

## DOMAINE INDUSTRIE

# PASSER AUX COMBUSTIBLES À FAIBLE TENEUR EN CO<sub>2</sub> POUR LES PROCÉDÉS DE L'INDUSTRIE THERMIQUE HAUTE TEMPÉRATURE

Production directe de chaleur par combustion de biomasse solide et CSR (Combustibles Solides de Récupération) dans les fours (de 300° à plus de 1000°C)

“ **L'utilisation de combustibles alternatifs n'est pas adaptée à tous les sites industriels.** Assurer une décarbonation en profondeur de l'industrie nécessite la mise en place de mesures complémentaires : utilisation d'autres procédés de production de chaleur décarbonée (solaire thermique, biogaz, hydrogène, géothermie, pompes à chaleur dans une logique de réseaux de chaleur appliquée aux sites industriels) et modification des procédés industriels via l'utilisation de technologies de rupture.

**01** La décarbonation de la chaleur industrielle est une brique fondamentale de la décarbonation plus générale de l'industrie

**Certains secteurs industriels (ciment, acier, aluminium, ammoniac, chlore, éthylène, papier-carton, sucre et verre) nécessitent une chaleur très élevée** pour leurs processus industriels (de 300° à plus de 1000°C). L'électrification de la production de chaleur atteint ses limites à de telles températures.

**Une des solutions clés pour produire de la chaleur industrielle décarbonée est le passage des combustibles fossiles à des combustibles alternatifs** de type déchets et biomasse (bois énergie dont plaquettes, déchets de bois et granulés, sous-produits agricoles et industriels, pneus, etc.).

**03** Le cadre réglementaire de plus en plus strict et la compétition sur les intrants de qualité entre les différents usages complexifient le recours aux combustibles alternatifs

**La réglementation est de plus en plus stricte** quant à l'origine et à la qualité des intrants, ce qui réduit le gisement et augmente le coût des ressources.

**Certaines ressources sont en tension**, notamment le bois-énergie. La filière bois-forêt fait l'objet de conflits d'usage dans un contexte de préservation du puits de carbone naturel et de renouvellement des forêts.

**La chaleur n'est pas la valorisation prioritaire de la biomasse** (priorité aux usages alimentaires, biofertilisants, matériaux et carburants liquides entre autres).

**02** L'utilisation de combustibles alternatifs est très dépendante de la disponibilité de gisements d'intrants en quantité et qualité suffisantes et de la logistique d'approvisionnement

**Les industries doivent fixer des objectifs ambitieux concernant le mix thermique** et spécifiques à chaque secteur.

**Elles doivent ensuite sécuriser leurs approvisionnements en intrants (biomasse et Combustibles Solides de Récupération (CSR))** via la structuration d'écosystèmes d'acteurs au niveau territorial. Il faut pouvoir estimer les ressources disponibles, regrouper les différents acteurs régionaux et arbitrer entre les différents usages possibles pour les intrants.

**04** La structuration des réseaux locaux est primordiale pour garantir un approvisionnement stable et de qualité dans un contexte de tension croissante sur les intrants

**Il faut sélectionner le type d'intrant le plus approprié et le moins critique** (fort potentiel CSR), tout en accélérant le développement des technologies de collecte et traitement des déchets pour augmenter la taille du gisement.

**L'enjeu consiste ensuite à structurer la filière au niveau régional et d'établir des partenariats entre fournisseurs et industriels** : analyses territoriales pour mobiliser les ressources disponibles, regroupement des acteurs régionaux, mise en place de partenariats à long terme pour maîtriser les prix (voire intégration de la fourniture d'intrants par l'industrie dès que possible).

# LE PASSAGE DES COMBUSTIBLES FOSSILES À DES COMBUSTIBLES ALTERNATIFS DE TYPE DÉCHETS ET BIOMASSE EST FONDAMENTAL POUR DÉCARBONER LA PRODUCTION DE CHALEUR INDUSTRIELLE

## Périmètre technologique

**Description :** L'industrie française est responsable de 19% des émissions de GES en France(6). Sa décarbonation est donc primordiale dans la lutte contre le réchauffement climatique. L'un des enjeux principaux concerne la décarbonation de la chaleur industrielle.

Plusieurs industries nécessitent une chaleur élevée, comprise entre 300 et 1500°C : sidérurgie, chimie, papier-carton, agroalimentaire (industrie sucrière), verre et céramique, cimenterie, métallurgie, machinerie, bois et textiles. La chaleur mobilisée est alors supérieure à celle délivrée par les pompes à chaleur (jusqu'à 160°C).

La substitution des intrants fossiles (coke de pétrole, charbon, fuel) est donc nécessaire. La chaleur bas carbone peut être produite par la combustion de la biomasse solide ou des CSR ou bien par différents autres procédés (solaire thermique, biogaz, hydrogène, géothermie, pompes à chaleur) (cf. fiche réseaux de chaleur / PAC).

*N.B. Cette fiche se focalise sur la production directe de la chaleur par combustion à partir de biomasse solide et CSR.*

### Maturité technologique

**Stade :** Commercialisation à grande échelle  
**Production de chaleur décarbonée :**

- Biomasse solide (TRL 9)
- Combustibles solides de récupération (CSR) (TRL 9)
- Chaleur de récupération (TRL 9)
- Solaire thermique (TRL 9)
- Biogaz (TRL 4-9)
- Géothermie (TRL 5-9)
- Pompes à chaleur (PAC) (TRL 9)

**Réseau de distribution :** tuyauterie et différents types de poses (TRL 9), fluides caloporteurs (TRL 9)

## FOCUS FRANCE

- **Engagement politique** des objectifs globaux de décarbonation pour l'industrie qui ne ciblent pas spécifiquement les industries les plus émettrices ni la production de chaleur  
**La PPE fixe des objectifs de réduction de la consommation d'énergie finale dans le secteur de l'industrie pour atteindre 269 TWh de consommation d'énergie finale en 2028 par rapport à 319 TWh en 2016.** Ces objectifs concernent l'industrie manufacturière, y compris agroalimentaire, et la construction. Il n'y a pas d'objectifs spécifiques à l'industrie haute température<sup>(1)</sup>. **Par comparaison, la consommation énergétique finale de l'industrie s'élève à 302 TWh en 2020<sup>(3)</sup>.** L'usage de combustibles représente 2/3 de ces consommations, principalement pour alimenter des fours<sup>(4)</sup>.  
**La PPE fixe également un objectif d'augmentation de la production de chaleur à partir de la biomasse entre 157 et 169 TWh d'ici 2028 (PPE)** (par rapport à 145 TWh pour 2023<sup>(1)</sup>). Elle ne fixe cependant pas d'objectif quantitatif de production d'énergie à partir de déchets.
- **Acceptabilité :** une décarbonation de l'industrie attendue pour compléter les efforts de décarbonation des autres secteurs  
**Pas de problème d'acceptabilité spécifique aux combustibles alternatifs.** Problème déjà existant de fumées lié à la combustion.
- **Compétences & savoir-faire :** une maîtrise française de la production directe de chaleur par combustion  
**La production de chaleur par combustion** suscite peu de problèmes en matière de compétences ou de savoir-faire.
- **Réseau existant de partenaires :** des réseaux existants sur la valorisation des déchets et du bois-énergie qu'il convient de mailler aux industriels  
**La FNADE, la FEDEREC et le SNEFID sont les trois principales organisations professionnelles** dans le domaine de la gestion globale des déchets : collecte, valorisation, transformation et recyclage des déchets.

Comité interprofessionnel du bois-énergie (CIBE) pour la filière bois-énergie.

- **Structuration macro de la chaîne de valeur et du territoire :** des acteurs implantés dans les régions sur toute la chaîne de valeur, qui doivent s'organiser en réseaux structurés pour assurer un accès durable aux intrants alternatifs pour les industriels  
**Structuration de la filière bois-énergie** encore fragile qui doit s'organiser à l'échelle des régions.
- **Voies de commercialisation :** un soutien financier étatique important ciblé sur la production de chaleur qui doit répondre à des objectifs ambitieux concernant le mix thermique des différentes industries  
**La filière biomasse collectif/industrie affiche aujourd'hui un retard par rapport à l'objectif 2023 de la PPE. L'Etat doit à la fois soutenir les projets de décarbonation de la chaleur industrielle** (appels à projets, fonds chaleur), mais surtout encourager les industries les plus émettrices à décarboner leur production de chaleur. **Il doit fixer des objectifs ambitieux en termes de mix thermique** spécifiques à chaque industrie pour répondre à leurs enjeux de décarbonation singuliers (feuille de route de décarbonation sectorielles en cours de publication, élaborées par les représentants des secteurs économiques et co-construites avec les pouvoirs publics).
- **Leviers de déploiement et voies d'industrialisation :** sécuriser les approvisionnements en intrants (biomasse et CSR) via la structuration d'écosystèmes d'acteurs au niveau territorial  
**Deux des enjeux principaux du déploiement** intensif de chaufferies biomasse et CSR dans les secteurs industriels concernent **la disponibilité des intrants et la compétition sur l'approvisionnement (particulièrement en ce qui concerne le bois-énergie).** Il faut pouvoir estimer les ressources disponibles, regrouper les différents acteurs régionaux et arbitrer entre les différents usages possibles pour les intrants, afin de sécuriser un approvisionnement stable et de qualité à long terme pour les industriels.

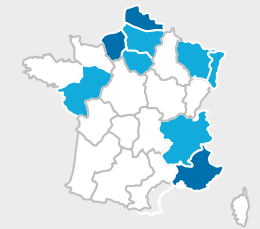
## Exemple du mix thermique de la filière ciment à horizon 2030

**18% de biomasse**, 27% de combustibles alternatifs part biogénique (pneus, plastiques, CSR), 50% de combustibles alternatifs part fossile (solvants, huiles usagées de moteur) et 5% de combustibles fossiles pour les usines de référence en voie sèche avec précalcinateur<sup>(2)</sup>

**Aujourd'hui, les combustibles fossiles constituent entre 55 et 80% du mix thermique** de la filière ciment selon le type de combustion.

## Zones d'implantation privilégiées

**Les régions où se trouvent les industriels les plus émetteurs sont à privilégier** pour le passage aux combustibles alternatifs (sites industriels regroupés sur quelques plaques d'industrie lourde : Fos, Dunkerque, Le Havre, Feyzin, Saint-Nazaire)<sup>(5)</sup>.



Régions qui regroupent les industriels les plus émetteurs de CO<sub>2</sub>

Bassins industriels fortement émetteurs

# LE REGROUPEMENT DES INDUSTRIELS ET DES FOURNISSEURS D'INTRANTS (BOIS-ÉNERGIES, DÉCHETS, CSR) S'INSCRIT DANS UNE DYNAMIQUE LOCALE

## ÉVALUATION DE L'ÉCOSYSTÈME

L'écosystème autour de l'utilisation de combustibles à faible teneur en CO2 dans l'industrie haute température est composé de nombreux acteurs français répartis sur l'ensemble du territoire, qu'ils soient des fournisseurs d'intrants (acteurs de la foresterie, des déchets et de production de combustibles solides de récupération) ou des usagers (industriels des secteurs particulièrement consommateurs d'énergie).

Les usagers, regroupés pour certains dans plusieurs bassins industriels très émetteurs, font face à une problématique d'approvisionnement stable et de qualité en intrants alternatifs pour décarboner leur production de chaleur. L'enjeu est donc de **structurer ce réseau d'acteurs pour sécuriser** l'approvisionnement de ces intrants.

Fournisseurs d'intrants : acteurs de la foresterie et des déchets			Usagers : industriels énérgo-intensifs
Bois Énergie	Déchets	CSR	
<p>Les acteurs de la filière bois-énergie sont nombreux et répartis sur l'ensemble du territoire. La structuration de la filière doit se consolider à l'échelle des régions.</p>	<p>Les collectivités organisent la collecte des déchets qui sont ensuite acheminés vers des centres de traitement et de valorisation. Les prestataires de déchets sont donc organisés par région avec plusieurs réseaux d'économie circulaire territoriaux. De nombreux éco-organismes agréés par l'État s'occupent également de valoriser des déchets qui peuvent ensuite être utilisés comme combustibles par les industriels (pneus).</p>	<p>Certaines entreprises se spécialisent dans la production de combustibles solides de récupération à destination de la production de chaleur par combustion.</p>	<p>Les principaux secteurs concernés sont l'acier, l'aluminium, le ciment, l'ammoniac, le chlore, l'éthylène, le papier-carton, le sucre et le verre.</p> <p>Les enjeux de décarbonation pour ces industriels sont très forts, en particulier pour les secteurs de la chimie, métallurgie, et des matériaux qui représentent à eux trois 72% des émissions industrielles.</p>
<p><b>Gestionnaires de la forêt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ONF (FR)</li> </ul> <p><b>Producteurs / fournisseurs de combustibles bois</b> : nombreuses structures implantées sur tout le territoire ayant une activité significative dans l'approvisionnement des chaufferies collectives et industrielles</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bois et forêts de l'Est</li> <li>Agence Forestarn</li> <li>Sibuet environnement</li> <li>....</li> </ul>	<p><b>Grands groupes de recyclage et de valorisation des déchets</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Veolia</li> <li>Suez groupe</li> <li>Paprec Group</li> <li>Derichebourg</li> </ul> <p><b>Eco-organisme de valorisation des déchets (sous-produits industriels)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ALIAPUR (éco-organisme de collecte et recyclage de pneus usagés (47 millions de pneus par an))</li> <li>CITEO (éco-organisme de recyclage des emballages ménagers et des papiers graphiques)</li> </ul> <p><b>Centres de traitement des déchets régionaux :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Syctom (centre de traitement Ile-de-France)</li> <li>Chimirec (collecte et traitement des déchets)</li> <li>Réseau CollECTif (économie circulaire de la région Grand Est)</li> <li>Réseau Eclaira (économie circulaire en Auvergne-Rhône-Alpes)</li> </ul>	<p><b>Entreprises de production de CSR en France</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Praxy (plus de 90 plateformes en France)</li> <li>Paprec Group</li> <li>Derichebourg</li> </ul> <p>Atlas des producteurs francophones de CSR recense 48 producteurs en France, dont des acteurs régionaux de taille modérée.</p>	<p><b>Grands groupes industriels avec des sites en France</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ArcelorMittal (IN, acier)</li> <li>Aubert &amp; Duval (acier)</li> <li>Vicat (ciment)</li> <li>Imerys Aluminates (ciment)</li> <li>Aluminium Dunkerque (UK, aluminium)</li> <li>Yara (NO, ammoniac)</li> <li>Saïca papers (ES, papier-carton)</li> </ul> <p><b>Industriels de plus petite taille</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ecocem (ciment)</li> <li>Hoffmann Green (ciment)</li> <li>JPS Granulats (béton)</li> <li>Acéries de Bonpertuis (acier)</li> <li>ALR Acéries et Laminiers de Rives (acier)</li> <li>GraviHy (acier)</li> </ul>

Cimenterie Vicat - Projet METEOR : augmentation de la part des combustibles de substitution à 95% (8)

Parties prenantes	Cimenterie de Montalieu de Vicat (produit 7% du ciment français)
Localisation	Montalieu (38) – Auvergne-Rhône-Alpes
Jalons	Lauréat de l'appel à projets en mai 2021
Chiffres clés	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consommation annuelle de plus de 30 000 tonnes de charbon (30% des besoins annuels) remplacées par des CSR à forte teneur en biomasse provenant du territoire rhônalpin</li> <li>34 900 tonnes de CO2 évitées annuellement (réduction de 5 % des émissions du site)</li> </ul>
Sources de financement	Investissements privés et lauréat de l'appel à projets en soutien à la décarbonation de l'industrie (France Relance)

SAICA PAPER - Centrale biomasse de 42,6 MW en substitution du gaz (8)

Parties prenantes	Groupe SAICA, leader européen de l'emballage recyclé (2ème place pour la production de papier pour ondulé)
Localisation	Nogent sur Seine (10)
Jalons	Lauréat de l'appel à projets en mai 2021
Chiffres clés	<ul style="list-style-type: none"> <li>Usine avec une capacité de production de 280 000 tonnes de papier par an</li> <li>Substitution de 99,2% de la consommation de gaz du site</li> <li>49 950 tonnes de CO2 d'origine fossile évitées par an</li> </ul>
Sources de financement	Investissements privés et lauréat de l'appel à projets en soutien à la décarbonation de l'industrie (France Relance)

# EVALUATION DU POTENTIEL FRANÇAIS

## Positionnement de la France : une industrie française particulièrement émettrice de GES au sein de l'Union européenne qui a donc des enjeux de décarbonation importants

Pour atteindre les objectifs de neutralité carbone en 2050, l'industrie française doit réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 35 % d'ici 2030, soit 26- Mt/an. Au niveau européen, la France est le 2<sup>ème</sup> plus gros émetteur de GES en 2020 derrière l'Allemagne (comparaison pour les procédés industriels qui représentent seulement une partie des émissions de l'industrie : 40 188,67 Mt CO2eq pour les procédés industriels français contre 55 472,72 pour l'Allemagne, loin devant le Royaume Uni qui est en 3<sup>ème</sup> position à 34 368,08 Mt CO2eq).

**Potentiel de décarbonation** : un potentiel de décarbonation important concernant la substitution des intrants fossiles

### Émissions CO2 évitées :

- **Etat des lieux** : France Relance permet d'éviter 2,8 Mt CO2eq par an pour 141 projets lauréats, dont plus 1,1 Mt CO2eq dues à la combustion des énergies fossiles. En comparaison, l'industrie française a émis 79 Mt CO2eq en 2019 (émissions liées aux procédés industriels, consommation de combustibles et autres). Certains intrants ont des parts fossiles plus importantes que d'autres (solvants, huiles usagées de moteur plus émetteurs que pneus, plastiques, CSR, plus émetteurs que biomasse).
- **Prévisions 2030** : 3,51 Mt CO2 évitées (analyse Capgemini).

**Potentiel de création de valeur** : produire la chaleur à partir de ressources renouvelables disponibles en France favorise la création d'emplois

### PIB - valeur du marché généré :

- *Non déterminé*

### Emplois générés :

- Avec 52 800 emplois directs et indirects, la filière bois-énergie génère 3 à 4 fois plus d'emplois en France que les énergies fossiles.<sup>(13)</sup>
- Le recyclage crée en moyenne 115 emplois pour 10 000 tonnes de déchets traités par an, soit 50 fois plus que l'élimination (estimation ONG Gaïa).

## Potentiel d'accroissement de la souveraineté énergétique et industrielle de la France : une souveraineté énergétique qui risquerait d'être fragilisée en cas de tensions sur l'approvisionnement en intrants biomasse et CSR

### Criticité des ressources majeures<sup>(14)</sup> :



Ressource	Criticité	Problématique (si criticité forte ou modérée)
Bois-énergie : bois-forêt et bois hors-forêt (plaquettes forestières, plaquettes bocagères ou agroforestières, plaquettes paysagères ligneuses et déchets verts, connexes des industries du bois, bois d'emballages, déchet de bois, granulés)	Modérée	La criticité de la ressource bois-énergie tient à sa disponibilité. La filière bois-forêt est sous tension en raison du taux élevé des exportations, des conflits d'usage entre la valorisation matière et énergie et du niveau de prélèvement contraint par la préservation du puits de carbone naturel et le renouvellement des forêts. La mobilisation du bois hors forêt tend à baisser le niveau de criticité de la ressource puisque son intégration augmente le gisement disponible de façon significative.
Sous-produits agricoles (poussières de céréales, la paille, le marc de raisin / café)	Faible	
Sous-produits industriels (solvants, pneus, etc.)	Faible	
Combustibles solides de récupération (CSR) (préparés à partir de déchets non dangereux solides de façon à permettre une valorisation énergétique performante en chaleur)	Faible	La qualité du CSR dépend des déchets entrants et du procédé de préparation. A court terme, cette ressource n'est pas critique (en 2017, 200 kt de CSR sur 800 ne trouvent pas de débouchés), mais son approvisionnement de qualité peut l'être. A horizon 2050, l'efficacité des politiques de prévention et de valorisation des déchets entraînera une tension sur la quantité de CSR disponible.

### Potentiel de circularité

- **Produire du CSR en étant un maillon complémentaire au recyclage**, dans une logique d'optimisation des ressources. Cela représente un complément d'activité pour les centres de tri, générateur d'emplois.
- **Améliorer la performance de la filière de recyclage pour permettre des prix compétitifs** et exploiter, autant que possible, les déchets non valorisés. La filière de recyclage devra faciliter la traçabilité des flux.

**Provenance de la technologie** : technologie de production directe de chaleur par combustion **maîtrisée en France**.

# LE CADRE RÉGLEMENTAIRE DE PLUS EN PLUS STRICT ET LA COMPÉTITION SUR LES INTRANTS DE QUALITÉ ENTRE LES DIFFÉRENTS USAGERS COMPLEXIFIENT LE RECOURS AUX COMBUSTIBLES ALTERNATIFS

## Cadre public de déploiement

### Engagement politique : des objectifs globaux de décarbonation pour l'industrie qui ne ciblent pas spécifiquement les industries les plus émettrices ni la production de chaleur

- La PPE fixe des objectifs de réduction de la consommation d'énergie finale dans le secteur de l'industrie pour atteindre 269

TWh de consommation d'énergie finale en 2028 par rapport à 319 TWh en 2016<sup>(1)</sup>. Ces objectifs sont communs à toutes les filières industrielles, il n'y a pas d'objectifs spécifiques aux industries ayant des besoins de chaleur supérieurs à 300°C.

### Engagement politique : des objectifs globaux de décarbonation pour l'industrie qui ne ciblent pas spécifiquement les industries les plus émettrices ni la production de chaleur

- France 2030** : 5 milliards d'euros pour la décarbonation de l'industrie et de la production d'intrants<sup>(10)</sup> (dont 1 milliard d'euros pour le déploiement de solutions plus matures, notamment la chaleur bas carbone et l'efficacité énergétique).
  - Appel à projets « Industrie Zéro Fossile » lancé le 29/04/22 (150 millions d'euros du plan France 2030) avec Volet 1 (BCIAT, Chaleur Bas Carbone par conversion à la biomasse)<sup>(12)</sup>
- France Relance (décembre 2021)**<sup>(15)</sup> : 1,2 milliard d'euros ont été alloués à l'ADEME pour la décarbonation de l'industrie. Ces aides visent à réduire les émissions de CO2. Aide aux Capex et compensation de l'écart de coût entre fossile et biomasse sur 15 ans.
  - Appel à projets Biomasse Chaleur Industrie Agriculture et Tertiaire (BCIAT) pour la chaleur biomasse, clôturé en octobre 2021<sup>(16)</sup>.
  - Appel à projets Energie CSR 2021 opéré par l'ADEME, clôturé en 2021
- Fonds Chaleur opéré par l'ADEME** qui accompagne le développement des installations de production de chaleur renouvelable et de récupération et la distribution via les réseaux de chaleur urbains. Ce fonds a permis l'émergence de chaufferies biomasse industrielles.
- Programme et dispositif de labellisation Économie Circulaire** géré par l'ADEME.
- Appels d'offres de la Commission de régulation de l'énergie (CRE)** pour la cogénération biomasse, notamment dans l'industrie calo-intensive.
- TVA réduite à 5,5 % pour les réseaux de chaleur alimentés** avec un minimum de 50 % de biomasse, de géothermie, d'énergie solaire thermique, de déchets ou d'énergie de récupération.

### Cadre législatif et réglementaire : un cadre réglementaire qui doit inciter les industries à se décarboner tout en les protégeant d'une concurrence internationale déloyale

#### Etat des lieux

L'article 301 de la loi « Climat et Résilience » a instauré pour toutes les filières et secteurs émissifs l'obligation d'établir des feuilles de routes de décarbonation ;

Au niveau européen, 4<sup>ème</sup> phase du marché européen du carbone qui a largement baissé les allocations gratuites de quotas d'émissions<sup>(17)</sup>. Révision du système d'échange de quotas d'émissions (SEQUE) et introduction d'un mécanisme d'Ajustement Carbone aux Frontières (MACF) prévu pour 2023 (mise en œuvre progressive), qui vise à concilier décarbonation et maintien de la compétitivité des secteurs concernés (tarification du carbone appliquée aux importateurs de produits inclus dans le SEQUE).

#### Analyse d'écart entre les besoins et les mesures

Volonté de la France de fixer un prix plancher du carbone dans le cadre européen.

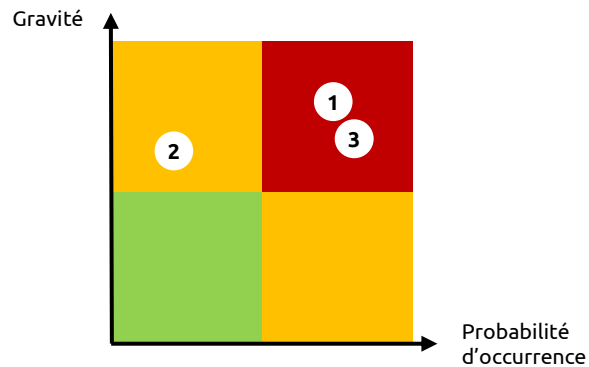
## Barrières au déploiement

	Faible	Forte	
Approvisionnement (matériaux et technologie)	● ● ● ● ●	● ● ● ● ●	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Problème de disponibilité et d'approvisionnement des intrants :</b></li> <li><b>Mobilisation de la biomasse</b> qui doit se faire dans le respect de pratiques soutenables, en contradiction avec une forte demande.</li> <li><b>Usages multiples des intrants à arbitrer.</b> La chaleur n'est pas la valorisation prioritaire de la biomasse (priorité aux usages alimentaires, puis biofertilisants, puis matériaux, puis molécules, puis carburants liquides, puis gaz, puis chaleur, puis électricité)<sup>(1)</sup>. Approvisionnement qui suscite les mêmes besoins en matière (qualité, fiabilité et durabilité) que sur les marchés énergétiques traditionnels. Il faut maîtriser son approvisionnement afin de garantir une qualité de combustible stable dans le temps.</li> <li><b>Qualité de la biomasse</b> qui peut diminuer si la logistique n'est pas appropriée (circuit d'approvisionnement trop long, humidité trop élevée des intrants). La qualité des intrants devient de plus en plus contraignante (risque d'explosion).</li> <li><b>Qualité variable du CSR</b> en fonction du lieu de valorisation (contrôle sortie crucial). Anticipation d'une tension sur les déchets comme source de matière ou d'énergie : raréfaction des ressources à horizon 2050.</li> </ul>
Capacité de développement et infrastructures	● ● ● ● ●	● ● ● ● ●	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>L'usage de combustibles alternatifs n'est pas adapté à tous les sites industriels</b> (organisation complexe pour les gros sites industriels avec de très forts besoins en chaleur, approvisionnement local indispensable, etc.).</li> <li><b>Filière biomasse qui affiche un retard par rapport à l'objectif 2023</b>, notamment dans les secteurs collectif et industriel où la biomasse n'a pas progressé comme attendu du fait de la baisse du prix du gaz. Réorganisations territoriales et contexte électoral qui ont rendu plus difficile la concrétisation des projets.</li> <li><b>Potentiel important de déchets enfouis qui pourraient être retraités en CSR</b> (objectif de réduction de 50 % des déchets enfouis d'ici 2025).</li> </ul>
Compétences	● ● ● ● ●	● ● ● ● ●	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Pas de freins notables</b> en termes de compétences.</li> </ul>
Économiques	● ● ● ● ●	● ● ● ● ●	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Cycles d'investissements longs pour les industries énérgo-intensives</b> afin de permettre leur amortissement, qui peuvent limiter de nouveaux investissements.</li> <li><b>Concurrence avec le prix des énergies fossiles</b> : la baisse durable des prix du gaz a freiné le développement de la biomasse dans les années 2015.</li> </ul>
Financières	● ● ● ● ●	● ● ● ● ●	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Pas de barrière majeure à court terme du fait de nombreux appels à projets</b> pour soutenir la décarbonation de la production de chaleur pour l'industrie.</li> </ul>
Acceptabilité	● ● ● ● ●	● ● ● ● ●	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Pas de frein bloquant</b> en termes d'acceptabilité</li> </ul>
Législatives et réglementaires	● ● ● ● ●	● ● ● ● ●	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Réglementation de plus en plus stricte sur l'origine et la qualité des intrants</b>, ce qui réduit le gisement et augmente le coût des ressources.</li> <li><b>Besoin de visibilité sur le long terme</b>, en particulier sur l'évolution des conditions économiques, fiscales et réglementaires.</li> </ul>

## RISQUES ET RECOMMANDATIONS

Les recommandations pour décarboner la production directe de chaleur par combustion à partir de biomasse solide et CSR dans l'industrie haute température doivent s'accompagner de mesures complémentaires pour assurer une décarbonation en profondeur du secteur industriel : par l'utilisation d'autres procédés de production de chaleur décarbonée (solaire thermique, biogaz, hydrogène, géothermie, pompes à chaleur dans une logique de réseaux de chaleur appliqué aux sites industriels) et par un soutien à la décarbonation dite profonde de l'industrie qui dépasse la production de chaleur et concerne une modification des procédés industriels via l'utilisation de technologies de rupture (hydrogène, CCUS, etc.).

### Cartographie des risques majeurs



### Recommandations et leviers (publics / privés) à mettre en œuvre

#### Infrastructures et approvisionnement

- **Accélérer le développement des technologies de collecte et de traitement des déchets** afin d'augmenter la taille du gisement CSR (potentiel français et potentiel européen important en Europe de l'Est).
- **Diversifier les mix thermiques pour limiter la dépendance à des ressources critiques** (CSR plutôt que bois-énergie) et utiliser d'autres procédés permettant de produire de la chaleur décarbonée (solaire thermique, biogaz, hydrogène, géothermie, pompes à chaleur) (cf. fiche réseaux de chaleur, pompes à chaleur).
- **Prioriser pour les industriels les solutions de valorisation des sous-produits de leur activité** (déchets de bois d'emballage, ferraille en métallurgie, calcin recyclé dans l'industrie du verre, papier recyclé dans l'industrie du papier-carton, etc.).
- **Prioriser l'utilisation des déchets de bois (fin de vie)** dans les chaufferies à biomasse, afin de concilier la production de suffisamment de chaleur avec la préservation du puits carbone naturel de la France. L'utilisation de déchets de bois permettrait de préserver les forêts et de produire de 10 à 25 TWh de chaleur<sup>(14)</sup>.
- **Développer une sylviculture dynamique afin d'augmenter le stock de bois disponible**, tout en préservant ce puits carbone naturel.

#### Commandes publiques

- **Finaliser la publication des feuilles de route de décarbonation sectorielles pour les industries les plus émettrices** en fixant des objectifs ambitieux pour le mix thermique des différents secteurs.
- **Réactualiser la stratégie nationale de mobilisation de la biomasse en intégrant l'évaluation des ressources à date** et celle des ressources supplémentaires de biomasse nécessaires pour satisfaire la demande à horizon 2030.
- **Fixer une priorisation des différentes filières pour l'accès à la ressource en déchets et en biomasse** : chauffage industriel vis-à-vis d'autres filières

(chauffage urbain) et au sein du chauffage industriel, arbitrage entre les différents secteurs industriels.

#### Programmes de recherche et d'innovation

- **Accélérer la recherche sur le retraitement des cendres** et sur les technologies permettant d'améliorer la performance du recyclage.

#### Industrialisation et structuration de la filière : adopter une approche territoriale

- **Développer des analyses territoriales de la biomasse et des déchets à l'échelle régionale** (élaboration des schémas régionaux biomasse et plans régionaux de gestion des déchets), afin de mobiliser les ressources disponibles encore non exploitées avec une mise à jour des données d'inventaire (travail en cours de l'IGN sur la biomasse).
- **Regrouper les acteurs régionaux de la filière et évaluer les infrastructures logistiques disponibles**, dans le but de favoriser l'économie circulaire et l'écologie industrielle et territoriale (EIT). Établir des partenariats solides et à long terme entre industriels et fournisseurs locaux pour maîtriser les prix (voire intégrer la fourniture d'intrants par l'industrie dès que possible).
- **Faciliter la traçabilité des flux de ressources** au niveau régional grâce à la digitalisation.

#### Investissements

- **Maintenir les appels à projets sur la chaleur bas carbone et les CSR** et augmenter les subventions pour les chaufferies qui mobilisent les CSR et les coproduits industriels, afin de limiter la tension sur le bois-forêt.

#### Réglementation

- **Assurer un contrôle important** de la qualité des intrants.

1. **Allocation des intrants de type biomasse à d'autres usages priorités** par rapport à la production de chaleur décarbonée pour l'industrie haute température.
2. **Baisse des soutiens publics** qui viendrait freiner la mise en place de production de chaleur par biomasse et CSR.
3. **Réglementation contraignante sur la qualité des intrants** qui vient appauvrir le gisement existant.

Transition(s) 2050, Choisir maintenant, agir pour le climat, ADEME, Novembre 2021  
 Plan de transition sectoriel de l'industrie cimentière en France, ADEME, Décembre 2021  
 Stratégie Nationale Bas Carbone sous contrainte de ressources, INEC et Capgemini, 2022

## Interviews

Guillaume BREGENTZER, Responsable de la stratégie et de l'innovation (ENGIE Generation Europe) et Daniel MARENNE (ENGIE Thermal Europe)

## Sources détaillées

1. Programmations pluriannuelles de l'énergie (PPE) <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20200422%20Programmation%20pluriannuelle%20de%20l%27e%CC%81nergie.pdf>
2. Plan de transition sectoriel de l'industrie cimentière en France ADEME Décembre 2021 <https://librairie.ademe.fr/cadic/6709/Plan-transition-sectoriel-industrie-ciment-France-rapport.pdf>
3. Ministère de la Transition Ecologique <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-energie-2021/7-consommation-finale-denergie-par-secteur#:~:text=La%20consommation%20finale%20C3%A9nerg%C3%A9tique%20de,%C3%A0%20302%20TWh%20en%202020>
4. ADEME Transitions 2050 <https://librairie.ademe.fr/cadic/6531/transitions2050-rapport-compressé.pdf?modal=false>
5. Plateforme ouverte des données publiques françaises <https://www.data.gouv.fr/fr/reuses/les-plus-gros-emetteurs-directs-de-co2-en-2019/>
6. Haut Conseil pour le Climat 2021 [https://www.hautconseilclimat.fr/wp-content/uploads/2021/09/HCC\\_Rapport\\_GP\\_2021\\_web-1.pdf](https://www.hautconseilclimat.fr/wp-content/uploads/2021/09/HCC_Rapport_GP_2021_web-1.pdf)
7. <https://www.biomasse-normandie.fr/encyclopedie/producteurs-fournisseurs-de-combustibles-bois/>
8. France Relance Décarbonation de l'Industrie [https://www.economie.gouv.fr/files/files/directions\\_services/plan-de-relance/20211115\\_DP\\_decarbonation\\_industrie.pdf](https://www.economie.gouv.fr/files/files/directions_services/plan-de-relance/20211115_DP_decarbonation_industrie.pdf)
9. Eurostat <https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do> ; <https://www.ecologie.gouv.fr/france-2030-premier-ministre-annonce-deploiement-dactions-acceler-decarbonation-lindustrie> ; Chiffres clés des énergies renouvelables <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-energies-renouvelables-2021/16-biomasse-solide>
10. France 2030 Décarbonation de l'industrie [https://www.gouvernement.fr/upload/media/default/0001/01/2022\\_02\\_dossier\\_de\\_presse\\_-\\_france\\_2030\\_-\\_decarbonation\\_de\\_lindustrie\\_-\\_04.02.2022.pdf](https://www.gouvernement.fr/upload/media/default/0001/01/2022_02_dossier_de_presse_-_france_2030_-_decarbonation_de_lindustrie_-_04.02.2022.pdf)
11. Base carbone, ADEME [https://librairie.ademe.fr/cadic/52/biomasse\\_fiche-technique-integration-dans-industrie-2018.pdf](https://librairie.ademe.fr/cadic/52/biomasse_fiche-technique-integration-dans-industrie-2018.pdf)
12. <https://agirpoulatransition.ademe.fr/entreprises/aides-financieres/20220408/appele-a-projets-industrie-zero-fossile-volet-1-bciat>
13. Syndicat des Energies Renouvelables - Évaluation et analyse de la contribution des énergies renouvelables à l'économie de la France et de ses territoires 2020 [https://www.syndicat-energies-renouvelables.fr/wp-content/uploads/basedoc/evaluationeconomiqueenr\\_rapport\\_12062020-vf.pdf](https://www.syndicat-energies-renouvelables.fr/wp-content/uploads/basedoc/evaluationeconomiqueenr_rapport_12062020-vf.pdf)
14. Rapport STRATÉGIE NATIONALE BAS CARBONE, SOUS CONTRAINTE DE RESSOURCES (INEC et Capgemini)
15. France Relance <https://agirpoulatransition.ademe.fr/entreprises/france-relance-decarbonation-industrie>
16. <https://les-aides.fr/aide/lzFv3w/ademe/appele-a-projets-bciat-soutenir-la-decarbonisation-de-lindustrie.html>
17. Entre 2012 et 2020, l'UE a réduit le nombre de quotas carbone de 1,74 % par an. A partir de 2021, le plafond commence à diminuer au rythme de 2,2 % par an.

