



Position du Club CO₂ sur le sujet du captage du CO₂ et de sa valorisation (CCU)

Juin 2023

Résumé exécutif

Le captage de CO₂ est reconnu au niveau international (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat, Agence Internationale de l'Energie) comme l'un des outils stratégiques incontournables pour parvenir à la neutralité carbone en permettant la séquestration (CCS selon l'acronyme anglais "carbon capture & storage") et la réutilisation du CO₂ (CCU selon l'acronyme anglais "carbon capture & utilisation").

Complémentaire aux indispensables mesures de sobriété et d'efficacité énergétique, il gagne en intérêt à mesure que l'urgence climatique s'affirme dans l'agenda politique et s'intègre aux évolutions réglementaires comme la Directive sur les Energies Renouvelables II et III (RED) en Europe ou l'Inflation Reduction Act aux Etats-Unis.

Le stockage géologique du carbone (« CCS ») permet un abattement massif par la séquestration pérenne des émissions résiduelles de CO₂ des installations industrielles émettrices. La valorisation du CO₂ apporte quant à elle une réponse à des besoins de la société dans une approche circulaire et systémique du cycle du carbone. Le CCS et le CCU représentent deux voies distinctes et complémentaires.

Cette note de position, rédigée par le Club CO₂ à la demande des services de l'Etat, s'attache à fournir une vision de la filière sur le potentiel du CCU en France. Elle fait suite à la note de position sur le CCS émise par le Club CO₂ en octobre 2021.

Le CCU consiste à réutiliser du carbone (CO₂) déjà émis ou issu de l'air pour éviter l'extraction de carbone fossile dans le but de fournir un service (e.g. fabriquer un produit, transporter une marchandise). Le CO₂ est déjà largement utilisé par l'industrie dans diverses applications (utilisation directe dans des serres, intrant pour la chimie...) et s'appuie sur des technologies éprouvées. De nouvelles voies d'utilisation du CO₂ comme source de carbone ou comme composant de matériaux de construction émergent voire se concrétisent à présent afin de remplacer des produits contenant du carbone fossile, très utilisés dans la vie courante et qui manquent d'alternative pour assurer leur décarbonation.

On distingue trois voies de valorisation du CO₂ - la voie directe, la voie chimique et la voie biologique - dont les caractéristiques (atouts, impacts, maturité) sont différentes. Leur pouvoir décarbonant dépend quant à lui de la filière de production, de l'amplitude de leur utilisation et de la durée de séquestration du CO₂. Il n'y a donc pas « le » CCU, mais une multitude de CCU. La question qui se pose aujourd'hui pour la France est de savoir comment déployer ces différentes voies : (i) pour quels usages ? (ii) à quelle échelle (import et production domestique) ? (iii) quels moyens et quelles ressources y consacrer ? (iiii) selon quelle dynamique temporelle ?

Pour répondre à ces questions et construire une feuille de route cohérente du CCU en France, une vision systémique de l'ensemble des chaînes de valeurs concernées est indispensable. Il convient de dépasser la seule question du coût de la tonne de CO₂ évitée en y intégrant des considérations socio-économiques, des notions de résilience industrielle et de souveraineté énergétique, ou encore de disponibilité des ressources, de manière à faire des choix éclairés.

Dans ce contexte, la France présente des atouts pour être aux avant-postes de ces nouvelles voies du fait de sa production d'électricité bas carbone, mais aussi grâce à son tissu industriel positionné sur l'ensemble des chaînes de valeur des différents usages du CO₂. Le CCU représente une réelle opportunité pour l'industrie française, tant pour pérenniser les actifs existants que pour créer une filière d'export. Il convient néanmoins de s'engager rapidement pour éviter de prendre un retard irrémédiable sur d'autres Etats déjà fortement mobilisés, en Europe et à l'international.

Cet engagement sera rendu possible par la clarification des conditions de mise en œuvre des différentes voies du CCU.

1. Clarification de l'évaluation des impacts environnementaux par l'unification des méthodes d'évaluation et leur utilisation.
2. Clarification des sources de CO₂ mobilisables, à la fois à moyen et long terme, en tenant compte des réglementations et de critères technico-économiques.
3. Clarification des ressources matérielles et énergétiques disponibles, notamment électriques et de biomasse.
4. Clarification enfin des conditions économiques qui permettront aux divers usages du CO₂ de contribuer effectivement aux engagements climatiques de la France.

Alors que diverses stratégies nationales sont en cours d'actualisation et évaluent l'allocation des ressources nationales (stratégie hydrogène, PPE, LPEC, feuilles de route (aérien, maritime, industrie)), un travail conséquent est donc à fournir rapidement, avec une vision systémique, et le Club CO₂ fait offre de service pour alimenter les réflexions en vue de décisions qui relèvent de l'Etat.

Note de position

Le captage du carbone, un outil stratégique et incontournable pour la neutralité carbone

Le captage du carbone s'inscrit dans les politiques de décarbonation

L'impact des changements climatiques est désormais une évidence, à la fois sur le court et le long terme. L'urgence climatique fait consensus dans le monde scientifique et commande une réduction drastique et immédiate des émissions de gaz à effet de serre (GES).

Face à cet enjeu majeur, la France et l'Europe ont adopté une stratégie ambitieuse visant à atteindre la neutralité carbone à horizon 2050, matérialisée notamment par la Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC) en France et le paquet dit « Fit-for-55 » de l'UE dont les négociations progressent avec plusieurs accords politiques intervenus en mars et avril 2023 sur des textes majeurs (la directive RED III, les règlements RefuelEU Aviation et FuelEU maritime). Ailleurs dans le monde, des dispositions sont prises pour favoriser localement les développements de projets permettant de décarboner l'économie, telles que l'Inflation Reduction Act américain qui offre une réduction d'impôts aux projets de valorisation de CO₂ capté (CCU) et de production d'hydrogène.

Les leviers pour atteindre ces objectifs sont à la fois complémentaires et connus, en particulier le déploiement massif des capacités de production d'électricité et de chaleur renouvelable ou bas-carbone et le soutien résolu aux mesures de sobriété ainsi que d'efficacité énergétique par l'amélioration des procédés ou le changement de combustible. Ces leviers ne permettront cependant ni de décarboner tous les usages, ni de le faire au rythme nécessaire à l'atteinte des ambitions fixées.

Dans ce contexte, le captage du carbone, sa séquestration et son utilisation pour produire des molécules ou matériaux bas-carbone, couverts par la filière dite CSCV (captage, stockage et valorisation du carbone ou CCUS selon l'acronyme anglais) sont l'un des principaux piliers des stratégies de décarbonation de l'industrie et du transport : en 2030, le « Sustainable Development Scenario » de l'IEA¹ projette 830Mt de CO₂ captées, principalement dans les installations existantes d'industries fortement émettrices et concentrées (production d'électricité, aciéries, cimenteries...).

Le stockage géologique du carbone (« CCS ») permet un abattement massif par le stockage pérenne des émissions résiduelles de CO₂ des installations industrielles émettrices (après changement de combustible, électrification des procédés ou amélioration de l'efficacité énergétique), émissions qui sont concentrées et fixes. A terme, le CCS pourrait même permettre de retirer du CO₂ de l'atmosphère, au travers du BECCS (bioénergie avec CCS) ou du DAC (captage direct de CO₂ dans l'air).

La valorisation du carbone (« CCU ») apporte quant à elle une réponse aux utilisateurs finaux dépendants de molécules carbonées pour leurs intrants (matière première de la chimie, production de matériaux) et pour les besoins de carburants liés aux contraintes de densité énergétique volumique, en particulier dans les secteurs du transport aérien et maritime qui n'ont que peu d'options pour

¹ IEA, Energy Technology Perspectives 2020 – Special report on Carbon Capture Utilisation and Storage

diminuer leurs émissions rapidement. Le CCU consiste à réutiliser du carbone (CO₂) déjà émis ou issu de l'air pour éviter l'extraction de carbone fossile dans le but de fournir un service (e.g. fabriquer un produit, transporter une marchandise). Si le bénéfice en termes de décarbonation, aussi appelé pouvoir décarbonant, d'un produit issu du CCU dépend de la filière de production et d'utilisation, mais également de l'amplitude de son utilisation en substitution aux produits actuels utilisant des ressources fossiles, il est bien réel et significatif². Par exemple, un carburant renouvelable ou bas-carbone d'origine non biologique devra présenter un abattement d'émissions de GES, sur l'ensemble de la chaîne de production et d'usage, d'au moins 70% par rapport à la référence pour être qualifié de « renouvelable » ou « bas-carbone »³.

Souvent présentés comme dédiés au traitement des émissions résiduelles de CO₂, CCS et CCU sont alors envisagés après la réduction des émissions à la source, sous-entendu à un horizon temporel lointain. Or ces deux outils permettent de neutraliser des émissions fatales à horizon 2030-2035 et de substituer des produits recourant à des ressources fossiles : choisir de les mettre en œuvre rapidement ne compromet en rien l'atteinte des objectifs à long terme ; bien au contraire, cela permet de réduire, dès à présent, les émissions de CO₂ dans l'atmosphère et de développer une filière industrielle complète, mature et maîtrisée, capable de s'exporter.

Le captage du carbone repose sur des technologies disponibles, matures et déjà exploitées, mais ne se développe pas à un rythme suffisant pour relever le défi climatique

Le CO₂ est une molécule déjà largement utilisée à travers le monde pour diverses applications, à hauteur de 230Mt de CO₂ par an en 2015⁴, dont la très grande majorité est utilisée pour synthétiser l'urée (57%) ou pour la récupération de pétrole assistée (EOR, 34%). Ce CO₂ est capté dans différentes sources, selon l'usage final : fumées issues du procédé de reformage de méthane pour l'urée, CO₂ naturel issu du sous-sol pour l'usage EOR ou encore procédés de fermentation (production d'éthanol) où le CO₂ est naturellement très concentré.

La brique captage du CO₂ issu de la combustion de carburants ou de procédés industriels est donc mature technologiquement et en exploitation. En France, le captage de CO₂ représente ainsi environ 1.1Mt de CO₂⁵ annuelles, principalement à partir de sources très concentrées (production d'ammoniac, d'hydrogène et de bioéthanol), dont le captage est plus aisé et efficace.

Dans le monde, une forte dynamique de développement d'installations de captage de CO₂ est par ailleurs observée : 11 unités de taille significative sont en cours de construction et 153 en développement pour une capacité de captage complémentaire de plus de 200Mt par an⁶, à un horizon de 8 ans. Les plus gros projets de captage de CO₂ sont toutefois aujourd'hui annoncés au Royaume-Uni, aux Etats-Unis, au Canada, en Australie et en Chine. Ces unités se développent pour les marchés existants et à venir du CCU et pour le CCS.

² ADEME, Avis d'expert « Valorisation du CO₂ », septembre 2021

³ Renewable Energy Directive – [2018/2001 EU](#), décembre 2018

⁴ IEA, September 2019 - Putting CO₂ to use

⁵ SIA Partners, Juin 2019 – Les nouveaux usages du CO₂

⁶ Global CCS Institute – Global status of CCS 2022

Toutefois, en dépit du développement de projets industriels, le déploiement des technologies de CCU et CCS est très loin des objectifs issus du scénario 2DS de l'IEA (800Mt/an de CO₂ en 2030⁷) cohérent avec l'Accord de Paris.

Le CCU et le CCS représentent deux voies distinctes et complémentaires

La séquestration géologique reste, selon les études publiées, un mode de traitement ultime incontournable pour le CO₂ capté⁸. Néanmoins, même si les marchés d'utilisation du CO₂ capté sont aujourd'hui limités, une évolution à la hausse est attendue : une étude menée par la SAM⁹ pour le compte de la Commission Européenne en 2018¹⁰ considère que l'utilisation du CO₂ pourrait constituer, en Europe, jusqu'à 25% du CO₂ capté à l'horizon 2050.

En effet :

1. Certaines applications vont rester dépendantes de molécules carbonées qu'il faudra substituer par des molécules biosourcées ou synthétiques, bas-carbone ; la production de ces nouvelles molécules peut constituer une filière d'excellence pour l'industrie française (notamment les produits de la chimie et les carburants à haute densité énergétique pour les secteurs aérien et maritime) ;
2. Tous les émetteurs n'auront pas systématiquement accès aux infrastructures de transport et sites de stockage et il conviendra d'optimiser le développement des infrastructures de transport du CO₂ en France.

Le CCU crée donc un lien entre les émetteurs de CO₂ résiduel incompressible et les activités dépendantes de produits ou de services carbonés.

⁷ IEA, Energy Technology Perspective 2017

⁸ CCUS in Clean Energy Transition – Analysis – IEA, septembre 2020

⁹ SAM : Scientific Advice Mechanism, groupe de conseillers scientifiques ayant pour mandat d'émettre un avis scientifique indépendant à la Commission européenne pour éclairer l'élaboration des politiques

¹⁰ Novel carbon capture and utilisation technologies – May 2018 – lien site : https://ec.europa.eu/info/publications/novel-carbon-capture-and-utilisation-technologies_en

La valorisation du carbone : une approche circulaire et systémique du cycle du carbone

Capter du CO₂ et le faire circuler dans l'économie peut fournir des services irremplaçables à la société

Le concept de CCU renvoie à l'ensemble des technologies qui permettent de capter le CO₂ dans les fumées industrielles, dans les procédés énergétiques issus de la biomasse ou directement dans l'air, et de le convertir en une large gamme de produits du quotidien. Son objectif est de répondre à un besoin non (ou difficilement) substituable, non (ou difficilement) électrifiable et présentant une valeur d'usage : notamment le transport de longue distance, la production de produits chimiques et de matériaux de construction. Dit autrement, l'enjeu du CCU est de capter et utiliser du CO₂ existant pour répondre aux besoins de la société en remplaçant les matières premières d'origine fossile.

On distingue trois grandes familles d'utilisation du CO₂ :

- L'utilisation directe dans des procédés industriels, dans l'industrie agroalimentaire, dans le traitement des eaux, dans des serres, dans la récupération de pétrole (EOR)...
- La conversion biologique : par exemple la méthanation biologique ;
- La conversion chimique qui permet de transformer la molécule de CO₂ en une autre molécule d'intérêt. C'est par exemple aujourd'hui la synthèse d'urée, consommatrice majeure de CO₂, pour synthétiser ensuite des engrais, mais aussi la production d'aspirine ou de monoxyde de carbone.

Certaines de ces utilisations existent depuis plusieurs dizaines d'années et ont recours à des volumes conséquents de CO₂. Elles ont vocation à perdurer, voire à croître, si l'on en croit les analyses de ces marchés¹¹. En France, le CO₂ utilisé est d'origine fossile (issu de la combustion de combustibles fossiles) ou biogénique (e.g. pour la fabrication de bioéthanol).

De nouvelles utilisations émergent aujourd'hui, voire se concrétisent, en particulier :

- la minéralisation du CO₂ pour produire des matériaux de construction (béton, agrégats, asphalte) - on parle aussi de carbonatation ;
- la synthèse de carburants liquides ou gazeux à partir, notamment, d'hydrogène et de CO₂ - voie dite « Power to X » ;
- la synthèse de molécules carbonées utilisées ensuite comme matière première dans l'industrie, en remplacement de la même molécule, d'origine fossile (e.g. méthanol, éthanol, polyols, polycarbonates) ;
- la production de divers produits à haute valeur ajoutée (polymères, plastiques, phytosanitaires, nourriture animale, alimentation humaine, etc.) via la culture de microalgues photosynthétiques.

La réglementation Européenne qui se précise aujourd'hui à travers le paquet Fit for 55 va encourager en particulier la production de carburants de synthèse pour le secteur aérien et maritime ainsi que la synthèse de molécules carbonées, mais aussi la minéralisation du CO₂, cette dernière étant reconnue

¹¹ IEA, September 2019 - Putting CO₂ to use

comme séquestrant du CO₂ pour le carbonate de calcium précipité. En France, le caractère déjà très décarboné de l'électricité et les perspectives sur le nouveau nucléaire sont très favorables pour le développement de ces services.

Ces nouvelles utilisations en France pourraient représenter dès 2030, selon une étude réalisée par E-Cube sur le transport du CO₂ en France¹², un total de 1.2Mt de CO₂ valorisé supplémentaire par rapport à aujourd'hui, également répartis entre la voie minéralisation et la voie Power-to-X (méthanol, carburants, méthane). Une autre étude, réalisée par l'Académie des Technologies¹³ sur la décarbonation du secteur aérien par la production de carburants d'aviation durable, et dont les résultats sont cohérents avec l'étude de E-Cube sur le transport du CO₂, évalue le besoin en CO₂ en France à 0.5Mt en 2030 pour la seule production de eKerosène, en ligne avec l'objectif européen de eFuels pour l'aviation rapporté à la France (autour de 100kt de eKerosène produit en France).

Une vision systémique est indispensable pour embrasser les enjeux du CCU

Le CCU présente la particularité de réunir des secteurs d'activité très différents autour d'une même filière et d'englober sous un même terme des réalités, elles aussi, très différentes, que ce soit au travers des produits considérés ou des procédés utilisés. Par ailleurs, le fait de réutiliser du CO₂ introduit une notion d'interdépendance entre émetteur initial du CO₂ et utilisateur final du produit.

Comme pour toutes les voies de décarbonation (production d'électricité renouvelable et bas-carbone, batteries, hydrogène, CCS, etc...), valoriser le CO₂ nécessitera aussi d'une manière générale un recours à d'autres ressources que le CO₂ (électricité, chaleur, résidus miniers, déchets...), ressources qui seront physiquement limitées et risquent par conséquent de se retrouver en tension voire en concurrence d'usage.

Dès lors, il est nécessaire d'embrasser une vision systémique pour évaluer les différentes filières possibles de l'utilisation du CO₂. Laquelle évaluation devra d'ailleurs porter sur plusieurs critères et ne pas s'arrêter à leurs coûts ou à l'impact climatique des produits sur l'ensemble de leur cycle de vie. Les notions d'indépendance énergétique nationale et européenne, de production nationale, de souveraineté technologique, d'impact socioéconomique, d'impacts environnementaux, de valeur du service rendu par le produit, d'existence d'alternatives, de conflits d'usage des ressources... sont aussi à prendre en considération.

Concernant l'impact climatique, il est utile de remarquer que :

1. Le potentiel d'abattement en gaz à effet de serre (GES), sur l'ensemble du cycle de vie, est variable pour chacune de ces voies et sera dépendant des procédés mis en œuvre, des ressources énergétiques utilisées, ainsi que de la taille du marché de chaque produit¹⁴.
2. Si les règles de comptabilité carbone en lien avec les réglementations sont désormais claires (ETS, REDII), ce n'est pas le cas des analyses réalisées selon les normes ISO, qui laissent de la place à l'interprétation. En conséquence, selon la nature du CO₂ émis et utilisé, l'émetteur initial peut avoir de réelles difficultés à faire reconnaître sa contribution à la décarbonation de l'utilisateur final.

¹² [Communication du Club CO2](#) « Mise en place d'un schéma de transport du CO2 pour une filière CSCV en France »

¹³ Académie des Technologies, Fév. 2023 – La décarbonation du secteur aérien par les carburants durables

¹⁴ ADEME, Avis d'expert « Valorisation du CO₂ », septembre 2021

Pour revenir aux analyses d'impact environnemental, l'Analyse en Cycle de Vie est un outil tout à fait pertinent, pouvant s'adapter à la réalité de chaque filière, voire de chaque projet, et permettant d'avoir cette vision systémique. Toutefois, les normes cadrant ces analyses laissent place à l'interprétation. Unifier les méthodes à employer et le périmètre des analyses, en particulier dans le cadre de la communication autour des produits commercialisés, permettrait de conserver la confiance aujourd'hui portée dans ce type d'analyse et de reconnaître la contribution de l'émetteur initial à la décarbonation des usages finaux du CO₂, tout en rendant possible la comparaison de procédés différents.

La France a des atouts pour être aux avant-postes de ces nouvelles filières industrielles en construction, dans lesquelles d'autres pays se lancent sans attendre

Le captage de CO₂ est une brique technologique commune aux filières évoquées précédemment, dans laquelle des entreprises françaises internationales se sont lancées, certaines depuis de nombreuses années. Il existe aussi en France de nombreux émetteurs de CO₂ qui doivent bien entendu réduire leurs émissions à la source, dont les émissions résiduelles peuvent être séquestrées mais peuvent également servir à éviter l'utilisation de ressources fossiles dans d'autres secteurs.

Même si la réglementation européenne va encourager certaines utilisations du CO₂, les besoins pour les produits issus du CCU ne sont pour autant pas tous clairement identifiés. La voie chimique (molécules de synthèse) semble ainsi aujourd'hui la filière la mieux à même de trouver un marché, et un marché non négligeable. D'après France Hydrogène¹⁵, le cumul des besoins identifiés en France, pour les projets actuellement connus de molécules de synthèse, s'élèverait à 2.3Mt de CO₂ par an dès 2030 et 425kt d'hydrogène renouvelable ou bas-carbone. Pour les seuls besoins du secteur aérien, pour lequel la réglementation ReFuelEU Aviation impose des mandats de consommation de e-kérosène (1.2% en 2030 et 35% en 2050), il est nécessaire de capter en France 500kt de CO₂ en 2030 et 14Mt en 2050 pour la production de respectivement 120kt et 3500kt de e-kérosène, correspondant à la consommation de kérosène en France. Les ambitions sont là et le marché se confirme pour certains produits du CCU. La voie biologique n'est pas en reste : elle offre des solutions différentes des autres voies, pour des secteurs tout aussi différents, et la France dispose d'un savoir-faire important, notamment dans les microalgues, par exemple à travers l'Ifremer, l'INRAE ou le CEA.

Concernant les projets de molécules de synthèse, qui consomment massivement de l'électricité, la France dispose d'une opportunité historique pour se placer à l'avant-garde de ce marché grâce à deux avantages compétitifs : (1) la disponibilité d'une électricité nucléaire bas-carbone en base, adaptée au fonctionnement des électrolyseurs et des procédés en aval, qui permet de réduire les coûts de production ; et (2) l'existence de plateformes industrielles intégrées, engagées dans la décarbonation, capables de fournir les utilités requises par ces projets (eau, chaleur, azote..), les infrastructures (traitement des eaux, équipe de pompiers...) et les réseaux (O₂/CO₂/H₂), permettant ainsi un déploiement rapide.

¹⁵ France Hydrogène, Février 2023 – Position paper on the use of industrial CO₂ to produce e-fuels

D'autre part, et du point de vue de l'atténuation de l'impact climatique, l'électricité française étant déjà très décarbonée, les nouvelles capacités de production d'électricité bas-carbone et renouvelable pourront être destinées à produire ces molécules de synthèse destinées à remplacer des produits reposant sur du carbone fossile. A l'inverse des pays dont l'électricité n'est pas encore décarbonée, où de nouvelles installations renouvelables ou bas-carbone devraient prioritairement servir à décarboner l'électricité, plutôt que d'utiliser ces nouvelles capacités pour produire ces molécules de synthèse.

Cette opportunité française de se positionner sur le développement de ces solutions est réelle mais précaire : le principal facteur de compétitivité étant le délai de commercialisation. Dit autrement, les projets français de carburants de synthèse se déploieront, en France et en Europe, dans la décennie 2020, ou ne se déploieront pas, d'autres géographies préparant des projets massifs pour la décennie 2030, à partir d'énergies renouvelables bon marché (Golfe Arabo-persique, Australie, Maghreb, Amérique latine, ...). Des projets sont aussi déjà en phase de construction dans le nord de l'Europe (ex: LiquidWind, production de e-méthanol en Suède). L'Europe elle-même considère que la moitié¹⁶ de l'hydrogène nécessaire à l'Europe en 2030 sera importée, notamment pour le combiner à du CO₂. Certains pays européens ne s'y trompent pas : l'Allemagne et l'Autriche, par exemple, sont très actives à l'étranger pour s'assurer de la disponibilité massive de ces futurs carburants par l'intermédiaire de partenariats, allant même jusqu'à des implications de leurs gouvernements. Plus loin de nous, au Japon, la voie minérale et la voie chimique sont également clairement identifiées pour contribuer à la décarbonation de l'économie, en particulier à travers le e-méthane (CO₂ + H₂).

Il s'agit donc d'engager rapidement le remplacement des ressources fossiles utilisées dans l'économie française, en contribuant à l'indépendance énergétique nationale et à une certaine résilience de notre industrie, tout en assurant des références domestiques aux entreprises françaises. Ce qui leur permettra de rayonner sur ces marchés aux côtés des entreprises nord-européennes et américaines, déjà en ordre de bataille, et donnera à la France l'opportunité de disposer d'une filière crédible et compétitive à l'export.

Ces projets, intégrés dans les centres industriels du territoire, participeront en outre à la compétitivité industrielle nationale en permettant de partager les infrastructures, les équipes d'exploitation et les co-produits, et de pérenniser les actifs industriels existants tout en décarbonant des usages.

Les propositions du Club CO₂ pour promouvoir ces solutions de décarbonation de l'industrie et des usages, dont les transports

La filière CCU existe en France depuis de nombreuses années autour de certaines utilisations détaillées précédemment. Malgré leurs atouts, de nouvelles utilisations de CO₂ peinent à se concrétiser rapidement. Plusieurs actions de court terme permettraient de faciliter l'émergence de ces nouvelles utilisations en France et d'offrir d'ici 2030 des moyens de décarbonation supplémentaires à l'industrie, à la construction et au secteur du transport longue distance, tout en renforçant cette même industrie.

¹⁶ RePowerEU plan

Faire un bilan multi critères des évolutions de la filière du CCU avec les nouvelles utilisations potentielles et unifier les usages des normes évaluant les impacts environnementaux

Toutes les utilisations du CO₂ n'ont pas les mêmes vertus écologiques. Or il est primordial de fiabiliser en premier lieu l'évaluation du bénéfice climatique de ces utilisations, sans oublier les autres impacts environnementaux, dont l'importance croît chaque jour. Le Club CO₂ appelle donc à finaliser rapidement les travaux méthodologiques d'ACV, tel que celui entrepris au sein du CSF-NSE, pour disposer de règles claires d'évaluation des projets, en particulier sous l'angle des émissions de CO₂. Ce travail pourrait être priorisé pour traiter les différentes voies selon leur degré de maturité. Et il gagnerait à être complété d'une analyse de la disponibilité des intrants autres que le CO₂ (en particulier l'électricité) et d'évaluations socio-économiques car les projets de ces filières servent d'autres objectifs dont il est important de tenir compte.

En complément, le Club CO₂ considère qu'unifier les usages des normes ISO, en particulier l'ISO 14067 de l'évaluation de l'empreinte carbone des produits, est nécessaire pour conserver la confiance faite à ces analyses, notamment en matière de communication.

Reconnaître les nouvelles utilisations du CO₂ comme une filière à part entière ou dans les filières existantes

Les utilisations du CO₂ sont par nature à l'intersection de plusieurs grandes filières industrielles. Si la filière chimie est celle rassemblant aujourd'hui la majorité des acteurs des utilisations industrielles du CO₂, les nouvelles utilisations du CO₂ peuvent nécessiter l'implication d'autres filières, comme par exemple les filières aéronautique, maritime, hydrogène ou encore construction.

Ces nouvelles utilisations du CO₂ répondent à des besoins d'usage et s'inscrivent dans le cadre réglementaire Européen. Certaines peuvent permettre de séquestrer du CO₂ et d'autres, dans une logique d'économie circulaire du carbone, de se substituer à des ressources fossiles, évitant notamment l'émission de CO₂ associée à l'utilisation de ces ressources fossiles. La diversité des technologies et des applications de valorisation du CO₂ est une force, source de résilience. Elle rend néanmoins son traitement complexe par les parties-prenantes, notamment les acteurs de l'Etat. A titre d'exemple, les projets de CCU rentrent rarement dans les cases des appels à projets, étant parfois associés à l'hydrogène et parfois à la décarbonation de l'industrie. Le Club CO₂ invite donc l'Etat à clarifier ses relations avec les différents acteurs de ces nouvelles utilisations du CO₂, par exemple en réunissant les acteurs de ces nouvelles utilisations ainsi que les filières existantes (chimie, carburants, matériaux, construction...).

Clarifier les sources de carbone éligibles en intégrant dans la réflexion CO₂ biogénique et CO₂ non-évitable

Le CCU, comme le CCS, n'a pas vocation à pérenniser les sources de carbone fossile évitables. Il offre déjà des services à la société et peut en offrir de nouveaux (produits, transport) grâce au carbone

biogénique ou non-évitable associé aux procédés industriels tels que la calcination. Les projets ont besoin d'une assiette de CO₂ disponible ainsi que d'une vision claire sur les sources de carbone et leur éligibilité aux mécanismes en place de manière à intégrer le CCU dans la stratégie de décarbonation des entreprises.

L'éligibilité des différentes sources possibles de CO₂ comme intrant pour la production de carburants de synthèse est encadrée par un acte délégué de la Commission européenne, qui pourrait être publié en juin 2023. Cet acte délégué identifie cinq sources possibles de CO₂ : le CO₂ dit « ETS industriel », autorisé jusqu'en 2040 (2035 s'il est issu des centrales thermiques de production d'électricité) ; le CO₂ issu de la combustion des biocarburants et de la biomasse (dit CO₂ biogénique) ; le CO₂ issu de la combustion des carburants de synthèse eux-mêmes (appelés RFNBO dans l'acte délégué) ; le CO₂ capté dans l'air ; le CO₂ issu des couches géologiques, dès lors qu'il est libéré naturellement.

Le Club CO₂ appelle donc à réaliser un travail de cartographie des différentes sources de CO₂ en France et à consolider leur disponibilité, au regard de critères économiques et techniques (dont la capacité à transporter le CO₂ et les synergies entre procédés, notamment énergétiques) associés à une vision long terme de l'économie, afin d'éviter les problématiques d'actifs échoués dans le futur. Ce travail permettrait de mettre en regard les capacités de production nationales des produits issus du captage de CO₂ avec les besoins des différentes applications identifiées, comme cela a été fait par ERM fin 2022¹⁷ à l'échelle de l'Europe. Pour ce travail, le Club CO₂ insiste sur la nécessité de distinguer le CO₂ inévitable (lié au procédé utilisé) du CO₂ résiduel (restant après avoir atteint les limites de la décarbonation de l'activité), à l'intérieur de la famille du CO₂ dit « ETS industriel ». En outre, ce travail permettrait d'aborder les questions de quantification du CO₂ biogénique dans des fumées et de la priorisation de ses usages, si cela s'avérait nécessaire. Remarquons au sujet du CO₂ biogénique qu'il pourrait faire l'objet d'une concurrence à terme, étant également envisagé dans des perspectives de stockage via BECCS (BioEnergy Carbon Capture and Storage).

S'agissant du CO₂ ETS industriel, les dispositions prises par les actes délégués européens semblent assurer une compétition juste entre les carburants de synthèse produits dans l'UE et à l'étranger. Imposant d'avoir un marché d'émissions de CO₂ pour rendre le CO₂ industriel éligible à la production de carburants de synthèse, ces dispositions vont limiter les lieux de production étrangers (où peuvent se trouver des acteurs français) et aussi en conséquence les volumes de carburants de synthèse pouvant être importés en Europe. Le Club CO₂ appelle donc les pouvoirs publics à évaluer les conséquences de ces dispositions sur l'approvisionnement en carburants durables et, le cas échéant, à mettre en œuvre des solutions pour rendre possible l'importation de ces carburants produits à l'étranger, tout en préservant la compétitivité des acteurs qui seront présents sur le sol français.

Enfin, souvent évoqué comme utilisé à long terme, le captage direct de CO₂ dans l'air apparaît plus prospectif : il est nettement moins mature que le captage dans des sources locales concentrées et est actuellement pénalisé par une forte consommation d'énergie. Il est toutefois nécessaire de l'intégrer dans des travaux de prospective pour identifier son rôle potentiel dans les stratégies de transition énergétique et de lutte contre le changement climatique.

¹⁷ ERM – "Assessment of European biogenic CO₂ balance for SAF production", novembre 2022

Rassembler les acteurs de ces chaînes de valeur de l'utilisation du CO₂ pour clarifier la reconnaissance de la décarbonation apportée par le CCU à ces différents acteurs

L'émetteur initial de CO₂ fossile ne peut aujourd'hui simplement pas faire reconnaître l'usage de ses émissions de CO₂ comme un moyen de se décarboner. Cela dépend en effet de l'interprétation de la norme ISO 14067 et des auditeurs associés. Pour débloquer ce verrou, le Club CO₂ encourage les services de l'Etat à réunir les différents acteurs de ces nouvelles chaînes de valeur pour s'accorder sur la répartition des diminutions d'émissions de CO₂, au-delà de la considération purement économique.

Déterminer une feuille de route nationale unifiée pour en extraire les applications et les besoins prioritaires, ainsi que les ressources nécessaires à leur satisfaction

Le CCU répond aux besoins de décarbonation de consommateurs finaux indispensables à l'économie (opérateurs maritimes, compagnies aériennes, industriels de la chimie, de l'agroalimentaire et des matériaux). S'il ne permet pas de décarboner l'émetteur pour éviter un double comptage, le CCU offre des synergies industrielles, sources de compétitivité. Faute d'être développé sur le territoire national, ces synergies apportées par le CCU bénéficieraient aux industriels des pays qui auront opté pour son développement, et dégraderaient la compétitivité de nos industriels existants ainsi que la balance commerciale française.

En outre, d'après les études rassemblant les besoins énergétiques exprimés par les différents projets de CCU, force est de constater l'ampleur du défi : 425kt d'hydrogène à horizon 2030 en France pour les carburants de synthèse, soit plus de 23TWh d'électricité (en considérant ici l'utilisation d'hydrogène électrolytique). Il est donc nécessaire d'évaluer les ressources énergétiques électrique et thermique disponibles à 2050 et d'identifier les conflits d'usage potentiels avec d'autres leviers de décarbonation. Remarquons ici qu'une partie significative de l'énergie consommée pour produire ces molécules (ici, de l'électricité) est en réalité transférée à la molécule produite.

Au-delà de ce challenge, il est également essentiel de clarifier comment répondre aux exigences formulées par les diverses réglementations, en particulier concernant les directives REDII puis REDIII, en tenant compte des capacités nationales. Des choix seront probablement à faire étant donné que les ressources sont limitées.

La question qui relève des politiques publiques est donc celle des objectifs de production nationale de carburants, intrants et matériaux bas-carbone. Quelle part de carburants d'aviation durables produire en France et quelle part importer ? Quelle part de carburant alternatif pour le maritime produire en France et quelle part importer ? Quelle part de molécules de synthèse (e.g. méthanol) à destination de la chimie produire en France ? Quelle quantité de produits issus de la minéralisation du CO₂ ? etc...

Une feuille de route nationale CCU unifiée, qui devra ne pas entrer en compétition avec les plans de transition sectoriels, permettrait de clarifier la place du CCU dans la stratégie de décarbonation de la France et de mentionner cette voie dans la SNBC 3 et la PPE, qui doivent être mises à jour d'ici l'automne 2023. Avec une vision claire, le secteur privé pourra se mobiliser aux côtés de la puissance publique.

Définir le support à apporter à ces différentes voies d'usage du CO₂ et les conditions associées

La filière CCU est dynamique en France mais nécessite d'être consolidée. Différents mécanismes financiers pourraient être utilisés pour supporter le développement des nouvelles voies d'utilisation du CO₂, dont les maturités sont variables.

Le Club CO₂ appelle donc à intégrer les différentes voies d'utilisation du CO₂ dans les mécanismes de support en cours ou à venir, comme par exemple dans le support aux OPEX dans la production d'H₂.

Le CCU s'inscrit dans une approche d'économie circulaire du carbone et le Club CO₂ est convaincu qu'il représente l'un des multiples leviers d'atteinte de la neutralité carbone pour la société française grâce aux différentes voies d'usage du CO₂ qui permettent de se substituer à des ressources fossiles voire de stocker de manière plus ou moins définitive du CO₂. Il nous semble aussi essentiel de distinguer le CCU et le CCS, qui utilisent tous deux la brique de captage de CO₂, mais dont les services sont différents et complémentaires. Au-delà de la contribution aux objectifs climatiques de la France, un engagement fort dans le captage du CO₂ et son utilisation servira la résilience de l'industrie en France et la souveraineté énergétique et technologique nationale. La France dispose pour cela d'un avantage compétitif par son électricité bas-carbone disponible et d'un tissu d'entreprises se positionnant sur l'ensemble de la chaîne de valeur du CCU. Il est cependant nécessaire de clarifier les conditions de la mise en œuvre du CCU, notamment vis-à-vis des questions économiques, des ressources énergétiques, à commencer par l'électricité, et du CO₂ nécessaires aux différentes voies du CCU, ce à quoi l'ensemble des acteurs de la filière se propose de collaborer.