

Feuille de route de décarbonation de la filière Ciment Mai 2023

Sommaire (interactif)

Sommaire

1 - Introduction.....	3
2 - Inventaire des émissions de gaz à effet de serre de la filière	5
a) Périmètre des émissions	5
b) Historique des émissions (scopes 1 et 2).....	6
c) Périmètre des émissions du scope 3.....	9
3 - Trajectoire de réduction des émissions de la filière	10
a) Évolution de la production de la filière.....	10
b) Leviers de réduction des émissions de GES de la filière	11
c) Objectifs de réduction des émissions de la filière.....	14
d) Besoins correspondants.....	17
e) Impact pressenti du MACF.....	17
4 - Projets emblématiques.....	19
5 - Le soutien attendu de l'Etat pour la décarbonation de la filière	21
a) Dispositifs existants.....	21
b) Identification des freins éventuels et des besoins de soutien de l'Etat	21

Synthèse

Face au défi que représente le dérèglement climatique, la feuille de route de décarbonation du secteur cimentier fixe le cap 2023-2050 pour une industrie française du ciment décarbonée et compétitive, partie intégrante de la transition écologique. Ce scénario s'inscrit dans une logique de sobriété : construire mieux avec moins, en mobilisant un mix plus important de matériaux durables.

Au seuil d'une transformation sans précédent de ses procédés industriels, la décarbonation de la filière repose sur l'accélération des solutions de décarbonation existantes et traditionnelles, mais aussi sur le déploiement de solutions de captage du carbone inhérent à la fabrication du ciment.

Cette stratégie renforce l'ancrage territorial de la filière comme maillon fort de la valorisation des déchets et comme moteur d'une nouvelle économie au cœur des régions.

A travers cette feuille de route, l'industrie du ciment et ses acteurs répondent à l'appel du Président de la République qui réunissait en novembre dernier les 50 sites les plus émetteurs - dont 20 cimenteries parmi les 25 du secteur - pour impulser une mobilisation collective en faveur de la décarbonation.

La feuille de route de décarbonation du secteur de l'industrie cimentière correspond à une réduction de :

→ 6,886 MtCO₂e de ses émissions de gaz à effet de serre (GES) Scope 1 en 2030 et de 10,6 MtCO₂e en 2050 par rapport à 2015, soit une réduction de 70% et de 100% respectivement, dans le scénario le plus ambitieux (hors impact lié à la baisse des volumes).

→ 5,05 MtCO₂e de ses émissions de GES Scope 1 en 2030 et de 9,179 MtCO₂e en 2050 par rapport à 2015, soit une réduction de 51% et de 90% respectivement, dans le scénario central (hors impact lié à la baisse des volumes).

→ 3,269 MtCO₂e de ses émissions de GES Scope 1 en 2030 et de 5,328 MtCO₂e en 2050 par rapport à 2015, soit une réduction de 33% et de 52% respectivement, dans le scénario tendanciel (hors impact lié à la baisse des volumes).

Cette réduction sera rendue possible par le déploiement des leviers de décarbonation existants et par l'investissement dans des projets de captage du carbone.

Dans le scénario central, l'objectif de réduction de moitié des émissions est atteint en activant pour moitié les leviers traditionnels (-27%) :

→ Amélioration de l'efficacité énergétique

→ Substitution des combustibles fossiles

→ Réduction du taux de clinker dans les produits

Et par le captage de CO₂ (-23 % pour le scénario central en 2030), incontournable pour les émissions de process (décarbonation du calcaire) inhérentes au process cimentier.

Le secteur plaide auprès des pouvoirs publics pour poser dès aujourd'hui un cadre favorable à la mise en œuvre de cette feuille de route : financement, contrôle des coûts opérationnels, stabilisation du cadre réglementaire, développement des infrastructures. Mais surtout, l'accès à une énergie décarbonée, à un prix compétitif et sur le long terme, est une condition cruciale. Le déploiement des technologies de captage de CO₂ implique un doublement des besoins en électricité pour les sites cimentiers. La maîtrise des coûts, notamment ceux liés à l'énergie, est essentielle pour un secteur qui a vu sa compétitivité fragilisée ces dernières années.

La souveraineté de l'industrie française des matériaux de construction se joue dès aujourd'hui, à travers la réalisation de ces projets (avec des exemples concrets d'ores et déjà développés et détaillés dans cette feuille de route).

1 - Introduction

Filière clé de l'économie française, l'industrie cimentière produit un matériau indispensable pour le secteur de la construction. Ingrédient principal de la fabrication du béton, le ciment est utilisé par les secteurs aval pour la construction de routes, d'infrastructures, de logements.

La production française de ciment se structure autour de 25 cimenteries qui vont produire le clinker, qui est ensuite broyé avec des additions pour fabriquer le ciment. A ce clinker produit en France et qui est à l'origine des émissions de carbone, il faut ajouter des importations qui, en se substituant à de la production nationale, contribuent à alourdir l'empreinte carbone de la France.

Les 25 cimenteries appartiennent aux cinq groupes internationaux suivants :

- Heidelberg Materials
- Egiom (groupe CRH)
- Imerys S.A. (Imerys Group)
- Lafarge France (groupe Holcim)
- Vicat

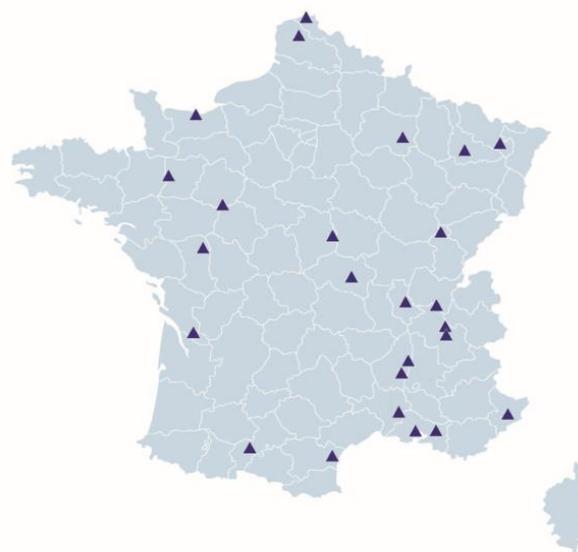


Figure 1-1 - Sites industriels des adhérents de France
Ciment
(France Ciment, 2023)

A la suite de la crise de 2008, la production de ciment s'est contractée pour atteindre un point bas en 2015. La reprise de l'activité du secteur de la construction a entraîné

une hausse de la production française de ciment pour atteindre 18 millions de tonnes de ciment en 2021 (cf. graphique ci-dessous).

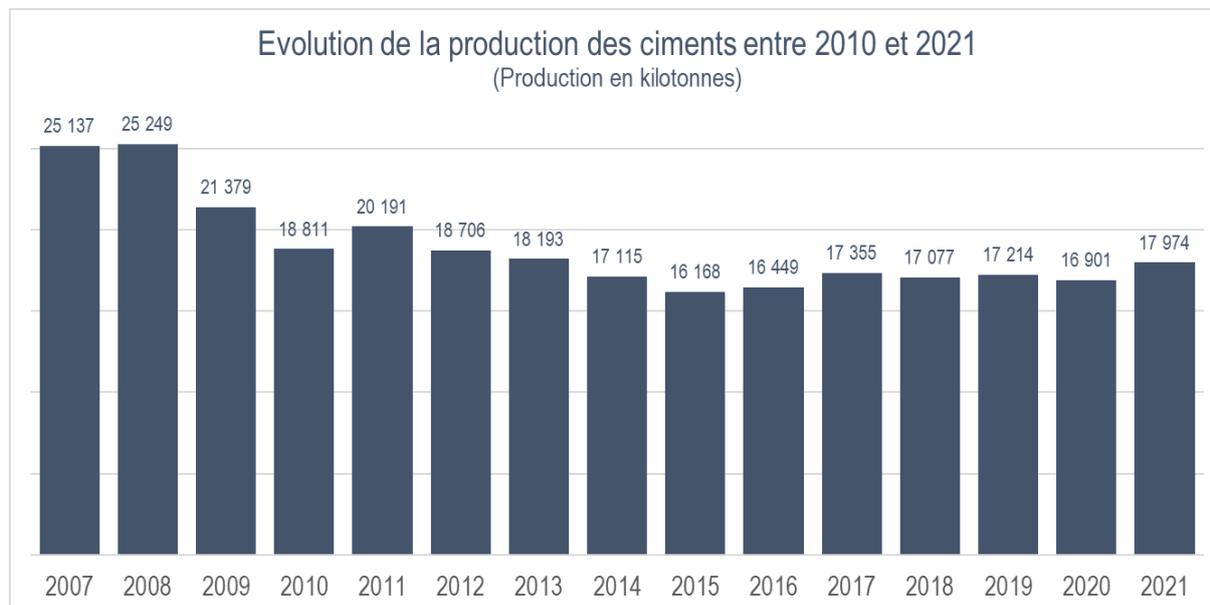


Figure 1-2 - Production de ciment de 2010 et 2021 en France métropolitaine (France Ciment, 2023)

Les principaux utilisateurs de ciment sont les fabricants de béton prêt à l'emploi (60%), le béton industriel (14%), les négociants (13%), le vrac à destination d'entreprises (5%), les mortieristes (4%) et les grandes surfaces de bricolage (GSB - 2%).

La filière représente 4 500 emplois directs, 25 000 emplois indirects en amont auprès de sous-traitants et fournisseurs, et 510 000 emplois indirects dans les secteurs aval de la production et la mise en œuvre du béton.

Le chiffre d'affaires du secteur est de 2,4 Mrds€ pour l'année 2020 et le montant des investissements annuels représente environ 5% du montant du chiffre d'affaires. La fabrication de ciment est une activité intensive en capital puisque le coût (capex) d'un site industriel est estimé à 150 millions d'euros avec des équipements qui ont une durée de vie estimée entre 20 et 30 ans.

2 - Inventaire des émissions de gaz à effet de serre de la filière

a) Périmètre des émissions

Le schéma suivant montre les différentes étapes de production du ciment, depuis l'extraction des roches en carrière à l'expédition des produits.

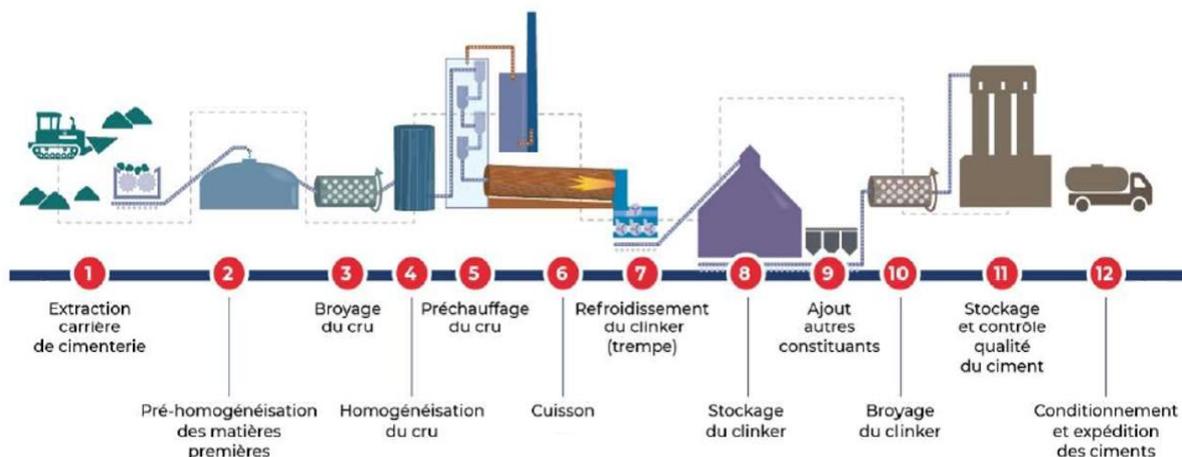


Figure 2-1 - Procédé industriel de fabrication du ciment (France Ciment)

Le procédé de fabrication du ciment se décompose d'une part entre la fabrication du clinker et d'autre part la préparation du ciment, réalisé à base de clinker et d'autres constituants.

Principal constituant du ciment, le clinker est obtenu par la cuisson d'un mélange de roches calcaires (80%) et d'argile (20%), préalablement broyées et concassées. Ce mélange est préchauffé puis cuit dans un four rotatif à 1450°C, qui constitue le principal poste de consommation énergétique d'une cimenterie.

C'est lors de cette étape que le CO₂ issu du processus de fabrication du ciment est émis : **1/3 des émissions proviennent de l'énergie thermique utilisée dans le four et 2/3 proviennent de la décarbonatation du calcaire qui intervient lorsque le calcaire (CaCO₃) est dissocié en chaux (CaO) et en CO₂.** Une fois le clinker formé, il est refroidi avant d'être stocké.

Le clinker ainsi obtenu est ensuite broyé et mélangé avec d'autres constituants pour former le ciment. Ces constituants varient en fonction des propriétés attendues pour les différents types de ciments. Des co-produits industriels tels que le laitier issu des hauts fourneaux sidérurgiques, les cendres volantes produites par les centrales à charbon ou des éléments naturels comme le calcaire ou la pouzzolane sont ainsi ajoutés au clinker.

La production de ciment peut être réalisée dans des stations de broyage, indépendamment des lieux de production de clinker.

La consommation énergétique (dont l'électricité) du secteur s'est élevée à 15,7 TWh en 2015 (et 15 TWh en 2021). Les combustibles fossiles sont principalement du coke de pétrole, du charbon et du gaz naturel.

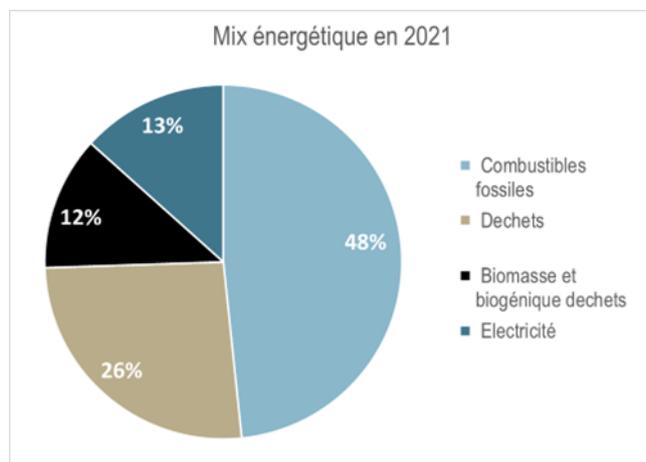


Figure 2-2 - Répartition de la consommation d'énergie de l'industrie cimentière (France Ciment, 2023)

La consommation d'électricité du secteur représente environ 1,9 TWh/an, en particulier pour les opérations de broyage des matières au cru et du clinker.

Le secteur cimentier bénéficie du statut d'industrie électro-intensive, ce qui lui permet d'accéder à des prix de l'électricité compétitifs (grâce à des mécanismes comme l'abattement TURPE). Du fait de leur profil de consommation anticyclique, les sites industriels participent à l'équilibre du système électrique français.

b) Historique des émissions (scopes 1 et 2)

Les émissions de carbone peuvent être décomposées de la manière suivante :

Emissions nettes :

- La décarbonatation : comme expliqué précédemment, ce sont les émissions issues du process de fabrication de clinker (décarbonatation du calcaire). Elles peuvent être considérées comme fatales ;
- Combustibles fossiles : les émissions de carbone libérées par la combustion des énergies fossiles ;
- Déchets non-biomasse : les émissions de carbone libérées par la combustion des déchets qui ne comportent pas de matière organique, ainsi que la fraction non organique de certains déchets ;

Emissions brutes :

Aux émissions nettes, sont rajoutées les émissions suivantes :

- Déchets Biomasse : les émissions de carbone issues des déchets purement biomasse (exemple : farine animale, semences impropres) ainsi que la fraction organique de certains déchets. Ces émissions ne sont pas comptabilisées dans

le périmètre du Système Européen d'Échange de Quotas d'Émissions (SEQE ou ETS).

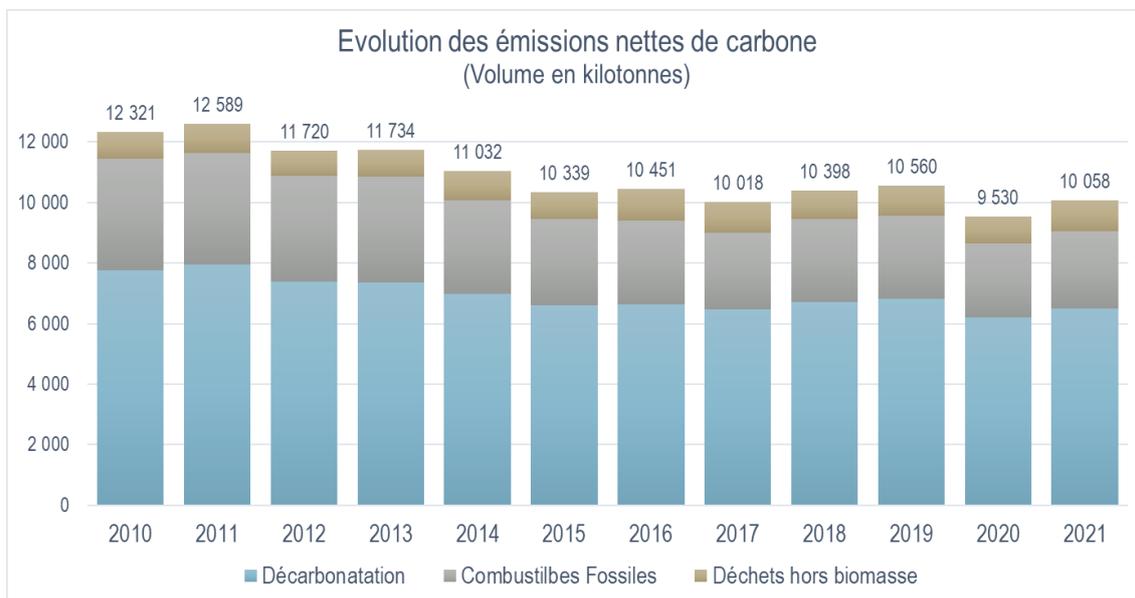


Figure 2-3 - Historique des émissions de CO₂ entre 2010 et 2021 (SECTEN, GEREP, 2022)

Répartition des émissions de CO ₂	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Décarbonation	7 772	7 941	7 376	7 348	6 974	6 607	6 639	6 482	6 700	6 809	6 193	6 489
Combustibles Fossiles	3 674	3 695	3 502	3 508	3 089	2 841	2 756	2 516	2 742	2 747	2 458	2 551
Déchets hors biomasse	876	953	842	879	969	891	1 056	1 020	956	1 004	879	1 018
Total - Emissions nettes	12 321	12 589	11 720	11 734	11 032	10 339	10 451	10 018	10 398	10 560	9 530	10 058

Tableau 2-1 - Evolution des émissions de CO₂ entre 2010 et 2021 (SECTEN, GEREP, 2022)

La courbe montre une évolution irrégulière avec une légère hausse des émissions en 2018 et 2019 suivie d'une baisse puis à nouveau une hausse à la suite de l'année Covid. Ces variations s'expliquent par les niveaux de production du clinker à la suite de variations de consommation ainsi qu'aux dynamiques d'import – export.

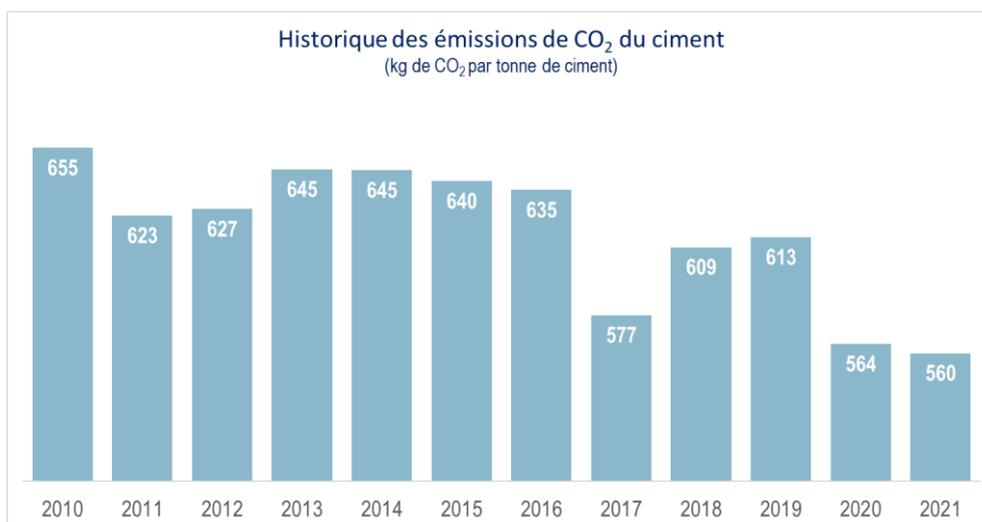


Figure 2-4 - Evolution de l'intensité carbone par tonne de ciment (tCO₂/t)

Les émissions par tonne de ciment connaissent une baisse entre 2015 et 2021. Là encore, le graphique montre une évolution contrastée selon les années, avec un rebond des émissions en 2018 et 2019 suivi d'une baisse pour les années 2020 et 2022. Cette variation est liée d'une part à la variation de la consommation et d'autre part à l'augmentation des importations de clinker. Les exportations demeurent relativement faibles par rapport au niveau de production nationale et portent sur des produits spécifiques¹.

Le graphique ci-dessous, qui montre l'évolution de l'empreinte carbone du secteur, avec une stabilisation des imports de ciment mais une hausse des importations de clinker depuis 2017.

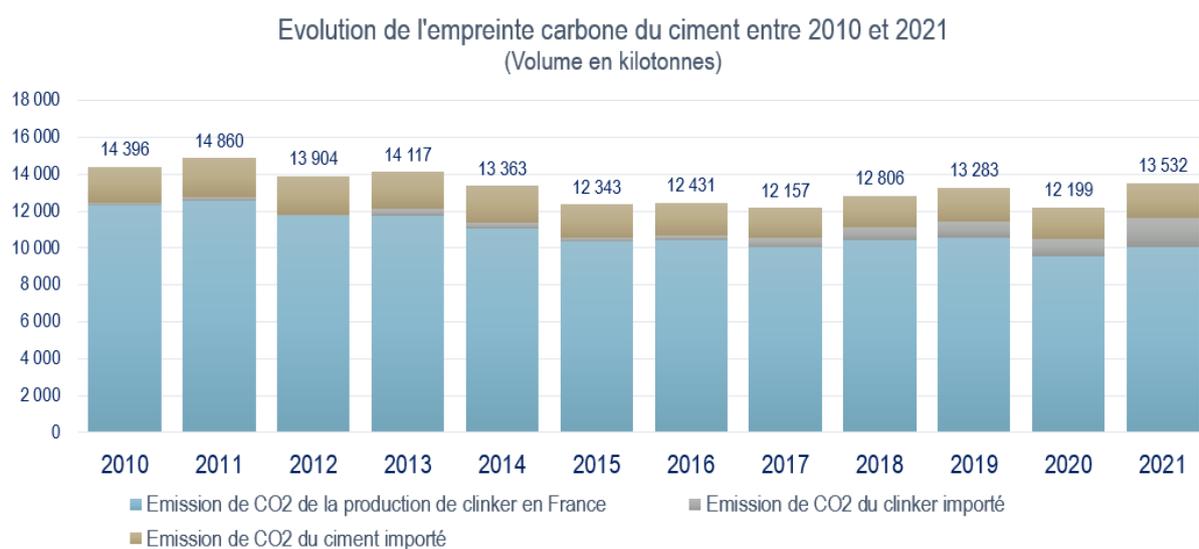


Figure 2-5 - Evolution de l'empreinte carbone du secteur entre 2010 et 2021

La consommation énergétique du secteur nécessaire à la production de chaleur atteint 13,7 TWh en 2015 et 13 TWh en 2021 (hors électricité).

Les combustibles utilisés sont principalement le coke de pétrole et le charbon, ainsi qu'une part croissante de combustibles alternatifs, leur taux d'utilisation passant de 29% en 2011 à 44% en 2021. Cette catégorie comprend notamment les huiles ou solvants usagés, déchets de bois, sciures imprégnées, farines animales, pneus et combustibles solides de récupération (CSR).

La part de coke de pétrole dans le mix thermique des cimenteries tend à diminuer alors que celle de charbon oscille entre 13 et 17% selon les années. Elle devrait être progressivement remplacée par des combustibles alternatifs.

¹ Les règles du secret statistique ne permettent pas de disposer du volume total des exportations du secteur.

Evolution de la répartition combustibles employés pour la production de chaleur entre 2011 et 2021

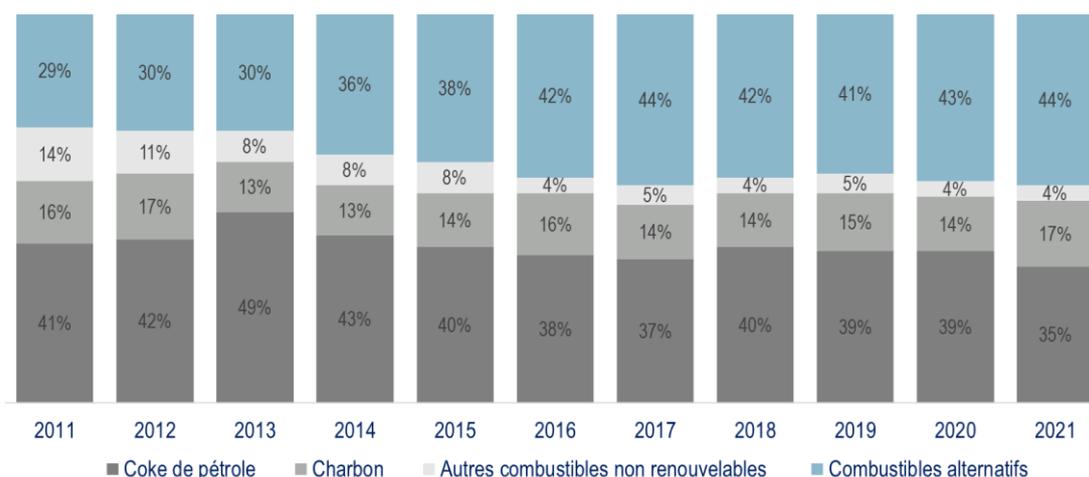


Figure 2-6 - Evolution du mix énergétique de la production de chaleur (France Ciment, 2023)

Par ailleurs, grâce à un mix électrique décarboné, la consommation d'électricité du secteur induit des émissions indirectes relativement faibles. Sur la base du facteur d'émission de l'électricité de l'ADEME² et de la consommation d'électricité de 2019, les émissions indirectes de l'industrie cimentière atteignent 113 629 tonnes en 2021, soit à peine 1,1% des émissions du secteur alors que l'électricité représente 13% de l'apport énergétique.

c) Périmètre des émissions du scope 3

Les autres émissions indirectes (scope 3) issues de la fabrication du ciment proviennent de l'extraction et la production des matériaux utilisés dans le procédé, du transport de ces matériaux, de l'achat de biens et services. La part de ces émissions de scope 3 est nettement inférieure à celle des émissions de scope 1 et n'est donc pas prise en compte dans le cadre de cette feuille de route.

² Base empreinte de l'ADEME (<https://base-empreinte.ademe.fr>). Le facteur d'émissions du mix moyen de l'électricité en France continentale pour l'année 2021 est de 0,0569 kg éq. CO₂/kWh.

3 - Trajectoire de réduction des émissions de la filière

a) Évolution de la production de la filière

Pour construire cette feuille de route, la filière a choisi de se baser sur un scénario d'évolution de la demande tenant compte des contraintes suivantes : la limitation de l'artificialisation des sols (densification de la construction favorisant la proportion de collectif), la baisse de la démographie³ après 2045 et une taille des ménages qui se stabilise en 2050. Le graphique ci-dessous illustre l'évolution de la consommation dans les différents segments de marché considérés.

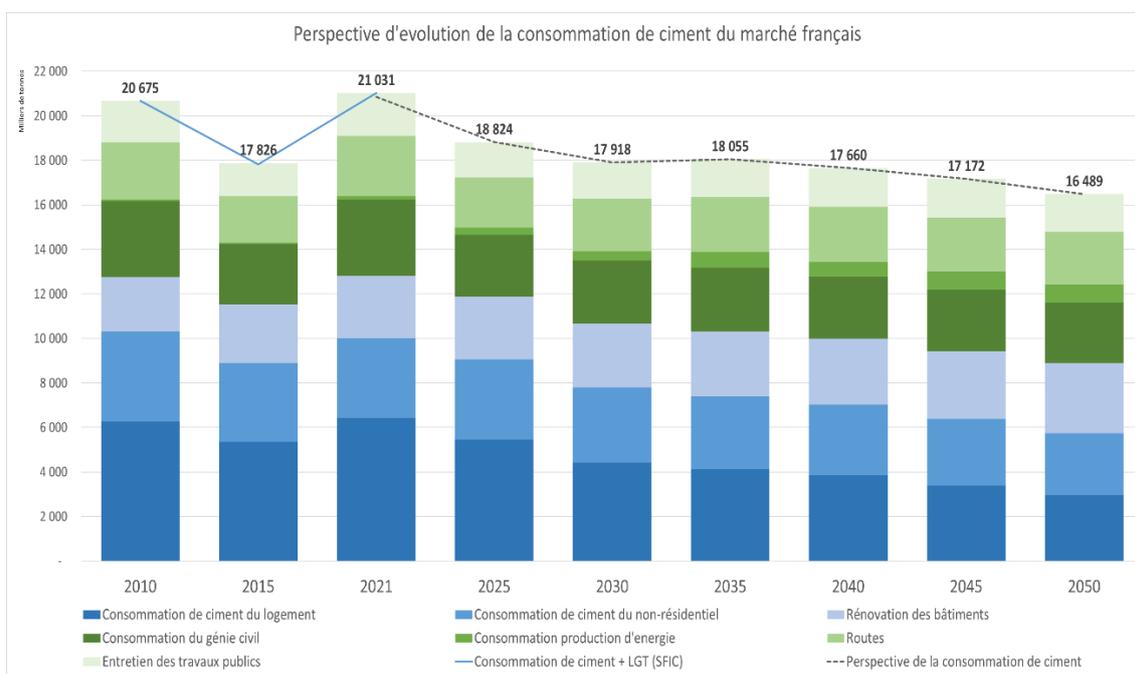


Figure 3-1 - Scénario de la demande en ciment sur le marché français (Estimations France Ciment, 2023)

La filière anticipe une réduction de -22% de la demande de ciment en 2050 par rapport à 2021, soit une baisse de 4,5 millions de tonnes de ciment (et de -7,5% par rapport à 2015).

Pour le secteur du bâtiment, les prévisions reposent sur une baisse de la construction de logements (environ 240 000 logements en 2050 contre une moyenne de 340 000 actuellement) et une baisse de la part de marché des solutions béton dans la partie infrastructure des bâtiments. Pour le secteur non résidentiel, l'évolution est globalement à la baisse, avec toutefois des évolutions différenciées selon les segments. La mise en œuvre progressive de la politique zéro artificialisation des sols nécessitera d'accentuer la densification des zones existantes avec une plus forte

³ Scénario INSEE – Scénario centrale projection de la population 2021-2070

proportion de logements collectifs. Le renouvellement du bâti et dans une moindre mesure la rénovation devraient participer à soutenir la demande.

Dans les travaux publics, le ciment demeure un matériau central pour répondre aux besoins de la transition énergétique (développement des énergies renouvelables et installations nucléaires), de mobilité durable (transports ferroviaires, pistes cyclables, etc.) ainsi qu'aux problématiques de densification des zones urbaines (voirie, réseaux d'assainissement, etc.).

Par ailleurs les besoins de ciment nécessaires au renouvellement et à l'amélioration des infrastructures existantes devraient progresser dans les années à venir. Enfin, avec des événements météorologiques de plus en plus fréquents et intenses, l'adaptation des bâtiments et des infrastructures existantes mobilisera des solutions béton (par exemple, pour le renforcement des fondations face aux phénomènes de retrait et gonflement des sols⁴).

Afin d'isoler les différents facteurs, la baisse des émissions de CO₂ est systématiquement décomposée entre l'effet volume et l'effet des leviers de décarbonation.

b) Leviers de réduction des émissions de GES de la filière

La feuille de route de décarbonation de la filière repose sur les leviers suivants :

- **Levier 1 : poursuite de l'amélioration de l'efficacité énergétique**

Les gisements d'amélioration de l'efficacité énergétique portent sur l'amélioration des procédés :

- Transformation des procédés cimentiers en voie sèche avec tour de préchauffage et précalcinateur ;
- Remplacement des refroidisseurs des fours à clinker par des refroidisseurs dernières technologies ;
- Mise en place de systèmes de récupération de chaleur pour préchauffer la matière avant la cuisson.

Ces actions permettent de réduire la consommation énergétique d'un site à production constante ; le tableau suivant reprend les hypothèses d'évolution de la consommation énergétique moyenne pour le parc industriel cimentier français.

⁴ Selon un recensement du ministère de l'Environnement de 2021, environ 10,4 millions de maisons individuelles sont potentiellement très exposées au phénomène de retrait et gonflement des sols argileux (RGA). Ce phénomène représente le second aléa en volume de dommages matériels causés. Avec l'évolution des épisodes de sécheresse, les dommages devraient plus que doubler dans la décennie suivante.

Objectif : La consommation énergétique d'un site de production passerait ainsi de 3 942 MJ/t de clinker en 2015 à 3600 MJ/t de clinker en 2030 et 3500 MJ/t de clinker en 2050, ce qui correspond à un potentiel de réduction estimé à 321 KT de CO₂ en 2030 et 409 KT de CO₂ en 2050.

Levier 1	2015	2021	2030	2050
Consommation énergétique en MJ/t de clinker	3 942	3 830	3 600	3 500

Tableau 3-1 - Hypothèses d'évolution de la consommation énergétique moyenne

Bien que relativement limitées, ces améliorations des procédés sont indispensables pour mobiliser ensuite d'autres leviers (combustibles issus de déchets, etc.). Le coût peut être particulièrement élevé car il entraîne une modification substantielle du process de production.

- **Levier 2 : augmenter le taux de substitution des combustibles fossiles par des combustibles alternatifs contenant de la biomasse**

Les combustibles fossiles et alternatifs sont utilisés dans le processus de cuisson pour la fabrication du clinker dans les fours de cimenterie. Les combustibles fossiles sont progressivement remplacés par des déchets énergétiques tels que les huiles usagées, des farines animales, des pneus usagés non réutilisables, des résidus de solvants et peintures, ainsi que des combustibles solides de récupération (CSR).

Le secteur a consommé un volume de déchets estimé à 964 Kt en 2015 et 1054 Kt en 2021. Les combustibles de substitution ont représenté 44% de la consommation d'énergie en 2021.

Les hypothèses d'augmentation du taux de substitution des combustibles fossiles par la valorisation des déchets sont les suivantes :

Levier 2	2015	2021	2030	2050
Taux de substitution (part des déchets)	38%	44%	80%	85%

Tableau 3-2 - Hypothèses d'évolution du taux de substitution

Outre l'augmentation de la quantité de déchets traités dans les cimenteries, le secteur cherche à traiter davantage de déchets avec une forte teneur en biomasse afin de réduire les émissions liées à la production de chaleur. Le volume de biomasse consommé a augmenté ces dernières années, passant de 422 Kt en 2015 à 577 Kt en 2021.

	2015	2021	2030	2050
Part biomasse des déchets	49%	52%	53%	60%

Tableau 3-3 - Hypothèses d'évolution de la part biomasse dans les déchets

Objectif : Le volume de déchets devrait représenter 80% de la consommation d'énergie en 2030 et 85% en 2050, soit un volume de 1528 Kt en 2030 et 1649 Kt en 2050. La part

de biomasse dans les déchets devrait atteindre 52,5% en 2030 et 60% en 2050, ce qui représenterait 802 Kt en 2030 et 989 Kt en 2050. Le potentiel de réduction des émissions de CO₂ d'ici 2030 est ainsi estimé à 1400 KT de CO₂ et de 1624 KT de CO₂ en 2050.

- **Levier 3 : réduction de la teneur en clinker**

Les cimentiers utilisent des ajouts depuis de nombreuses années, comme les laitiers, co-produits de la sidérurgie, utilisés depuis plus de 100 ans pour leurs propriétés d'hydraulicité. L'enjeu est d'augmenter la part de ces ajouts, et de diversifier leur source, notamment en augmentant la part d'argiles calcinées et de calcaire dans les ciments, afin de diminuer la teneur en clinker des ciments.

Objectif : La teneur moyenne en clinker des ciments passerait ainsi de 77 % en 2015 à 68 % en 2030 et 62% en 2050 ce qui correspond à un gain de 928 KT de CO₂ en 2030 et 1330 KT de CO₂ en 2050.

Il faut noter que ces valeurs sont des moyennes qui vont recouvrir des réalités différentes en fonction des performances recherchées. Il existe déjà aujourd'hui une large gamme de ciments dont de nombreux produits à très basse teneur en clinker : les Déclarations Environnementales de Produits (DEP) des ciments varient actuellement entre 765kgCO₂/t pour un CEMI et 232kgCO₂/t de ciment pour un CEMIIIC). La majeure partie des produits actuellement commercialisés sera remplacée par de nouveaux produits d'ici 2030, avec de nouvelles références ; cela s'accompagne d'un important travail de recherches et d'études pour préparer la normalisation de ces nouveaux produits.

Levier 3	2015	2021	2030	2050
Teneur en clinker en % (Ratio C/K)	77% (1,32)	75 % (1,33)	68 % (1,47)	62 % (1,61)

Tableau 3-4 - Hypothèses d'évolution de la teneur en clinker

Levier 4 : développement et mise sur le marché des ciments alternatifs

Les ciments alternatifs correspondent à des innovations sur de nouveaux clinkers obtenus avec des températures de cuisson inférieures au clinker actuel et qui peuvent faire appel à d'autres mécanismes de réaction (par exemple, les géopolymères).

Ces technologies sont considérées comme étant de rupture ou émergentes. Elles répondent à des applications spécifiques et n'ont donc pas encore fait l'objet d'un chiffrage détaillé.

Un développement plus rapide qu'anticipé de ces solutions pourrait permettre d'envisager des réductions d'émissions additionnelles pour le secteur.

Ce levier n'a pas été chiffré faute de données disponibles.

Levier 5 : captage, transport et stockage ou utilisation du carbone

Le captage du CO₂ est un levier incontournable pour le ciment en raison des émissions fatales du process cimentier (décarbonation du calcaire, soit les 2/3 des émissions). Cela étant, le captage n'intervient qu'une fois tous les autres leviers déployés.

Le potentiel de réduction des émissions de CO₂ d'ici 2030 est de 2401 KT de CO₂ et de 5816 KT d'ici 2050 (estimation du scénario dit « central »).

c) Objectifs de réduction des émissions de la filière

Différents scénarios, « tendanciel », « central » et « ambitieux », ont été appliqués aux projections de déploiement des capacités de capture de CO₂ :

- Un scénario ambitieux avec des objectifs de réduction des émissions élevés, un accès garanti aux sources d'énergie et aux infrastructures (CCS, hydrogène, électricité, biomasse) ainsi qu'à un soutien public important permettrait d'atteindre une réduction significative de plus de 50% des émissions à horizon 2030. Ce scénario cherche à se rapprocher le plus possible de la neutralité carbone en 2050.
- Un scénario central correspondant aux hypothèses les plus plausibles, c'est-à-dire des objectifs ambitieux mais des contraintes pouvant peser sur l'accès aux sources d'énergie décarbonées et aux infrastructures, ainsi qu'un soutien public moins important que dans le scénario ambitieux. Ce scénario vise une réduction de -50% des émissions à 2030.
- Un scénario tendanciel pouvant se présenter comme la poursuite des efforts de décarbonation tels que présentés dans la première feuille de route de la filière.

Les simulations présentées ci-dessous sont basés sur une synthèse des exercices conduits individuellement par les entreprises par l'intermédiaire d'une collecte de données anonymisée pour respecter les exigences de conformité du secteur.

Scénario ambitieux

Dans le scénario ambitieux, les émissions baissent de plus de -70 % entre 2025 et 2030 pour atteindre la neutralité entre 2040 et 2045 (hors effet demande). Tous les leviers sont déployés au maximum de leurs capacités. Les investissements sont menés le plus tôt possible, puisque la majorité sont effectués avant 2030.

Le déploiement des technologies de captage du CO₂ entraîne une forte augmentation de la consommation d'électricité. Le secteur devra mobiliser 1,3 TWh/an supplémentaires à partir de 2030 et 2,5 TWh/an supplémentaire en 2050, en plus de la consommation électrique classique du process.

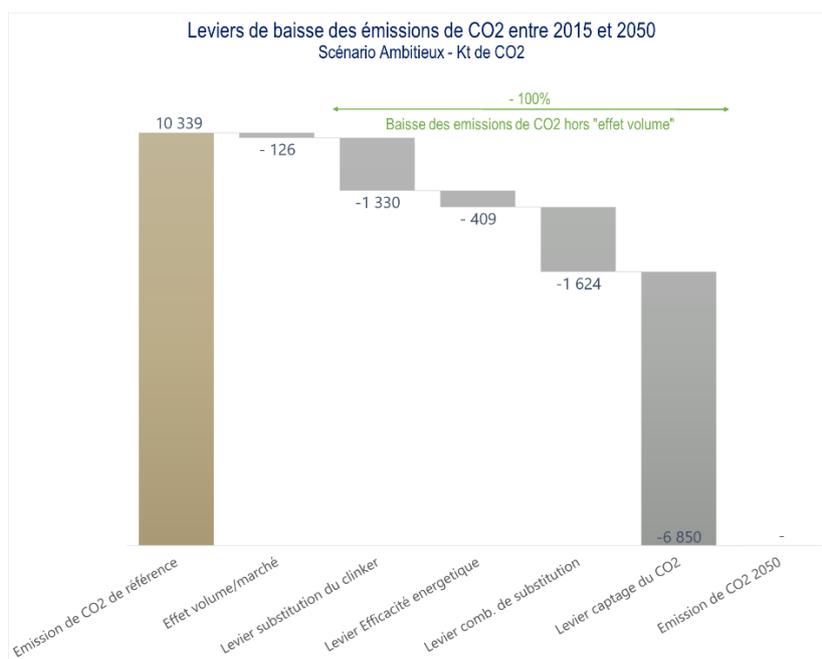


Figure 3-2 - Baisse des émissions de CO₂ entre 2015 et 2050 - Scénario ambitieux

Scénario central

Dans le scénario central, les émissions nettes baissent de plus de -51 % entre 2025 et 2030 pour atteindre -90% en 2050 (hors effet demande). L'ensemble des leviers sont également déployés. Les investissements sont légèrement inférieurs et plus étalés dans le temps par rapport au scénario ambitieux. Le déploiement du captage du carbone s'effectue dès 2030 mais les capacités sont plus échelonnées dans le temps par rapport au scénario précédent.

Le déploiement des technologies de captage du CO₂ entraîne également une augmentation de la consommation d'électricité. Le secteur devra mobiliser 0,7 TWh/an supplémentaires à partir de 2030 et 1,95 TWh/an supplémentaire en 2050, en plus de la consommation pour le process. Les émissions nettes résiduelles en 2050 sont de 1034 KT de CO₂.

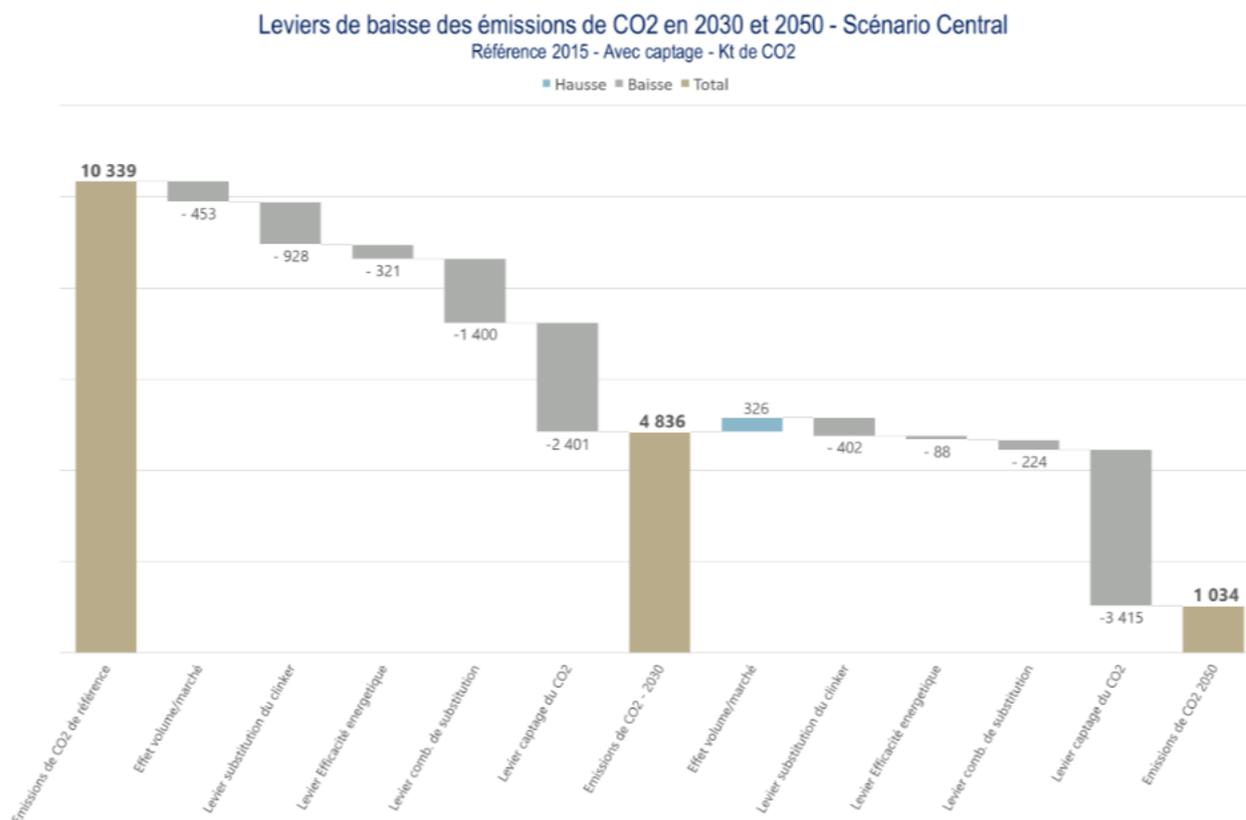


Figure 3-3 - Baisse des émissions de CO₂ entre 2015 et 2050 - Scénario Central

Scénario tendanciel

Dans le scénario tendanciel, les émissions baissent de plus de -33 % en 2030 pour atteindre - 52% en 2050 (hors effet de demande). Le niveau d'investissement dans le captage sont beaucoup plus faibles et échelonné dans le temps par rapport aux deux autres scénarios. Si l'ensemble des leviers sont mobilisés, le niveau de captage reste marginal avant 2030 et n'entraîne pas de réduction significative en 2050.

Le déploiement limité des technologies de captage du CO₂ entraîne une augmentation modérée de la consommation d'électricité. Le secteur devra mobiliser 0,25 TWh/an supplémentaires à partir de 2030 et 0,95 TWh/an supplémentaire en 2050, en plus de la consommation électrique classique du process.

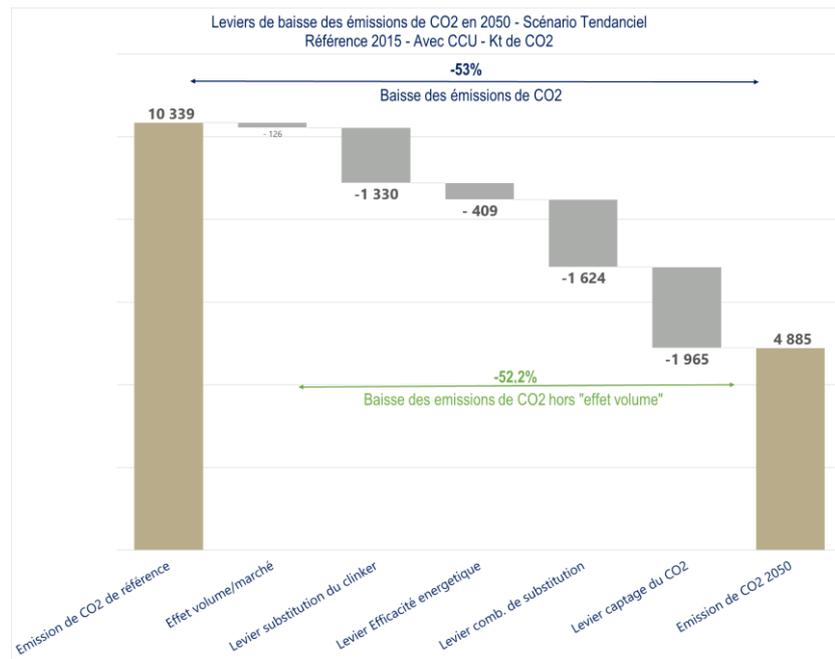


Figure 3-4 - Baisse des émissions de CO₂ entre 2015 et 2050 - Scénario Tendanciel

d) Besoins correspondants

Ces trois scénarios impliquent des besoins supplémentaires en matière de consommation électrique et de biomasse :

- **Infrastructures électriques** : l'augmentation des consommations électriques (doublement de ces consommations à 2050 dans le scénario central) va entraîner d'importants besoins en raccordement au réseau électrique.
- **Hydrogène** : ces paramètres n'ont pas été collectés, l'exercice s'arrêtant au captage du CO₂ sans préjuger de son transport, stockage ou réutilisation.
- **Biomasse** : les besoins de biomasse déchets du secteur vont augmenter de manière significative puisque le secteur, qui a consommé un volume de 577kt de biomasse déchets en 2021, prévoit d'augmenter sa consommation autour 800 Kt en 2030 et 989 Kt en 2050.

e) Impact pressenti du MACF

La mise en œuvre du mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (MACF ou 'CBAM') doit permettre de rétablir une situation de concurrence équitable entre les producteurs de clinker européens et les producteurs de pays tiers qui ne sont pas soumis aux mêmes règles en matière de protection de l'environnement et du climat. Le MACF doit cependant faire preuve de son efficacité face à d'importants risques de contournement du dispositif. Le secteur souligne par exemple le risque que des pays tiers flèchent la part de leur production la moins carbonée vers l'Union européenne, ce qui n'aurait aucun effet sur l'empreinte carbone globale. Il existe également un risque de transbordement de marchandises dans des régions bénéficiant d'exemptions du MACF pour contourner son coût.

Enfin, une solution pour les exports doit rapidement être trouvée afin d'éviter la perte de certains marchés.

En l'absence de mise en œuvre des différents leviers de décarbonation et avec un prix des quotas carbone d'environ 180 €/t⁵ en 2035, le coût carbone qui serait alors supporté par le secteur du fait de la fin des quotas ETS gratuits serait de 1,6 milliards d'euros en 2035⁶ et de 1,5 milliards d'euros en 2050.

⁵ Hypothèse indicative sur le prix du carbone (2023), Direction Générale des Entreprises.

⁶ Sur la base des hypothèses de production et de consommation de la feuille de route.

4 - Projets emblématiques

Projet 1 : Installation d'une nouvelle ligne de cuisson à voie sèche avec précalcinateur (Heidelberg Materials, Airvault)

Ce projet de transformation du site d'Airvault consiste à remplacer les deux lignes de cuisson à voie semi sèche actuelles par une nouvelle ligne à voie sèche avec précalcinateur d'une capacité de 4 000 tonnes/jour, ainsi qu'à moderniser l'atelier de production de ciment. Il représente un investissement de 285 millions d'euros pour Heidelberg Materials.

88% de la consommation thermique du site sera à l'avenir assurée par des combustibles alternatifs en lieu et place de combustibles fossiles tels que le coke ou le charbon. Ces combustibles alternatifs, sourcés en priorité localement, sont notamment constitués de déchets non recyclables. Le volume de déchets consommés sera multiplié par 4 pour dépasser les 200 000 tonnes par an, et la consommation de combustibles solides de récupération sera multipliée par 15, pouvant atteindre jusqu'à 150 000 tonnes par an.

Le projet permettra de réduire la part de clinker dans le ciment. Grâce à lui, l'empreinte carbone du ciment produit sur le site d'Airvault diminuera de 27% par rapport à la production actuelle.

Projet 2 : K6 (Eciom, Lumbres)

Avec le projet K6 d'EQIOM, l'industrie cimentière sera pionnière, en France, de la capture et du stockage géologique de carbone, après avoir été la première à substituer des laitiers de hauts-fourneaux au clinker dans ses ciments.

Ce projet représente une nouvelle stratégie industrielle pour l'usine de Lumbres vers le 'zéro émission' dès 2028. Ambitieux, il s'intègre pleinement dans le tissu industriel des Hauts-de-France à la base du hub CO2 de Dunkerque. Cela témoigne de la capacité de notre industrie à innover et à s'associer à l'échelle régionale à des partenaires divers pour imaginer des solutions de rupture, et d'avenir.

Son impact positif est double : pour le climat et le développement des compétences et de l'emploi industriels en France. Dès 2028, EQIOM produirait le 1er ciment, tendant vers le 'zéro émission' 'made in' France.

Projet 3 : Nouveaux ciments bas carbone à base d'argiles activées (Lafarge, Saint-Pierre-La-Cour)

Dans le cadre de sa dynamique de modernisation des outils industriels et de décarbonation des processus de production, Lafarge France a vu cinq de ses projets récompensés par le Fond décarbonation de France Relance en 2022.

Dans sa cimenterie de Saint-Pierre-la-Cour en Mayenne, Lafarge vient d'inaugurer une ligne de production d'argiles activées, un nouvel ajout décarboné permettant d'abaisser de 50% le poids carbone des ciments.

L'utilisation de l'argile kaolinique présente un triple intérêt : elle nécessite une température plus basse pour sa cuisson (800°C au lieu de 1 400°C pour le clinker) et donc moins de combustible ; elle dégage peu de CO2 contrairement au calcaire qui se décarbonate à 100% ; et elle est largement disponible.

Cette nouvelle installation de la cimenterie de Saint-Pierre-La-Cour a été conçue pour n'émettre quasiment aucun carbone grâce à la réutilisation de la chaleur fatale du four à clinker et à l'utilisation exclusive de combustibles alternatifs non fossiles, majoritairement de biomasse issue de boucles locales d'économie circulaire.

Projet 4 : Projet Argilor (VICAT, Xeuilley)

Le Projet Argilor, en cours de réalisation sur le site de Xeuilley, vise à doter la cimenterie de moyens de production d'argiles activées, à partir d'argiles issues du site et de combustibles essentiellement constitués de déchets des territoires. Ces argiles activées entreront dans la composition de ciments bas carbone proposés par la cimenterie courant 2024.

Le projet permet une décarbonation de l'ordre de 30%.

Les cimenteries par mélange certifiées NF permettent de produire des ciments 'bas carbone' au cœur des territoires, et viennent compléter le réseau des cimenteries productrices de clinker.

Approvisionnés en ciments relativement riches en clinker, ces cimenteries utilisent des ajouts locaux pour réduire la proportion de clinker et produire des ciments bas carbone certifiés. Il faut les prendre en compte dans la trajectoire de décarbonation de l'industrie cimentière.

5 - Le soutien attendu de l'Etat pour la décarbonation de la filière

a) Dispositifs existants

Dans le cadre de France 2030, le Gouvernement a mis en place un soutien ambitieux de 5,6 Md€ consacrés à déployer les solutions de décarbonation sur les sites industriels et l'industrialisation de nouvelles solutions, auxquels s'ajoutent des guichets pour soutenir les projets de recherche et innovation, en particulier des démonstrateurs par le biais du programme des investissements d'avenir PIA4.

La filière mobilisera ces dispositifs pour mettre en œuvre les différents leviers décrits dans cette feuille de route.

b) Identification des freins éventuels et des besoins de soutien de l'Etat

Pour déployer cette feuille de route de décarbonation, le secteur doit investir massivement dans la décennie à venir. L'appui des pouvoirs publics est indispensable pour soutenir cette dynamique et poser les bases d'un environnement stable, que ce soit sur le plan réglementaire, économique ou avec les infrastructures adaptées.

Mesure 1 : Répondre au besoin de doublement de la consommation en électricité décarbonée

La consommation d'électricité du parc de production de ciment est d'environ 1,9 TWh/an (hors sites de broyage). La mise en œuvre du captage de CO₂ va entraîner un doublement de la consommation d'électricité à horizon 2050 :

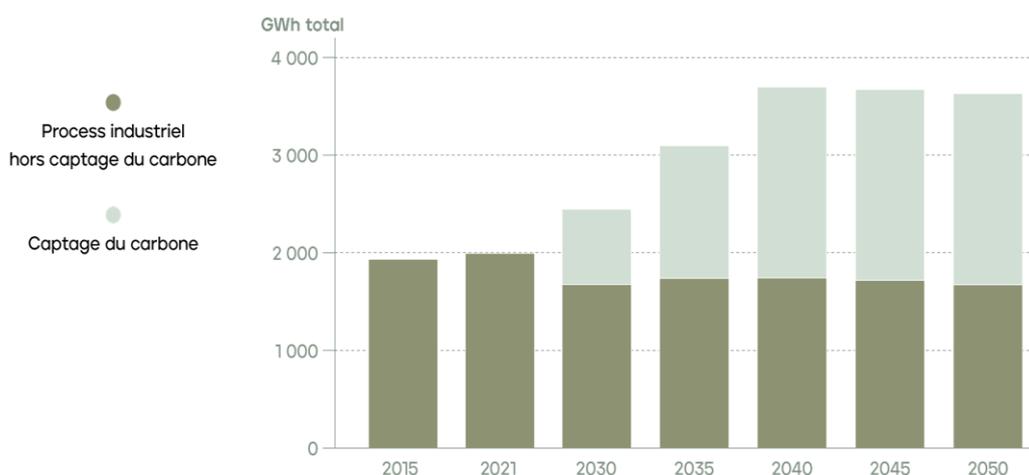


Figure 5-1 - Evolution de la consommation d'électricité entre 2015 et 2020 - Scénario central

Ces besoins supplémentaires ne couvrent que le captage, et pas les besoins liés au transport, stockage ou utilisation, qui n'ont pas fait l'objet de chiffrage.

L'électrification massive des usages dans notre société (véhicule, chauffage, etc.) pose la question du risque de conflit de ressources à court et moyen termes dans un contexte de contrainte sur le développement de l'offre.

Le secteur cimentier dispose d'un capital foncier important notamment grâce à ses carrières, qui peut être mobilisé pour développer des moyens de production renouvelables, notamment en autoconsommation. Pour être pleinement exploité, des adaptations de la réglementation existante sont nécessaires, ainsi que des mécanismes de valorisation plus adaptés au fonctionnement du process cimentier.

- Il apparaît essentiel de, dès à présent, **quantifier et planifier les développements de l'offre électrique dédiés à la production industrielle et au développement de pilotes industriels et commerciaux.**
- Les demandes de **raccordements électriques**, que ce soit pour de nouveaux sites ou des augmentations de puissance peuvent prendre plusieurs années. Il convient donc, de lever ce frein en priorisant les chantiers et en y affectant davantage de ressources.
- **L'autoconsommation** dans l'industrie cimentière doit être favorisée, notamment en :
 - Clarifiant la notion de 'site' dans l'autoconsommation dans le code de l'Energie, dont la définition fait peser une incertitude pour les carrières qui ne sont pas situées à proximité des installations industrielles consommatrices d'électricité, freinant le développement de ce potentiel ;
 - Prenant en considération le cas des sites raccordés au GRT dans la définition de l'autoconsommation collective.

Mesure 2 : Assurer l'accès à une électricité à un prix compétitif sur le long terme

L'absence de visibilité sur les prix de marché de l'électricité, et donc sur la compétitivité des ciments, constitue un frein majeur aux investissements dans la décarbonation.

- La mise en œuvre de « contrat carbone pour différence », en intégrant les risques carbone et électrique, doit permettre de sécuriser les projets de décarbonation et ce sans attendre une éventuelle réforme du Market Design européen.
- Les mécanismes qui pourraient prendre la suite de l'ARENH doivent être disponibles rapidement.
- Le statut électro-intensif du secteur cimentier doit être maintenu.

Mesure 3 : Poursuivre le soutien financier pour la décarbonation

Les investissements sont considérables ; la filière estime un montant d'investissements de 1,7 Mds € pour accélérer la décarbonation des process via les leviers existants (amélioration de l'efficacité énergétique, substitution des combustibles fossiles en

valorisant les déchets non recyclables, réduction de la teneur en clinker des ciments ...) et de 2 à 4 Mds € pour déployer le captage du carbone inhérent à la fabrication du ciment d'ici 2040.

- Le soutien de l'Etat doit se matérialiser par un soutien financier à la R&D, l'industrialisation et le déploiement des technologies de décarbonation. Les outils tels que ceux mis en place dans le cadre de France 2030 doivent être pérennisés.
- Au-delà des dispositifs existants, des guichets dédiés aux projets de capture de CO₂ devront être proposés, avec des enveloppes adaptées permettant le déploiement des projets.

Mesure 4 : Anticiper les besoins en infrastructures pour transporter, stocker, utiliser le carbone

Un cadre législatif et réglementaire cohérent doit accompagner le développement des infrastructures de CO₂ et d'hydrogène nécessaires à la décarbonation :

- L'élaboration d'outils de financement des infrastructures (CO₂, hydrogène) permettant de tendre vers un modèle économiquement tenable pour les entreprises et réussir ainsi le déploiement des technologies de captage, stockage et valorisation de CO₂ (CCUS) ;
- Un cadre régulateur adapté (autorité de régulation, détermination de la rémunération des actifs) ;
- La création d'une réglementation technique et une normalisation adaptée à ces nouveaux enjeux ;
- La levée des incertitudes sur la disponibilité et l'accessibilité des zones de stockage onshore et off-shore, qui limitent l'accès aux possibilités de stockage de CO₂.

Mesure 5 : Accélérer et simplifier les procédures administratives pour mettre en œuvre les projets de décarbonation

Dans le prolongement des actions proposées dans le projet de loi Industrie verte ou dans le 'Net Zero Industry Act' européen, l'accélération du déploiement des projets de décarbonation ou de production d'énergie renouvelables nécessite de repenser le cadre réglementaire des autorisations.

- Le principe d'un guichet unique, combinant les aides tant nationales que européennes aiderait grandement les industries pour soumettre leurs projets, avec un gain de temps et d'efficacité pour toutes les parties prenantes. Les projets d'investissements dans les technologies de décarbonation, que ce soit au niveau national ou européen, doivent en effet répondre à des critères bien spécifiques, dans des formats et avec des échelles de temps différentes.

Cette simplification doit intervenir rapidement sous peine de créer une attente pendant laquelle les autres pays poursuivent leurs avancées.

Mesure 6 : Mettre en place un MACF efficace pour lutter contre les fuites de carbone

L'industrie cimentière salue la mise en œuvre d'un Mécanisme d'Ajustement Carbone aux Frontières de l'UE (MACF). Elle invite cependant les autorités à répondre aux inquiétudes soulevées par l'industrie, et appelle à :

- Développer un système de contrôle et de rapportage robuste pour mesurer les émissions directes et ainsi éviter tout risque de contournement (tels que les risques identifiés de 'resource shuffling' et transbordement) ;
- Proposer une solution pour éviter que les exportations européennes ne soient pénalisées, avec pour conséquence des pertes de marché à l'export pour les entreprises et un impact négatif sur l'empreinte carbone globale.

Mesure 7 : Reconnaître la double valorisation énergétique et matière du procédé cimentier

La filière appelle l'Etat à œuvrer en faveur d'une structuration de la filière de récupération, de tri et de préparation des déchets issus des industries et/ou des collectivités en vue d'une valorisation énergétique et matière par le secteur cimentier :

- Poursuivre le soutien de projets (via France 2030, les dispositifs de l'ADEME), permettant d'augmenter la disponibilité des déchets énergétiques, notamment issus de biomasse et leur utilisation en cimenterie ;
- Interdire le stockage permanent et la mise en décharge de tout déchet pouvant faire l'objet d'une valorisation énergétique.

Mesure 8 : Soutenir les nouveaux ciments « bas carbone »

L'abaissement du taux de clinker dans les ciments est un levier essentiel qui mobilise de nombreux acteurs de la chaîne de valeur de la construction.

- Accélérer le déploiement de ces ciments « bas carbone » via notamment l'utilisation de critères environnementaux et sociaux dans la commande publique (marchés du bâtiment et des travaux publics) ;
- Accompagner la filière dans l'identification de gisements de ressources primaires faiblement carbonées telles que les argiles et pouzzolanes présents sur le sol national et faciliter l'accès du secteur cimentier à ces ressources.
- Assurer un fonctionnement correct du système de normalisation européen dans le cadre de la révision du Règlement produits de construction et ainsi permettre le retour des normes harmonisées européennes, facilitant le déploiement de nouveaux ciments 'bas carbone'.

Mesure 9 : Reconnaître le caractère durable des e-fuels à base de CO₂ au-delà de 2041

Les besoins en carburants de synthèse issus de la valorisation du carbone existent et les technologies de valorisation du carbone méritent d'être explorées.

- La filière demande donc une révision du projet d'Acte délégué pour étendre l'utilisation des RFNBO au-delà de 2041 ;
- La qualification du caractère durable du CO₂ émis doit faire l'objet d'une analyse approfondie, en particulier lorsque les émissions sont fatales comme c'est le cas pour la décarbonation dans le process cimentier et lorsqu'il n'existe aucune autre alternative.

Mesure 10 : Faire émerger de nouveaux modèles pour comptabiliser le carbone

Entre 15 et 20 % du carbone capté au niveau des cimenteries sera du carbone d'origine biogénique. Les technologies de captage de carbone vont donc contribuer à réduire le carbone présent dans l'atmosphère.

- La contribution du stockage du carbone biogénique (« carbon removals ») doit être reconnue et valorisée, que ce soit au niveau des produits, des sites ou des entreprises, et ce pour maximiser l'efficacité des investissements.

Mesure 11 : Anticiper les besoins de formation et compétences

Avec la mise en œuvre des feuilles de route de décarbonation, les métiers de l'industrie évoluent. Il est nécessaire que l'Etat accompagne la filière dans ces transformations en anticipant les besoins en matière d'emploi, de formation et de développement de nouvelles compétences liées au développement des nouvelles technologies.

- Le volet « compétences » de la décarbonation doit être soutenu, aux différents niveaux des formations.

Mesure 12 : Œuvrer pour l'acceptabilité sociétale du CCS

L'acceptabilité sociétale de ces solutions doit être prise en compte afin de préparer dès maintenant leur déploiement. Les citoyens doivent être informés et sensibilisés aux problématiques industrielles de la décarbonation.

- La question du stockage et du transport du carbone doit être abordée sereinement dans le débat public et cette solution valorisée comme un levier essentiel de la décarbonation de nos sociétés.