (en kt), 2010-2019. Source : A3M	17
Figure 4 : Incorporation de ferrailles dans la production d'acier brut et de fonte en France, hors fonderie pour 2018-2019 (en kt), 2010-2019. Source : A3M.....	19
Figure 5 : Cycle de vie de l'aluminium en France, 2019	21
Figure 6 : Production totale d'aluminium en France (kt), 2010-2019. Source : Aluminium France.....	23
Figure 7 : Collecte apparente de déchets d'aluminium et commerce extérieur de déchets en France (kt), 2010-2019. Source : Aluminium France.....	25
Figure 8 : Production d'aluminium recyclé et incorporation dans la fabrication de produits en aluminium (première transformation et fonderie) en France (kt), 2010-2019. Source : Aluminium France.....	26
Figure 9 : Cycle de vie du cuivre en France, 2019.....	28
Figure 10 : Fabrication apparente et commerce extérieur de produits de première transformation en cuivre en France (kt), 2010-2019. Source ICSG	31
Figure 11 : Collecte et commerce extérieur de déchets de cuivre en France (kt), 2010-2019. Source : FEDEREC, A3M	32
Figure 12 : Cycle de vie du plomb en France, 2019.....	35
Figure 13 : Collecte en vue du recyclage et commerce extérieur de déchets de plomb en France (kt), 2015-2019. Source : Rapport filière REP Piles et Accumulateurs, A3M.....	38
Figure 14 : Répartition de la consommation mondiale de zinc (IZA, 2015)	41
Figure 15 : Cycle de vie du zinc en France, 2019.....	42
Figure 16 : Collecte apparente de déchets de zinc en France (kt), 2015-2019. Source : FEDEREC, Recytech, Galvazinc.....	46
Figure 17 : Commerce extérieur de déchets de zinc (volumes bruts et non pas en zinc contenu) en France (kt), 2015-2019. Source : Le kiosque (Statistiques nationales du commerce extérieur)	46
Figure 18 : Cycle de vie des papiers et cartons en France, 2019.....	49
Figure 19 : Fabrication des papiers et cartons en France (en kt), par type, 2010-2019. Source : COPACEL	51
Figure 20 : Collecte apparente en vue du recyclage de papiers et cartons usagés et commerce extérieur de PCR en France (en kt), 2010-2019. Source : COPACEL	53
Figure 21 : Incorporation de MPR dans la fabrication de papiers et cartons en France (en kt), 2010-2019. Source : COPACEL	54
Figure 22 : Cycle de vie du verre en France, 2019	57
Figure 23 : Production de verre en France (en kt), par type, 2010-2019. Source : FEDEVERRE	59
Figure 24 : Collecte totale de verre creux en vue du recyclage en France (en kt), 2010-2019. Source : FEDEVERRE, ADEME.....	60
Figure 25 : Incorporation de calcin dans la production de verre (creux et plat, hors gobeletterie) en France (en kt), 2010-2019. Source : FEDEVERRE	62
Figure 26 : Cycle de vie des plastiques en France, 2018	65
Figure 27 : Consommation totale de résines vierges ayant été produites en France ou importées (en kt), 2010-2019. Source : PlasticsEurope France.....	68

Figure 28 : Consommation totale de résines thermoplastiques ayant été produites en France ou importées (en %), par type de résine, comparaison entre 2014 et 2019. Source : PlasticsEurope France.....	68
Figure 29 : Gisement de déchets plastiques post-consommation en France (en kt), par type de flux, 2018. Source : PlasticsEurope France, ADEME	69
Figure 30 : Collecte en vue du recyclage de déchets plastiques post-consommation en France (en kt), par type de flux, 2018. Source : PlasticsEurope France, ADEME	71
Figure 31 : Collecte et commerce extérieur de déchets plastiques en France (en kt), 2010-2019. Source : PlasticsEurope France	73
Figure 32 : Production de MPR en France (en kt), 2011-2019. Source : SRP.....	74
Figure 33 : Production de MPR par les adhérents du SRP, par résine (en kt), 2011-2019. Source : SRP	74
Figure 34 : Cycle de vie inertes du BTP en France, 2018/2019.....	79
Figure 35 : Production totale de granulats en France (en Mt), par type, 2010-2018	82
Figure 36 : Répartition des déchets inertes générés dans le secteur du bâtiment en France (en Mt), selon le type de traitement, 2019	83
Figure 37 : Part des granulats recyclés dans la production nationale de granulats neufs en France (en Mt), 2010-2018	86
Figure 38 : Cycle de vie du bois en France, 2019.....	88
Figure 39 : Fabrication de panneaux en France (en millions de m ³), 2011-2019. Source : FCBA	90
Figure 40 : Répartition des volumes de bois utilisés en France par catégorie d’emballages en bois, 2019. Source : Étude structurelle sur l’emballage bois, Gallileo	91
Figure 41 : Collecte des déchets de bois en France par source (en kt), 2014-2019. Source : FEDEREC	92
Figure 42 : Répartition des déchets collectés en France par type de valorisation, 2019. Source : FEDEREC.....	93
Figure 43 : Incorporation de MPR bois dans la fabrication de panneaux de particules en France (en kt), 2011-2019. Source : UIPP	94

L'ADEME EN BREF

À l'ADEME - l'Agence de la transition écologique -, nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

Dans tous les domaines - énergie, économie circulaire, alimentation, mobilité, qualité de l'air, adaptation au changement climatique, sols... - nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

LES COLLECTIONS DE L'ADEME



FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



EXPERTISES

L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.

Bilan national du recyclage 2010-2019

Le Bilan National du Recyclage (BNR) est diffusé depuis 2002 par l'ADEME et présente les principales évolutions des chiffres du recyclage en France pour différents matériaux de l'économie française : métaux ferreux, métaux non ferreux (aluminium, cuivre, zinc, plomb), verre, papiers-cartons, plastiques, inertes du BTP, et bois.

Il fournit une vision d'ensemble du recyclage de chacun de ces matériaux sur dix années glissantes, ainsi que des éléments de contexte économique et technique, ou en lien avec des évolutions réglementaires.

Ces éléments permettent ainsi de mieux comprendre les freins actuels au recyclage, mais également les leviers possibles pour augmenter le taux d'incorporation de Matières Premières de Recyclage (MPR) en France.

