



---

# Mobiliser l'économie circulaire pour les matériaux à forte intensité énergétique

Comment accélérer la transition de l'industrie européenne vers une production exempte de combustibles fossiles, économe en énergie et indépendante

---

## Résumé

---

**Auteurs :**

Oliver Sartor  
Nelly Azais  
Helen Burmeister  
Paul Münnich  
Camilla Oliveira  
Wido Witecka

257/01-ES-2022/FR

Mars 2022

Chères lectrices, chers lecteurs,

La crise énergétique accélère l'urgence pour l'Europe de réduire sa consommation de combustibles fossiles, d'améliorer l'efficacité énergétique et l'autonomie de ses industries essentielles. La transition de l'industrie européenne vers une production sans combustibles fossiles basée sur les ressources nationales est essentielle. 70 pour cent des émissions industrielles de l'UE proviennent de la production de matériaux clés à forte intensité de carbone : le fer et l'acier, l'aluminium, le ciment et la chaux et les plastiques. Ces activités représentent également une part importante et croissante de la consommation d'énergie et de combustibles fossiles de l'UE.

Les approches existantes de la transition industrielle tendent à se concentrer sur la réduction de l'intensité

carbone de la production de matériaux vierges. Cependant, le contexte européen actuel exige une nouvelle approche maximisant à la fois l'efficacité énergétique et matérielle avec le même degré d'importance. Le recyclage de qualité en circuit fermé et l'efficacité matérielle au sein des chaînes de valeur deviennent essentiels. En outre, les atouts économiques à long terme de l'UE en matière de concurrence, tels que la numérisation, la logistique et les technologies de production de pointe en seront renforcés. La mise en œuvre de la circularité et de l'efficacité matérielle permettrait non seulement de réduire les coûts économiques de la transition industrielle, mais aussi de garantir sa faisabilité technique et politique à l'horizon 2050.

En vous souhaitant une lecture stimulante,  
Frank Peter, *directeur, Agora Industrie*

## Messages clés :

1

Réduire la dépendance de l'UE à l'égard des combustibles fossiles et des matières premières importées est devenu crucial en raison de la crise énergétique actuelle. À elle seule, la production industrielle de plastiques vierges, d'acier, d'aluminium et de ciment représente 13 % de la consommation annuelle d'énergie et 581 millions de tonnes d'émissions annuelles. L'Union européenne importe également de très grandes quantités de gaz, de pétrole et de charbon pour produire des plastiques et d'autres matériaux à forte intensité énergétique.

2

Le recyclage de haute qualité et une efficacité matérielle accrue offrent un énorme potentiel inexploité pour la transition vers une production sans combustibles fossiles des matériaux à forte intensité énergétique, tant à court qu'à long terme. Avec des politiques ambitieuses, les émissions industrielles annuelles de l'UE pourraient être réduites de 10 % (70 Mt) d'ici à 2030 et de 34 % (239 Mt) d'ici à 2050, par rapport aux niveaux de 2018. À elle seule, la production de plastiques pourrait éviter l'utilisation de combustibles fossiles équivalant à environ 2,7 milliards de mètres cubes de gaz et 149 millions de barils de pétrole par an d'ici à 2030.

3

La concrétisation des potentiels de réductions d'émissions et d'économies d'énergie doit être une priorité de la nouvelle législation européenne sur l'économie circulaire. Afin de synchroniser la sécurité énergétique et la neutralité climatique, cette législation doit stimuler la demande pour un recyclage de haute qualité tout en incitant la collecte et l'offre de recyclats de haute qualité. Les instruments législatifs requis sont des *quotas élargis* pour la part recyclée; des aides à l'investissement pour le déploiement rapide de technologies circulaires innovantes; des labels et une obligation de meilleures pratiques pour la collecte, le tri, le recyclage et la réutilisation.

4

Les États membres de l'UE peuvent dès à présent mettre en œuvre des mesures politiques clés pour réduire de facto les émissions de gaz à effet de serre dès les 1 à 5 ans prochains. Par exemple élargir l'interdiction des plastiques à usage unique et non recyclables, introduire des systèmes de consigne pour les emballages en plastique, investir dans le tri ex-post et le recyclage de pointe.

# Table des matières

---

|   |    |
|---|----|
| Conclusions et recommandations                          | 4  |
| <hr/>   |    |
| Principales conclusions par produit et chaîne de valeur | 9  |
| Acier   | 9  |
| Aluminium   | 10 |
| Plastiques  | 11 |
| Ciment et béton   | 12 |
| Efficacité matérielle et substitution                   | 13 |

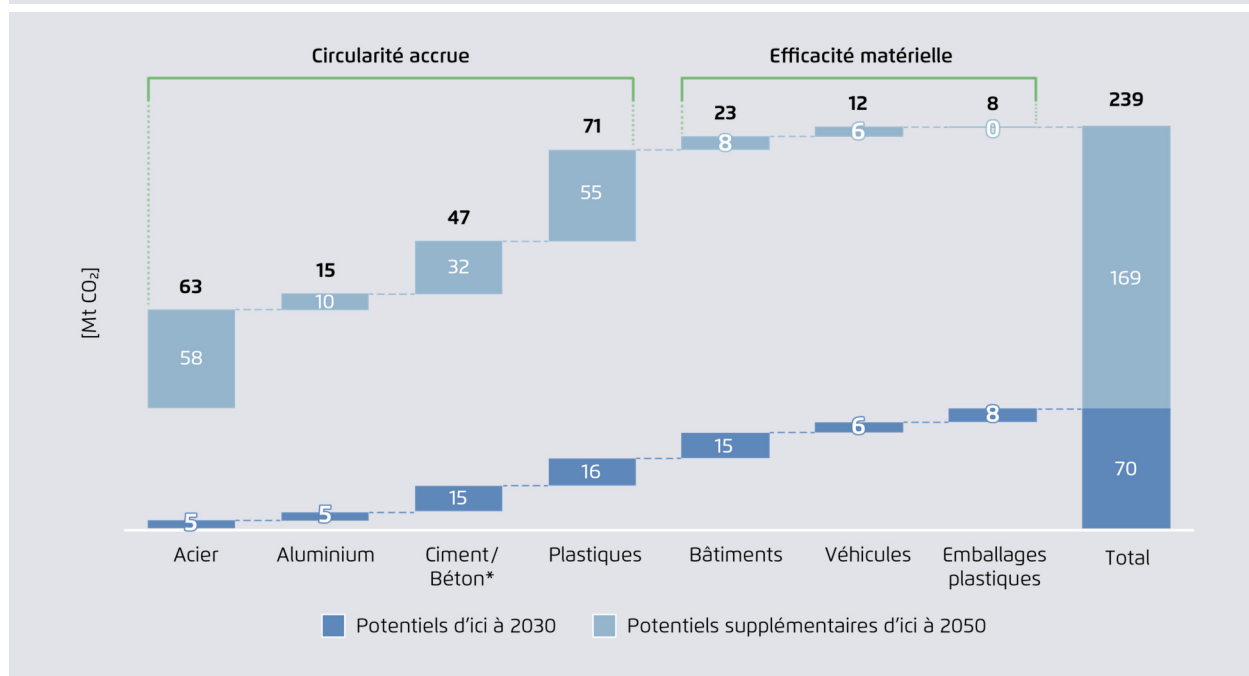
## Conclusions et recommandations

Les crises énergétiques et sécuritaires, suite à la guerre en Ukraine, à la frontière de l'Union Européenne, ont mis en lumière les enjeux de la politique européenne en matière d'énergie et de climat. Si l'atténuation du changement climatique reste urgente, les crises actuelles sur le plan de la sécurité et de l'énergie ont mis en évidence la dépendance de l'Europe à l'égard des importations de combustibles fossiles et d'autres matières premières essentielles. L'UE doit accélérer ses efforts non seulement pour réduire ses importations de combustibles fossiles, mais aussi pour utiliser plus intelligemment et plus efficacement ses ressources énergétiques et matérielles limitées.

Dans ce contexte, les politiques visant à renforcer la circularité et l'efficacité des matériaux doivent devenir des éléments centraux de la stratégie de l'UE pour la transition vers une industrie climatiquement neutre. Une telle avancée permettrait non seulement d'accélérer le passage à une production sans fossile des matériaux de base, mais aussi de rendre l'industrie plus économe en ressources et stratégiquement autonome.

Les décideurs politiques comprennent de plus en plus la nécessité de promouvoir la transition vers une production climatiquement neutre des matériaux industriels à forte intensité de CO<sub>2</sub> tels que l'acier, l'aluminium, le ciment et les plastiques. En Europe, ces secteurs sont responsables d'environ

Figure ES1 : Potentiels de réduction estimés grâce à l'amélioration de la circularité et de l'efficacité matérielle, par matériau ou produit, en 2030 et 2050.



\* Les chiffres relatifs au ciment et au béton reflètent les potentiels combinés de la recirculation et de la recarbonation des formules de ciment et de béton à faible teneur en clinker.

Source : Agora Industrie (2022), sur la base des outils de modélisation fournis par Material Economics.

Note : Ces potentiels de réduction des émissions sont estimés par rapport à un scénario de référence basé sur le maintien du statu quo. Étant donné que les potentiels de circularité et d'efficacité des matériaux sont considérés comme des substituts (et donc additionnels) à d'autres réductions d'émissions dans ces chaînes de valeur via de nouvelles technologies de production vierges à faible teneur en carbone, ce scénario de référence utilise les intensités en CO<sub>2</sub> de la production actuelle pour les matériaux et produits concernés.

581 millions de tonnes d'émissions équivalentes de CO<sub>2</sub> par an, soit environ 70 pour cent de toutes les émissions industrielles annuelles dans l'UE.

Toutefois, ces secteurs sont également très gourmands en *énergie et en ressources*. En 2020, l'industrie englobait 26 pour cent de la consommation finale totale d'énergie de l'UE, dont la moitié servant les besoins de ces quatre secteurs à eux seuls, soit 13 pour cent, avec 41 millions de tonnes d'équivalent pétrole (Mtep) de gaz naturel, 14 Mtep de produits pétroliers et 9 Mtep de combustibles fossiles solides, tels que le charbon à coke.

À ce jour, les efforts politiques émergents visant à décarboner ces industries se sont principalement concentrés sur la manière de réduire les émissions provenant de la production de matériaux *vierges*, ou « *primaires* » (par exemple en utilisant de l'hydrogène vert). Cette approche est certes nécessaire, mais elle comporte des écueils : si les nouveaux procédés de production de matériaux vierges exempts de fossiles réduisent les émissions de carbone, ils augmentent aussi la demande d'énergie.

Heureusement, le renforcement de la circularité et de l'efficacité matérielle offre des possibilités tout aussi importantes de réduire à la fois les *émissions et la consommation d'énergie* des matériaux à forte intensité de CO<sub>2</sub>. En ce qui concerne les émissions, l'amélioration de la circularité et l'utilisation efficace des matériaux (ou efficacité matérielle) pourrait à elle seule contribuer à réduire les émissions de CO<sub>2</sub> de 70 millions de tonnes d'ici à 2030, et de 239 millions de tonnes d'ici à 2050, ce qui équivaut à 10 pour cent et 34 pour cent de l'ensemble des efforts de réduction industriels requis dans l'UE d'ici à 2030 et 2050, respectivement (figure ES1 et tableau ES1). Ces réductions viendraient donc s'ajouter et compléter d'autres actions de réduction des émissions

provenant de la production de matériaux vierges, en utilisant des technologies<sup>1</sup> nouvelles et propres. Comme le montre la figure ES1, le potentiel de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> est déjà important en 2030 et, avec un temps d'adaptation plus long, encore plus important en 2050.

Du côté de la demande d'énergie et de matériaux de base, un secteur des matériaux de base plus circulaire et plus économe en matériaux améliorerait aussi considérablement l'efficacité énergétique et matérielle. Comme le montre la figure ES2, les produits en acier, aluminium ou polyéthylène (PE) recyclés peuvent réduire la consommation d'énergie d'un facteur compris entre 5 et 17 par rapport aux processus de production primaire actuels, en fonction des processus concernés. Cela contribue donc à réduire la consommation de combustibles fossiles à court terme.

En outre, selon les estimations préliminaires d'Agora Industrie, l'exploitation de tout le potentiel de recyclage à circuit fermé de haute qualité et d'efficacité matérielle pour les plastiques permettrait à l'UE d'économiser l'équivalent d'environ 149 barils de pétrole d'ici à 2030 (par rapport aux politiques actuelles). L'utilisation par l'UE d'hydrocarbures provenant du gaz naturel, tels que l'éthane, le propane et le butane, pourrait également être réduite d'environ 2,7 milliards de mètres cubes d'ici à 2030 et d'une quantité beaucoup plus importante d'ici à 2050.

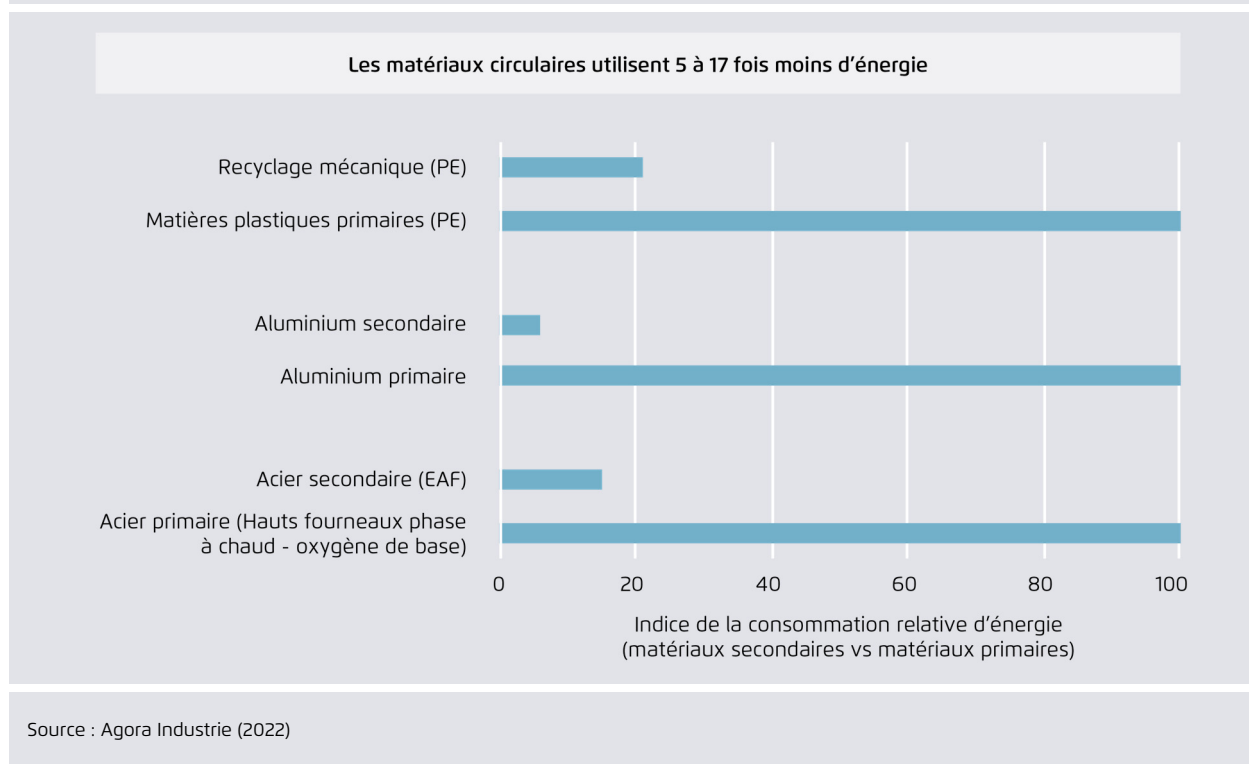
À moyen et long terme, une utilisation plus circulaire et efficace des matériaux permettrait d'accroître encore les économies d'énergie totales, étant donné que les processus de production primaire climatique-neutres sont généralement plus énergivores que les processus conventionnels (en raison de la consommation d'hydrogène, des apports d'énergie dans la capture et le stockage du carbone, etc.).

---

1 Il convient de noter que, puisque ces actions s'ajoutent aux autres efforts de réduction et les complètent, les mesures de circularité renforcée et d'efficacité matérielle sont calculées par rapport à une base de

référence de type « business-as-usual » reflétant les intensités de CO<sub>2</sub> actuelles de la production.

Figure ES2 : Économies d'énergie relatives grâce à une meilleure circularité des matériaux (technologies actuelles)

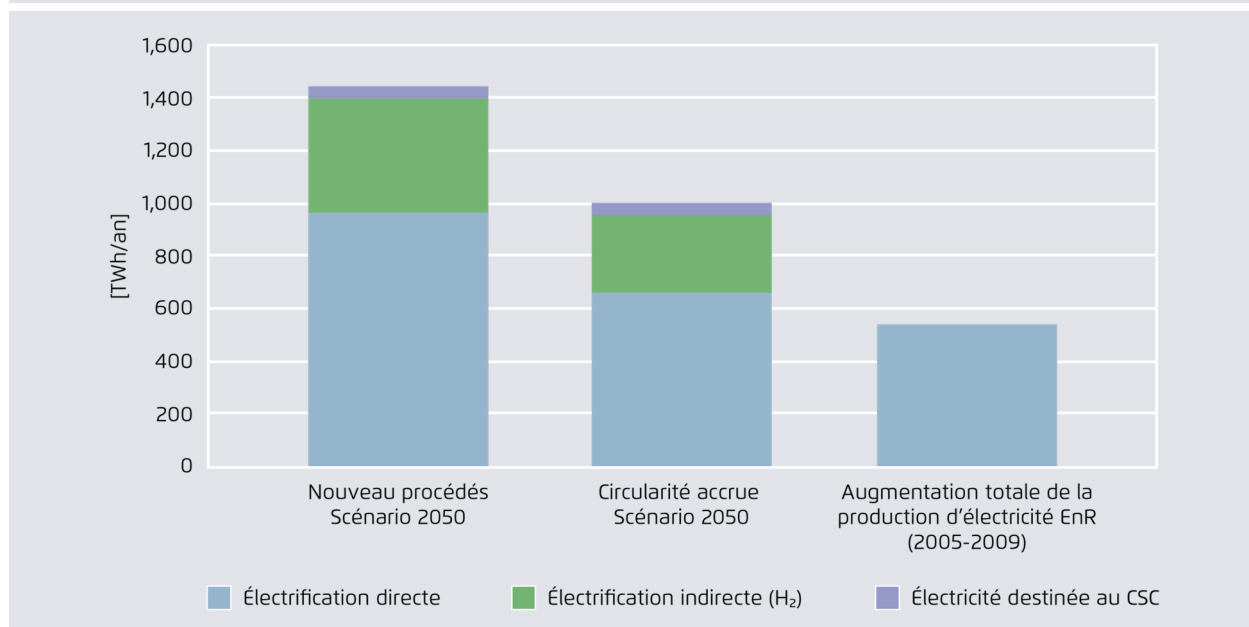


L'essentiel est donc de limiter les augmentations inutiles de la consommation d'énergie propre. D'ici à 2050, pour les secteurs de l'acier, du ciment et des produits chimiques, le renforcement de la circularité pourrait réduire la demande totale d'électricité propre de plus de 400 TWh par an, ce qui équivaut à éviter l'installation de 60 000 éoliennes<sup>2</sup>. Comme le montre la Figure ES3, cela pourrait représenter une économie d'énergie nette totale allant jusqu'à un tiers par rapport à un scénario basé sur une production de matériaux vierges climatiquement neutres et de faible circularité.

Ainsi, l'industrie européenne actuelle ne peut espérer réussir la transition vers la neutralité climatique d'ici à 2050 si elle ne tire pas parti de tous les potentiels d'atténuation du CO<sub>2</sub> et d'économies d'énergie d'un véritable secteur industriel circulaire et économe en ressources. Il est nécessaire que l'UE développe de l'hydrogène propre pour de nouveaux processus industriels non fossiles, de plus grandes quantités d'énergie propre pour l'électrification, ainsi que le captage et le stockage du carbone, ou qu'elle utilise la biomasse comme matière première dans des applications spécifiques « sans regret ». Néanmoins, exploiter pleinement le potentiel de la circularité de haute qualité et de l'efficacité matérielle pour réduire les goulets d'étranglement techniques, les coûts et les difficultés d'acceptation par le public qui

2 Cela suppose une capacité moyenne de 2 GW et un facteur de charge annuel de 0,38.

Figure ES3 : Besoins énergétiques supplémentaires pour la décarbonisation de l'acier, du ciment et des produits chimiques (scénarios de circularité élevée et faible)



Source : Agora Industrie (2022), à partir de données fournies par Eurostat et Material Economics

accompagnent la mise à l'échelle des infrastructures pour une production de matériaux primaires neutres pour le climat, est primordial.

En outre, un secteur industriel plus circulaire et plus efficace dans l'utilisation des ressources est un atout concurrentiel et représente une *opportunité majeure de politique industrielle* pour l'Europe. Si l'on examine les risques structurels liés aux coûts énergétiques relatifs plus élevés en Europe par rapport à ceux des futures superpuissances de l'hydrogène, l'utilisation des ressources abondantes et bon marché de l'UE en ferraille et en déchets de matériaux constitue un moyen pour les secteurs à forte intensité énergétique de rester compétitifs et durables. En outre, l'UE et les États membres ont la possibilité de tirer parti de leurs atouts concurrentiels dans le secteur industriel en exploitant la demande de produits industriels et de consommation plus durables et circulaires, par exemple en développant des

technologies, logistiques et produits nouveaux et à haute valeur ajoutée.

Jusqu'à présent, l'amélioration de la circularité et de l'efficacité matérielle n'a pas reçu l'attention qu'elle mérite. La politique de décarbonation industrielle, tant au niveau de l'UE qu'à celui des États membres, semble fonctionner en vase clos – avec d'un côté la réduction des émissions de l'industrie en rendant la production primaire durable, et de l'autre l'économie circulaire de manière plus générale, négligeant les potentiels de réduction du CO<sub>2</sub>, d'efficacité énergétique et d'autonomie industrielle stratégique.

Dans l'ensemble, les performances actuelles en matière de circularité sont loin d'être ce qu'elles semblent être à première vue :

- **Le décyclage est omniprésent** : alors que 70 à 85 pour cent de l'acier, de l'aluminium et même du béton sont aujourd'hui techniquement définis comme « recyclés », cela signifie presque toujours *recyclés vers le bas*, ce qui limite la capacité des matériaux recyclés à remplacer les matériaux vierges dans de nombreux types de produits.
- **La politique se concentre sur la quantité et non sur la qualité du recyclage** : si le premier paquet « économie circulaire » de l'UE a permis de réaliser des avancées significatives dans la lutte contre les déchets d'emballage, en particulier pour les plastiques, peu d'attention a été accordée à l'amélioration de la *qualité* du recyclage d'autres matériaux de base à forte intensité de CO<sub>2</sub> tels que l'acier, l'aluminium, le ciment ou le béton. Les chaînes de valeur de la construction et de l'automobile, notamment, exigent un recyclage de bien meilleure qualité.
- **Les statistiques sur le recyclage des plastiques sont incomplètes** et donc peu fiables : alors que l'UE enregistre aujourd'hui des taux de recyclage de l'ordre de 35 pour cent, les données actuelles et les méthodes statistiques utilisées *ne prennent pas en compte environ 50 pour cent* de tous les déchets plastiques en fin de vie (Material Economics, 2022: 'Europe's Missing Plastics'). Le taux correct de recyclage des déchets plastiques de l'UE est donc plus proche de 15 pour cent.
- **L'efficacité matérielle n'est guère encouragée** : les chutes « neuves » (ou déchets « propres ») tendent à être définies comme des matériaux recyclés, alors que l'accent devrait être mis sur un recyclage de haute qualité des déchets de post-consommation, tandis que la production de chutes « neuves » devrait être dissuadée.

préoccupations dans la législation européenne sur l'économie circulaire et les produits durables. En même temps, la complexité des questions « sur le terrain » exigera que les États membres jouent également un rôle important. Il n'existe pas de politique miracle. Il faudra plutôt un ensemble de mesures pour lever les obstacles actuels à l'offre et à la demande de matériaux recyclés et réutilisables de haute qualité. Neuf priorités clés pour les décideurs politiques sont résumées dans l'encadré ES1.

La priorité absolue est de créer des marchés pour le recyclage de qualité et en circuit fermé des principaux matériaux à forte intensité de CO<sub>2</sub> pour tous les usages essentiels. Les quotas sur la part recyclée dans les emballages, les nouveaux véhicules et les nouveaux bâtiments s'avèrent être l'instrument le plus efficace pour lancer des chaînes de valeur en circuit fermé. En garantissant la demande, les quotas encouragent les investissements précoces dans des chaînes de valeur de recyclage améliorées et de haute qualité – contrairement aux pratiques standards actuelles.

Les limites de carbone incorporé dans les bâtiments puis dans les véhicules et les emballages devraient être développées en tant que stratégie respectivement à moyen et long terme. Imposer des limites de carbone incorporé favorise davantage la conception écologique et matériellement efficace qu'une réglementation directe via, par exemple, des politiques d'écoconception.

Des mesures complémentaires seront nécessaires pour libérer et exploiter pleinement le potentiel de l'économie circulaire au fil du temps.

La mise en œuvre du nouveau plan d'action européen pour une économie circulaire (CEAP 2.0) est une occasion opportune de commencer à répondre à ces



## Encadré ES1 : Politiques clés pour la création de marchés hautement circulaires et économes en ressources pour les matériaux à forte intensité énergétique

### Politiques de création de marchés

1. Étendre l'utilisation des quotas de contenu recyclé à un ensemble plus large de produits en plastique (et pas seulement les bouteilles en PET) ; à l'acier, à l'aluminium et aux plastiques dans les véhicules ; et aux matériaux en béton utilisés dans les projets de construction publics.
2. Limiter les émissions incorporées de carbone dans tout le cycle de vie des matériaux de construction pour les nouveaux bâtiments, les véhicules et les emballages.
3. Mobiliser plus efficacement la tarification du carbone : Inclure l'incinération des déchets dans le système d'échange de quotas d'émission de l'UE (SEQE-UE), passer progressivement de l'allocation gratuite à la mise aux enchères intégrale et introduire un mécanisme d'ajustement aux frontières du carbone (CBAM) afin de renforcer les incitations tarifaires pour les matériaux recyclés.
4. Réformer les normes des produits applicables aux matériaux pour éliminer les obstacles existants et favoriser l'innovation de matériaux à faible teneur en CO<sub>2</sub> ou recyclés (béton et plastiques, en particulier) au niveau européen et, si nécessaire, au niveau national.
5. Interdire les exportations de déchets de l'UE vers les pays qui n'adoptent pas des objectifs et des pratiques de recyclage aussi stricts (au-delà des restrictions relativement souples qui s'appliquent actuellement aux pays membres de l'OCDE).

### Des politiques favorables à l'optimisation de l'offre de matériaux recyclés de haute qualité

6. Revoir la mesure des taux de recyclage, en particulier pour les plastiques en fin de vie, en s'appuyant sur des méthodes analytiques ascendantes, afin de tenir compte de la mauvaise répartition des déchets plastiques non comptabilisés et de réviser les taux et les objectifs de performance actuels en matière de recyclage.
9. Accroître massivement le soutien aux technologies de pointe dans le domaine de l'économie circulaire et aux nouvelles voies de production de matériaux vierges pour l'industrie à forte intensité énergétique.
12. Exiger l'adoption d'une part des meilleures pratiques en matière d'infrastructure de collecte des déchets et d'autre part des meilleures technologies disponibles de tri des matériaux à l'usine de recyclage, y compris un nouveau tri des déchets mixtes après la collecte pour extraire et envoyer au recyclage jusqu'à 75 pour cent des plastiques recyclables dans le mélange.
15. Étiqueter, taxer ou interdire les pratiques inefficaces d'utilisation des matériaux ou de gestion des déchets, notamment la surutilisation d'emballages, la vente de produits à courte durée de vie, l'incinération de déchets plastiques non triés et le broyage des véhicules avant le retrait du cuivre.

## Principales conclusions par produit et chaîne de valeur

### Acier

Environ 86 pour cent de l'acier est recyclé aujourd'hui, dont la majorité est déclassée en raison de la contamination de la ferraille d'acier par le cuivre et d'autres éléments. Notre modélisation suggère que l'UE disposera d'une quantité croissante de ferraille

d'acier après 2030. Toutefois, les niveaux de contamination par le cuivre des ferrailles nouvellement disponibles limitent la capacité de l'acier secondaire à remplacer l'acier vierge. D'ici à 2040-2050 environ, jusqu'à 35 millions de tonnes par an d'acier vierge pourraient être remplacés par de la ferraille propre. Cela équivaldrait à peu près à une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de 63 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>/an dans l'UE.

Pour permettre des flux de ferraille propres, il faudrait au moins :

- Soutenir l'innovation et le développement de technologies avancées d'élimination du cuivre de l'acier ;
- Éliminer les pratiques inefficaces de recyclage en fin de vie afin de maximiser l'offre globale de ferraille de l'UE tout en maintenant des flux de ferraille propres ;
- Développer des technologies intégrées de production de fer à réduction directe (DRI) et de four à arc électrique (EAF) pour faciliter le mélange d'une part importante de ferraille dans les filières intégrées de production d'acier primaire et secondaire, et développer des mini-aciéries EAF pour transformer des quantités croissantes de ferraille d'acier en une gamme de produits sidérurgiques différents.

Les flux de ferraille propres deviendront l'un des facteurs les plus importants pour la compétitivité de la future industrie sidérurgique de l'UE, si ce n'est le plus important. Actuellement, les sidérurgistes de l'UE se concentrent principalement sur le passage à des voies de production primaire basées sur l'hydrogène. Toutefois, à long terme, la compétitivité de la production de DRI à base d'hydrogène sera principalement déterminée par les coûts les plus bas pour produire de l'hydrogène renouvelable en abondance. Les exportateurs actuels de minerai de fer tels que l'Australie et le Brésil, qui disposent d'un abondant potentiel d'énergie renouvelable, devraient bientôt passer à la production et à l'exportation de DRI vert. En prévision, les ressources nationales de ferraille propre pour la production de catégories d'acier de haute qualité seront l'un des facteurs de compétitivité les plus importants pour l'industrie sidérurgique européenne. Environ 5 à 6 fois plus efficace sur le plan énergétique que les voies de production primaire actuelles, la voie de la production secondaire d'acier facilitera également la transformation climatiquement neutre de l'industrie sidérurgique européenne tout en maintenant sa compétitivité.

## Aluminium

L'aluminium est un matériau relativement nouveau qui est utilisé à la fois dans des applications à courte durée de vie, comme les emballages alimentaires et les feuilles, mais aussi dans des applications à plus longue durée de vie, comme la construction et les véhicules. En 2019, 5 millions de tonnes d'aluminium ont atteint leur fin de vie ; sur ce total, environ 3 millions de tonnes ont été recyclées. La production d'aluminium secondaire émet beaucoup moins que la production primaire classique : 0,3 t de CO<sub>2</sub> par tonne contre 13-16 t de CO<sub>2</sub>.

Il est important d'atteindre des taux de collecte élevés. Assurer des flux de ferraille propres pour limiter le décyclage implique d'identifier et de trier les sous-alliages en fonction de leurs qualités respectives pour les différentes qualités d'aluminium et utilisations. Au fil du temps, les grandes quantités d'aluminium arrivant en fin de vie porteront le potentiel de recyclage de haute qualité à des niveaux significatifs en Europe. Pour permettre des flux de ferraille propres, il faudrait :

- Soutenir le développement et le déploiement rapides de technologies de tri avancées pour les déchets de post-consommation, en tant que technologie climatique clé.
- Concevoir des produits tels que les canettes, les véhicules, les appareils électroniques, les produits des technologies de l'information et les produits de construction afin de faciliter la déconstruction, le tri et le recyclage, et de minimiser la contamination ;
- Éliminer les pratiques inefficaces de recyclage en fin de vie : les pratiques de recyclage actuelles, telles que le broyage des voitures ou la collecte non séparée des déchets de construction et autres, peuvent être améliorées pour maintenir des flux d'aluminium propres.

Un recyclage de haute qualité ne se contenterait pas de réduire considérablement les émissions de CO<sub>2</sub> et de nécessiter beaucoup moins d'énergie propre

qu'une production primaire ; il aiderait également l'industrie à conserver un avantage concurrentiel en relevant les défis à venir, par exemple :

- La perte de marchés pour les produits de décyclage : avec l'électrification des véhicules, le marché de nombreux produits de décyclage fabriqués à partir de recyclats de fonte d'aluminium et destinés aux véhicules devrait disparaître ;
- Des coûts énergétiques structurellement élevés en Europe : l'obtention de taux de recyclage plus élevés contribuerait à atténuer ce désavantage concurrentiel, puisque l'aluminium recyclé utilise un ordre de grandeur d'énergie inférieur à celui de la fusion primaire ;
- L'introduction d'un mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (CBAM) et d'autres initiatives similaires visant à créer des marchés pour l'aluminium à faible teneur en carbone : l'augmentation de la part de l'aluminium secondaire dans la production totale vendue permettra de réduire à court terme (directement) l'intensité de CO<sub>2</sub> et contribuera à répondre à la nécessité de réduire les émissions de processus et d'énergie pour être compétitif.

## Plastiques

Dans l'UE, 63 millions de tonnes de plastiques ont été produites en 2019, 51 millions de tonnes ont été utilisées dans des produits vendus sur le marché européen et environ 45 millions de tonnes ont atteint leur fin de vie (FdV). Seule une fraction, 6.7 millions de tonnes, a été recyclée. Malgré l'accent mis sur la collecte et le recyclage des plastiques ces dernières années, l'UE n'a recyclé qu'environ 15 pour cent de son total annuel de plastiques en fin de vie, via des méthodes de recyclage mécanique. Chaque année, l'UE incinère environ 25 millions de tonnes de plastiques,

après avoir tenu compte des déchets mal répartis dans les flux de déchets mixtes. Les plastiques incinérés entraînent généralement 2,8 kg de CO<sub>2</sub>/kg de plastique brûlé, et jusqu'à 70 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> par an sont actuellement émises. L'utilisation des plastiques devrait augmenter et les émissions liées à l'incinération pourraient atteindre 112 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> d'ici à 2050 si aucune mesure n'est prise.

En évitant les utilisations de plastiques à courte durée de vie et en encourageant la réutilisation des matériaux plastiques par des approches de réduction et de réutilisation, l'on pourrait réduire les émissions de CO<sub>2</sub> aux alentours de 8 millions de tonnes en 2030 en 2050 par rapport aux scénarios de statu quo. Des niveaux plus élevés sont possibles (SystemiQ 2022<sup>3</sup>). En outre, le recyclage mécanique est la technologie de recyclage la plus efficace du point de vue de l'énergie, des matériaux et des coûts ; son potentiel doit être maximisé en priorité chaque fois que cela est techniquement possible. Les taux actuels de recyclage mécanique de 15 pour cent <sup>4</sup> pourraient théoriquement être poussés à 35 pour cent.

Cependant, comme le recyclage mécanique repose sur des flux de déchets relativement purs, son potentiel présente des limites : la logistique de la collecte séparée et du tri, les limitations avec certains types de plastique, les problèmes de déclassement inhérents à certains processus et la localisation et l'échelle inadéquates des unités. Ces limites pourraient être surmontées grâce à un système complet de recyclage chimique durable et de haute qualité, qui optimise les taux de collecte des plastiques dans les flux de *déchets mixtes*. Jusqu'à 75 pour cent des déchets plastiques mixtes pourraient être récupérés et rester viables pour le recyclage chimique. Le déploiement généralisé du recyclage chimique pourrait

---

3 SystemiQ, « Reshaping plastics – Pathways to a circular, net zero emissions European plastics economy », 2022 (à paraître).

4 Cela va de la fin de vie au produit recyclé.

entraîner une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de 4 millions de tonnes d'ici à 2030 et de 44 millions de tonnes d'ici à 2050, s'il est réglementé de manière appropriée afin que seuls les technologies et les processus les plus durables puissent accéder au marché.

Pour exploiter pleinement le potentiel d'une économie circulaire des plastiques, il faut agir à chaque étape du cycle :

- Réviser les méthodes de collecte des données sur la fin de vie des produits afin de prendre en compte tous les déchets plastiques et les émissions qui y sont liées et ajuster de manière appropriée les objectifs de collecte et de recyclage du secteur ;
- Exiger le tri post-collecte et la valorisation des plastiques dans les déchets mixtes à l'aide de technologies de tri avancées (déjà utilisées en Norvège et en Suède) ;
- Soutenir en parallèle le recyclage mécanique et le recyclage chimique tout en maximisant le potentiel des flux de déchets recyclés mécaniquement ;
- Assurer un approvisionnement fiable et à grande échelle en matières premières de haute qualité en améliorant la collecte et la pureté des flux de déchets ;
- Veiller à ce que le déploiement du recyclage des produits chimiques soit compatible avec des objectifs plus larges en matière d'environnement et de climat ;
- Ajuster les normes de produits qui limitent actuellement l'utilisation de plastiques recyclés dans certaines applications.

L'incitation à une économie circulaire globale offre la possibilité de développer une économie des plastiques économe en ressources et respectueuse du climat, tout en garantissant la compétitivité à long terme du secteur européen de la chimie et des plastiques. La recirculation efficace des plastiques issus de l'utilisation finale dans la chaîne de valeur réduit les émissions de CO<sub>2</sub>, la pollution de l'environnement et la dépendance à l'égard des importations de

matières premières vierges. Elle donne accès à des stocks importants de matières premières essentielles, sans qu'il soit nécessaire d'importer des combustibles fossiles ou des dérivés. L'amélioration de l'empreinte environnementale des plastiques en Europe débouchera sur un marché de produits propres à long terme, une position concurrentielle durable, une production locale, des emplois et l'innovation. En s'engageant résolument dans une économie plastique circulaire, l'UE peut devenir un leader technologique international.

## Ciment et béton

Le béton est l'élément structurel fondamental de nombreux bâtiments et d'une grande partie des infrastructures existantes aujourd'hui. À l'heure actuelle, les déchets de béton sont essentiellement recyclés pour des usages de faible valeur tels que les remblais de remplissage.

Des modèles de circularité et d'efficacité matérielle sont en cours de développement. Ils visent à :

- Récupérer et refaire des intrants recyclés de haute qualité dans une nouvelle production de clinker ou de ciment en utilisant la séparation intelligente des constituants du béton en fin de vie ;
- Améliorer et exploiter la tendance naturelle du ciment à « recarbonater » lorsque les fines hydratées riches en calcium réabsorbent le CO<sub>2</sub> ;
- Exploiter l'efficacité des matériaux, leur substitution et l'optimisation des formules de ciment et de béton.

Nos estimations suggèrent qu'il existe un potentiel important de réduction des émissions grâce aux formulations de ciment et de béton à faible teneur en clinker et aux approches circulaires dans le secteur du ciment.

Des réductions d'émissions supplémentaires pourraient également être obtenues, de l'ordre de 16 à 24 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> par an d'ici à 2050, si les techniques de véritable « recyclage » du ciment devaient faire l'objet d'une démonstration commerciale et être adoptées plus largement. En outre, une autre possibilité clé est la réutilisation directe d'éléments en béton intacts tels que les dalles ou les poutres en béton. En concevant ces produits de manière plus modulaire et en développant des bases de données de matériaux, il serait possible de réutiliser davantage les composants existants.

Plusieurs obstacles doivent être levés pour que les formulations de ciment et de béton à faible teneur en clinker et la réutilisation en circuit fermé des fines de ciment recyclées deviennent techniquement réalisables. Les mesures suivantes joueront un rôle crucial :

- Introduire des limites de carbone incorporé dans les nouveaux bâtiments ;
- Réformer les réglementations et les normes pour permettre l'utilisation de technologies innovantes aux niveaux européen et national ;
- Favoriser l'adoption de nouvelles technologies et de matériaux de substitution par des marchés publics innovants et des projets de démonstration à l'échelle commerciale ;
- Réviser la conception actuelle du système communautaire d'échange de quotas d'émission (SEQE-UE) et mettre en œuvre le système CBAM pour le secteur du ciment afin de supprimer l'effet de distorsion sur les stratégies d'efficacité matérielle dû au fait que la production primaire de clinker est subventionnée par inadvertance.

Les approches circulaires et efficaces dans les secteurs du ciment et du béton réduisent l'ampleur et l'urgence de la nécessité d'autres stratégies de

décarbonation telles que la capture et le stockage du carbone (CSC). La construction d'infrastructures pour le CSC est coûteuse et l'élaboration de la réglementation associée demande un certain temps, alors que les approches circulaires et d'efficacité des matériaux pourraient en théorie être mises en œuvre dès aujourd'hui.

### Efficacité matérielle et substitution

Environ 60 pour cent des émissions de gaz à effet de serre dans l'industrie proviennent de la production de matériaux utilisés dans la construction, la mobilité et les plastiques. Ces émissions peuvent être réduites en améliorant la circularité des composants matériels à forte intensité de CO<sub>2</sub>. Toutefois, il est également possible d'atteindre des potentiels importants d'efficacité matérielle tout en produisant le même niveau de valeur économique sur le plan des services matériels aux consommateurs.

Dans le domaine de la **construction et des bâtiments**, la réduction de l'utilisation de matériaux à forte intensité de carbone peut être obtenue par les moyens suivants :

- Concevoir les projets en tenant compte de l'optimisation des émissions de CO<sub>2</sub> et des matériaux dès le départ pour les nouvelles constructions (par exemple, en utilisant des modèles d'information sur les bâtiments qui optimisent les émissions de CO<sub>2</sub> dans les matériaux) ;
- Élargir le concept de « passeports<sup>5</sup> de matériaux » pour permettre un niveau plus élevé de recyclage ;
- Prolonger la durée de vie des pièces ou de l'ensemble du bâtiment ;
- Compléter les audits énergétiques par des évaluations de l'optimisation des émissions de carbone

---

5 Voir Bâtiments en tant que banques de matériaux : Intégrer les passeports de matériaux à la conception réversible des bâtiments pour optimiser les chaînes de valeur

industrielles circulaires (<https://cordis.europa.eu/project/id/642384>).

qui incluent le CO<sub>2</sub> intégré des matériaux utilisés pour la rénovation ;

- Favoriser les incitations réglementaires pour garantir l'alignement des chaînes de valeur complexes du secteur de la construction sur les mesures d'incitation à l'optimisation de l'intensité en CO<sub>2</sub> (par exemple, limites d'émissions de carbone incorporé et d'émissions sur le cycle de vie des bâtiments).

Dans le **secteur de la mobilité**, les leviers permettant de réduire la quantité et l'intensité carbonique des matériaux sont les suivants :

- Alléger les matériaux ;
- Réduire le taux de croissance de la taille moyenne des véhicules ;
- Substituer des matériaux primaires, comme l'acier vierge, par des matériaux secondaires, comme l'acier pour les composants plats ;
- Augmenter et optimiser « les techniques de coulee proches des dimensions finales » des composants afin de réduire les taux élevés de ferraille neuve (jusqu'à 35 pour cent pour l'acier) produits lors de la fabrication des sections de véhicules ;
- Encourager les nouveaux investissements dans des usines plus flexibles, capables de répondre à la demande de produits plats de haute qualité utilisés dans les véhicules haut de gamme.

Agora estime que d'ici à 2050, jusqu'à 12 millions de tonnes d'émissions de CO<sub>2</sub> pourraient être évitées chaque année en améliorant l'efficacité matérielle et en maximisant le potentiel de substitution des composants en métal et en plastique dans le secteur de la mobilité. Cela représente une réduction approximative de 14 pour cent par rapport au scénario du statu quo dans un secteur complexe à décarboner.

Pour les **emballages en plastique**, il est peu probable que le recyclage mécanique et chimique suffise à lui seul à résoudre 70 pour cent environ du problème de la réduction totale des émissions de plastiques.

D'autres solutions seront donc nécessaires pour

s'attaquer aux 30 pour cent d'émissions restantes à long terme. Les solutions principales sont les suivantes :

- Soutenir l'utilisation efficace des plastiques, notamment en augmentant les niveaux de réutilisation et en réduisant les plastiques à usage unique ;
- Soutenir l'utilisation accrue de plastique biosourcé sur la base de conditions strictes pour les politiques de gestion durable de la biomasse ;
- Introduire en dernier recours la capture et le stockage du carbone ou la capture et l'utilisation du carbone (idéalement, résultant en un stockage à long terme dans les produits finaux) de toute émission résiduelle provenant de l'incinération des plastiques.

D'importants potentiels d'économies de CO<sub>2</sub> sont probables et nécessitent une analyse plus approfondie. Les premières estimations suggèrent que la réduction et la réutilisation des plastiques dans les emballages pourraient réduire les émissions de CO<sub>2</sub> d'environ 8 millions de tonnes par an d'ici à 2030 et au-delà. Cela représente une réduction supplémentaire de 11 pour cent et 10 pour cent des émissions totales de la chaîne de valeur complète du secteur des plastiques en 2030 et 2050, respectivement. Par conséquent, la réduction et la réutilisation ont un rôle important à jouer dans un portefeuille plus large de solutions de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>.

**Tableau ES1 : Résumé des principaux leviers de circularité renforcée, d'efficacité matérielle et de substitution et leurs potentiels techniques de réduction de CO<sub>2</sub>**

| Secteur         | Amélioration de la circularité ou levier d'efficacité matérielle  | Économies potentielles combinées d'émissions pour 2030 et 2050, en MtCO <sub>2</sub> /an (part en pourcentage par rapport au BAU)  | Type de levier                                   |
|-----------------|---|--|--|
| Acier           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Augmenter la capacité de recyclage (en particulier la part de déchets dans la production basée sur le DRI et l'EAF).</li> <li>Maintenir les flux de déchets propres (cuivre)</li> </ul>  | 2030 : -5 MtCO <sub>2</sub><br>(2,4 % d'économies)<br><br>2050 : -63 MtCO <sub>2</sub><br>(30 % d'économies)   | Amélioration de recyclage                        |
| Aluminium       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Augmenter le recyclage en circuit fermé en produits de consommation de haute qualité</li> <li>Maintenir des flux de déchets propres</li> </ul>   | 2030 : -5 MtCO <sub>2</sub><br>(10 % d'économies)<br><br>2050 : -15 MtCO <sub>2</sub><br>(31 % d'économies)  | Amélioration de recyclage                        |
| Ciment et béton | <ul style="list-style-type: none"> <li>Substitution par des formulations à faible teneur en liant</li> <li>Recarbonation et recyclage des poussières de ciment comme in-trants dans la production circulaire de ciment</li> </ul>   | 2030 & 2050 : -10 MtCO <sub>2</sub> & -31 MtCO <sub>2</sub><br>(10 % et 30 % d'économies, respectivement)<br><br>2030 et 2050 : -5 MtCO <sub>2</sub> et -16 MtCO <sub>2</sub><br>(5 % et 15 % d'économies, respectivement) | Efficacité matérielle, Amélioration de recyclage |
| Plastiques      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Augmenter le recyclage mécanique à 35 % (contre 15 % aujourd'hui)</li> <li>Augmenter le recyclage des produits chimiques à 30-40 % (contre 0 % aujourd'hui)</li> </ul>   | 2030 & 2050 : -12 & -27 MtCO <sub>2</sub><br>(18 – 27 % d'économies)<br>2030 & 2050 : -4 & -44 MtCO <sub>2</sub><br>(6 à 44 % d'économies)   | Amélioration de recyclage                        |
| Construction    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Réduire les déchets de matériaux (nouveaux déchets) dans la conception et la construction.</li> <li>Optimiser l'application des matériaux à forte intensité de carbone</li> <li>Substitution</li> </ul>  | 2030 : -15 MtCO <sub>2</sub><br>(12 % d'économies)<br><br>2050 : -23 MtCO <sub>2</sub><br>(15 % d'économies)   | Efficacité matérielle, Substitution              |
| Véhicules       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Réduire les déchets de matériaux (nouveaux déchets) dans la fabrication</li> <li>Réduction du poids grâce à des matériaux à haute résistance</li> <li>Augmenter l'intégration des composants circulaires</li> <li>Réduire la taille moyenne des véhicules</li> </ul> | 2030 : environ -6 MtCO <sub>2</sub><br>(7 % d'économies)<br><br>2050 : environ -12 MtCO <sub>2</sub><br>(14 % d'économies)   | Efficacité matérielle, Substitution              |
| Emballage       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Réduire et réutiliser (notamment les plastiques à usage unique)</li> <li>Passage à des matériaux à base de fibres</li> </ul>   | 2030 : -8 MtCO <sub>2</sub><br>(10 % d'économies)*.<br><br>2050 : -8 MtCO <sub>2</sub><br>(11 % d'économies)*.   | Efficacité matérielle, Substitution              |

\*Il s'agit uniquement de la réduction et de la réutilisation des emballages en plastique.  
Agora Industrie (2022)



**Agora Industrie**

Anna-Louisa-Karsch-Strasse 2 | 10178 Berlin

P +49 (0) 30 700 14 35-000

F +49 (0) 30 700 14 35-129

[www.agora-industry.org](http://www.agora-industry.org)

[info@agora-industrie.de](mailto:info@agora-industrie.de)