

Jun.
2025



Lot 341 - Production et usage d'e-fuels : analyse de la chaîne de valeur

AAP ZIBAC - SOCRATE

Les résultats des études conduites dans le cadre du programme ZIBaC sont avant tout le reflet de la vision du collectif d'industriels. Ces trajectoires apportent une contribution structurante à l'élaboration des stratégies nationales de décarbonation, mais ne représentent pas une vision établie de ces stratégies.

L'écosystème de l'Axe Seine nécessite une décarbonation coordonnée pour assurer son avenir. Face aux tensions sur les ressources, aux CAPEX élevés des solutions et à la raréfaction du foncier, une approche mutualisée est impérative. La collaboration interacteurs est essentielle pour anticiper, coordonner et réaliser conjointement les projets.

L'association SOCRATE, lauréat ZIBAC de l'Axe Seine, a été créée en Mai 2023 par SYNERZIP-LH, INCASE, UPSIDE Boucles de Rouen, et HAROPA PORT dans la continuité de la réponse collaborative à l'AAP de l'ADEME.

SOCRATE a pour objet de créer un cadre administratif, financier et de coopération pour la mise en œuvre du projet ZIBAC. Elle constitue un outil de développement économique industriel de la Seine Normande, par la mise en œuvre et le suivi des études menées dans le cadre du projet ZIBAC.

L'étude e-fuels s'inscrit dans un projet global dans une logique d'écologie industrielle et territoriale même si elle ne participe pas à la décarbonation de la zone industrielle pour les usages externes des e-molécules. Les résultats présentés ci-dessous pourront être précisés et affinés à travers d'autres études en cours ou à venir.

RÉSUMÉ

L'étude réalisée a évalué les conditions de développement d'une filière locale de production d'e-fuels et d'importation sur l'Axe Seine (de Paris au Havre), à partir de CO₂ capté et d'hydrogène renouvelable ou bas carbone. Celle-ci a pour objectif de répondre aux enjeux de décarbonation des zones industrielles de l'Axe Seine ainsi que de la demande croissante en molécules bas carbone pour les secteurs aérien, maritime, gazier et chimique. Trois e-molécules d'intérêt ont été analysés : e-SAF, e-méthanol et e-méthane. En s'appuyant sur des projections de demande locale en e-molécules, de disponibilité locale du CO₂, et sur les caractéristiques technico-économiques des molécules, une feuille de route e-molécules a été construite pour l'Axe Seine. Celle-ci envisage le déploiement de 12 nouveaux projets industriels d'ici 2050 au-delà des 3 projets de production d'e-SAF et d'e-méthanol déjà en cours de développement sur le territoire, permettant de valoriser jusqu'à 3,9 MtCO₂/an émis localement en 2050.

La faisabilité d'une telle feuille de route repose sur la réduction des coûts technologique, en particulier l'électrolyse, l'accès à une électricité compétitive, mais aussi la mise en place d'infrastructures de captage et de transport du CO₂ sur l'Axe Seine. L'étude identifie un déficit de CO₂ local par rapport aux besoins liés à la demande en e-molécules sur le territoire, rendant nécessaire le recours à des importations de molécules finales ou intermédiaires (H₂, CO₂, méthanol). Elle propose un scénario de production maximisant l'usage local des ressources disponibles, tout en intégrant les contraintes foncières, logistiques et environnementales. Enfin, elle souligne le rôle clé du soutien public, des dispositifs incitatifs et des partenariats multi-acteurs pour garantir l'émergence d'une filière industrielle compétitive et structurante pour le territoire de l'Axe Seine.

1. Intégration de l'étude « Utilisation du CO₂ » dans le projet SOCRATE

L'Axe Seine se classe parmi les trois principaux bassins industriels émetteurs de CO₂ en France, avec environ 10,4 millions de tonnes d'émissions annuelles réparties entre Le Havre, Port-Jérôme, Rouen et Paris. Les filières de valorisation du CO₂ constituent des leviers pertinents pour traiter les émissions de CO₂ difficiles à réduire, et jouent ainsi un rôle important au sein des zones industrielles. En particulier, la production de e-molécules ou molécules de synthèse, qui consiste à fabriquer des substituts aux carburants fossiles à partir d'hydrogène (H₂) bas carbone ou renouvelable et de CO₂ capté sur les sites industriels, apparaît comme une piste très pertinente pour l'Axe Seine. Cette pertinence s'explique par la forte consommation locale de carburants, liée notamment à l'activité intense des ports maritimes et fluviaux de l'Axe Seine et des aéroports parisiens, qui rendent la zone particulièrement exposée aux enjeux d'incorporation de carburants bas carbone. Les e-molécules peuvent en effet permettre jusqu'à 90% de réduction d'émissions GES (gaz à effet de serre) par rapport aux carburants fossiles¹, selon leurs conditions de production.

Dans ce contexte, le développement local de e-molécules et de e-combustibles (indistinctement dénommés 'e-molécules' dans la suite du document) apparaît comme un levier stratégique, à la croisée des objectifs de valorisation du CO₂, de relance industrielle et de souveraineté énergétique. L'étude 341 « Production et usages d'e-fuels : analyse de la chaîne de valeur » vise ainsi à définir une feuille de route pour le déploiement de filières locales de production pour trois molécules d'intérêt (e-SAF, e-méthane et e-méthanol), en s'appuyant sur des analyses technico-économiques des différentes filières et une évaluation de la faisabilité locale de mise en œuvre, en concertation avec les acteurs locaux et les partenaires co-financeurs du projet. Cette étude sera mise en lien avec les travaux menés sur le captage de CO₂, les réseaux de transport de CO₂, les gaz verts et la valorisation de chaleur fatale, afin de permettre à SOCRATE de construire une trajectoire de décarbonation cohérente et intégrée pour la zone.

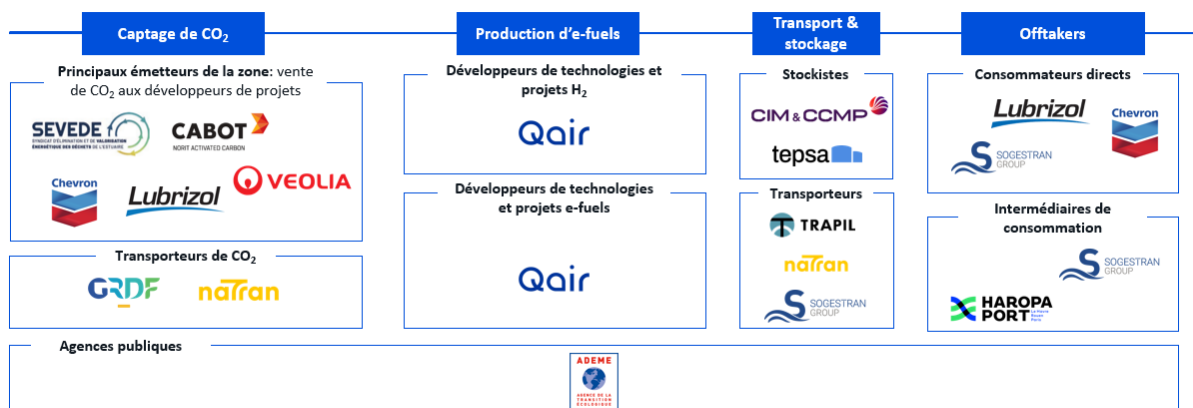


FIGURE 1 : PANORAMA DES PARTENAIRES ET CO-FINANCEURS DE L'ÉTUDE, ET DE LEUR CONTRIBUTION A LA CHAÎNE DE VALEUR DES E-MOLÉCULES

L'intérêt de la zone pour la production locale de e-molécules se manifeste déjà à travers plusieurs projets annoncés. Ces initiatives visent la production de carburant d'aviation durable de synthèse, ou « e-SAF », destiné à remplacer le kérosène conventionnel, ainsi que le méthanol de synthèse, ou « e-méthanol », destiné à un usage comme carburant maritime durable ou en substitution du méthanol fossile dans ses usages actuels. Les premières mises en service sont prévues à l'horizon 2030 :

- Engie développe au Havre le projet kerEAUzen, qui vise à produire environ 70 000 tonnes d'e-SAF par an, valorisant environ 270 kt de CO₂ annuellement. Ce projet, lauréat de l'appel à projets CarbAéro, représente un investissement estimé entre 1,2 et 1,7 milliard d'euros.

¹ Blunomy a réalisé une analyse de l'empreinte carbone des e-carburants, en s'appuyant sur la méthodologie des directives RED II et RED III. Le calcul intègre l'ensemble du cycle de vie du carburant, depuis le captage du CO₂ jusqu'à sa combustion, sans considérer les émissions non-CO₂ (par exemple : traînées de condensation).

- Qair porte le projet METHAVERT, également au Havre, pour la production d'e-méthanol pour le maritime et l'industrie. La première phase prévoit 100 000 tonnes par an, suivie d'une seconde phase de la même capacité. Ce projet, évalué à environ 550 millions d'euros, permettrait de valoriser 140 kt de CO₂ par an².
- Verso Energy a annoncé son projet DéZir, près de Rouen, visant une production annuelle de 81 000 tonnes d'e-SAF. Avec un investissement d'environ 1,3 milliard d'euros, également lauréat de CarbAéro, ce projet valoriserait 350 kt de CO₂ annuellement.

2. Perspectives de croissance de la demande locale en e-molécules produits à partir de CO₂

Le cadre réglementaire européen favorise le développement des e-molécules, à travers notamment la mise en place des mandats d'incorporation de carburants alternatifs pour le secteur aérien (ReFuelEU Aviation) et des objectifs de réduction d'intensité carbone pour le secteur maritime (FuelEU Maritime).

Plusieurs scénarios nationaux et sectoriels de référence soulignent le rôle des e-molécules dans ce contexte favorable. Ces scénarios ont été adaptés au contexte local afin de prendre en compte les évolutions de la demande de chaque filière et les stratégies déjà mises en place par les acteurs de la zone :

- Pour le secteur aérien, actuellement 5,4 Mtonnes (soit 64 TWh) de kérosène sont acheminées vers les aéroports parisiens via la canalisation LHP, opérée par TRAPIL. Cette estimation a servi de base à une projection de la demande, construite à partir de scénarios de référence du secteur³ – qui anticipent une croissance annuelle d'environ 0,7 % – et des exigences européennes en matière d'incorporation de carburants durables, afin d'estimer les besoins en e-molécules à horizon 2030, 2040 et 2050.
- Pour les usages en réseau de gaz, les perspectives de consommation d'e-méthane s'alignent sur les scénarios de décarbonation définies par NaTran, combinés à la consommation locale de la zone, établie à partir des bases de données recensant les consommations de gaz naturel par commune.
- Dans le maritime, l'incertitude sur les carburants dominants à long terme (méthanol ou ammoniac) a conduit à retenir des hypothèses évolutives, fondées sur les dynamiques de flotte et de trafic portuaire local. S'agissant du domaine fluvial, l'évolution de la consommation de e-molécules repose sur les résultats d'une étude locale dédiée intitulée *AviCAFE Seine (Avitaillement en Carburants À Faibles Émissions)*, 2023).
- Enfin, la demande du secteur de la chimie intègre à la fois une substitution progressive du méthanol fossile par de l'e-méthanol, et une nouvelle consommation liée au développement de la filière Methanol-to-Olefin (MTO), conformément aux hypothèses formulées par RTE dans son *rapport Futurs Énergétiques 2050* (2021).

Les perspectives d'évolution de la demande des différentes molécules sont présentées ci-dessous :

² Estimation Blunomy, basée sur les volumes annoncés de production d'e-méthanol et sur les caractéristiques techniques des technologies de production sélectionnées.

³ L'estimation menée par Blunomy s'appuie sur la consommation annuelle de l'Axe Seine (notamment pour les aéroports parisiens), telle que rapportée par TRAPIL dans son *rapport annuel* (2024), projetée à l'horizon 2030, 2040 et 2050 à partir du *rapport Électro-carburants en 2050 : quels besoins en électricité et CO₂ ?* de l'ADEME (2023, en collaboration avec I-Care). La répartition entre les différents carburants est déduite des taux d'incorporation fixés par la réglementation européenne.

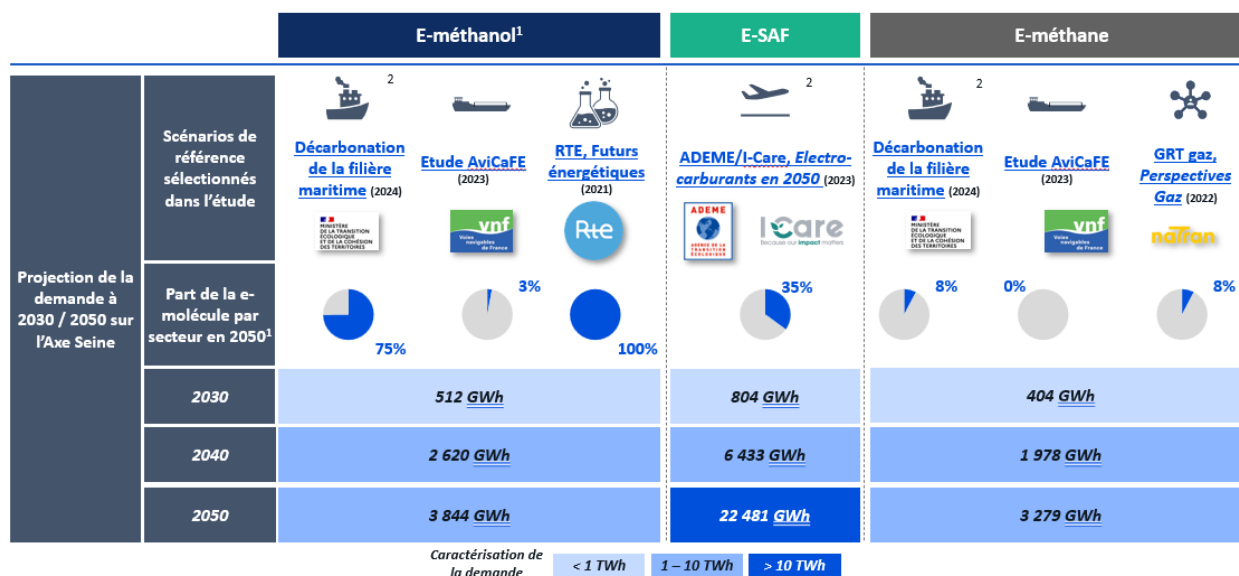


FIGURE 2 : PROJECTION DE LA DEMANDE EN E-MOLÉCULES SUR L'AXE SEINE A HORIZON 2030, 2040 ET 2050, PAR SECTEUR D'USAGE

Les filières de production d'e-SAF, d'e-méthanol et d'e-méthane présentent des niveaux de maturité technologique différenciés. À ce jour, des projets de production d'e-méthanol sont déjà opérationnels (ex. Projet Shunli de CRI d'une capacité de 110 kt de e-méthanol/an), tandis que les filières e-SAF et e-méthane sont moins avancées. Par exemple, le projet e-SAF Roadrunner d'une capacité de 23 kt de distillats/an porté par Infinium a atteint sa décision finale d'investissement (FID) aux États-Unis en mai 2025, alors qu'en France, aucun projet n'a encore franchi cette étape.

La difficulté des projets de production à émerger s'explique en partie par des coûts de production nettement supérieurs à ceux des molécules fossiles. Cette différence tient principalement au coût de production de l'hydrogène bas carbone ou renouvelable nécessaire au process, comprenant à la fois des investissements très élevés pour les électrolyseurs, et des besoins en électricité comptant pour plus de 80% du coût du procédé de production. En France, les e-molécules devraient ainsi rester à court terme entre 4 et 7 fois plus chers que leurs équivalents fossiles, selon la molécule considérée. Le prix de l'électricité, en tant que composant majeur du coût de la molécule, peut évoluer selon les contrats négociés entre producteurs e-molécules et développeurs de projets. Par ailleurs, en appliquant une taxe carbone via le mécanisme de l'EU ETS aux molécules fossiles, le premium entre e-molécules et références fossiles devrait progressivement réduire et améliorer la compétitivité de la filière.

D'ici 2040, des avancées technologiques, notamment sur les électrolyseurs, pourraient réduire ces coûts de 20 à 30 %⁴. La sécurisation d'une électricité renouvelable ou bas carbone à moindre coût et un accès aux subventions restent néanmoins une condition strictement nécessaire à l'émergence de la production locale d'e-molécules.

3. Opportunités de développement de filières de production locale de e-molécules

L'Axe Seine dispose de gisements de CO₂ prometteurs, mais insuffisants pour couvrir toute la demande locale en e-molécules.

L'analyse des gisements de CO₂ sur l'Axe Seine a permis d'identifier les perspectives de développement des filières locales de production de e-molécules. D'ici 2050, entre 2,8 et 3,9 MtCO₂ pourraient être mobilisables localement pour la production de e-molécules, selon des projections par secteur fondées sur le scénario S3 du programme de prospective « [Transition\(s\) 2050](#) » de l'[ADEME](#), à partir des émissions actuelles de l'Axe Seine. Cette projection intègre les contraintes techniques, économiques et

⁴ Réduction calculée dans le rapport détaillé de l'étude 'Production et usage d'e-fuels : analyse de la chaîne de valeur' sur la base d'une réduction de certains coûts et d'une amélioration d'efficacité technologique des électrolyseurs.

opérationnelles de captage du CO₂, les usages existants (valorisation ou stockage) et les exigences réglementaires européennes en matière de biogénicité, qui limitent l'usage du CO₂ fossile.⁵

Ce gisement local restera toutefois insuffisant pour répondre à la demande croissante en CO₂ pour les e-molécules : il ne permettrait de couvrir qu'environ 26 % de la demande en e-molécules en 2030, 29% en 2040, puis jusqu'à 39 % en 2050, avec l'hypothèse d'un déploiement accru du captage industriel. Il sera donc nécessaire de compléter l'approvisionnement par de « l'importation » (depuis d'autres régions françaises ou internationales) de molécules finales ou d'intermédiaires de production (CO₂ ou méthanol pour la filière méthanol-to-jet permettant la production d'e-SAF). Cette stratégie devra être examinée à travers le prisme de son impact environnemental et des éventuels conflits d'usage liés au CO₂, notamment en cas de forte augmentation de la demande. Concernant l'impact environnemental, une part d'importation resterait nécessaire, l'axe Seine ne pouvant à lui seul couvrir les besoins. En revanche, pour les conflits d'usage, il conviendra de définir les priorités entre les différents usages du CO₂, en tenant compte de critères environnementaux et de souveraineté, afin de déterminer si la production d'e-fuel doit être privilégiée.

Un développement local de la filière e-molécules ambitieux avec 15 projets e-SAF et e-méthanol potentiels d'ici 2050.

Pour différencier plusieurs futurs possibles en matière de développement d'e-molécules sur l'Axe Seine, trois scénarios de production/importation d'e-molécules ont été construits sur la base de ces analyses, différenciés selon la part de production locale et l'origine du CO₂ mobilisé. Ils sont conçus dans l'hypothèse d'un aboutissement des trois projets d'e-molécules actuellement annoncés sur l'Axe Seine (voir pages 2-3). Les volumes locaux de CO₂ sont répartis entre les filières e-SAF, e-méthanol et e-méthane en fonction de la demande pour chacune de ces molécules, et de l'écart de prix entre ces molécules et leur équivalent fossile – cet écart étant un indicateur de leur attractivité économique.

Un atelier collectif réunissant les parties prenantes de l'étude a ensuite permis de choisir un scénario parmi les trois pour établir une feuille de route pour le développement des e-molécules sur l'Axe Seine. Ce scénario maximise la production locale à partir du CO₂ disponible sur la zone. À la fois ambitieux et pragmatique, il reflète une volonté de soutenir l'émergence de la filière sur le territoire, tout en restant réaliste quant aux capacités de mise en œuvre de la chaîne d'approvisionnement en CO₂. Il prévoit ainsi le déploiement sur le territoire de l'Axe Seine de 15 projets de production de e-molécules d'ici 2050, dont 9 dédiés à l'e-SAF et 6 à l'e-méthanol (incluant les trois projets déjà annoncés). Ces projets permettraient d'atteindre des volumes de production totaux de 646 kt d'e-méthanol, 846 kt d'e-SAF en 2050, alors que la demande de 362 millions de m³ d'e-méthane serait couverte par des importations.

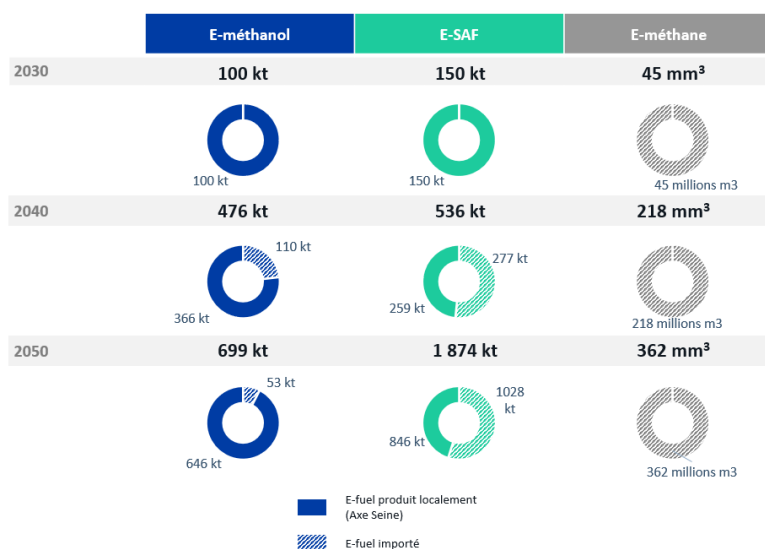


FIGURE 3 : PART RELATIVE DE LA PRODUCTION LOCALE ET DES IMPORTATIONS DES CARBURANTS SYNTHÉTIQUES SUR L'AXE SEINE DANS LE SCÉNARIO RETENU

⁵ Le seuil limite de CO₂ fossile a été calculé sur la base de l'objectif de -70% d'émissions imposé par la réglementation RED et la comptabilisation du CO₂ fossile comme non évité à partir de 2041. À partir de 2040, au maximum 22% du CO₂ en entrée du procédé peut être fossile, contraignant ainsi le volume de CO₂ utilisable.

La concrétisation de ce scénario repose cependant sur plusieurs leviers clés :

- L'un des principaux défis concerne le développement des infrastructures de captage et de transport de CO₂, encore très peu déployées sur le territoire. Pour optimiser l'approvisionnement en CO₂ des projets, environ 80 % du foncier prioritaire à mobiliser pour la production d'e-molécules (soit près de 240 hectares) se situerait autour de Rouen et du Havre. Le choix des développeurs devra néanmoins également prendre en compte la proximité des infrastructures de transport de carburants (canalisations, barges, rail, ou camions), l'accès aux services, les contraintes environnementales et l'acceptabilité locale de ces projets.
- Les investissements à engager d'ici 2050 sont estimés entre 13,8 et 17,7 milliards d'euros, largement portés par le déploiement des électrolyseurs (>40% en poids cumulé dans la feuille de route d'investissement entre 2030 et 2050), suivi par les besoins d'investissement pour les infrastructures nécessaires pour les unités de synthèse des e-molécules et des infrastructures de captage et de transport de CO₂. D'autres postes d'investissement (stockage et transport d'e-fuel, soutage, et raccordement aux réseaux de distribution : eau, chaleur, électricité) pèsent pour moins de 5% des investissements cumulés de la feuille de route entre 2030 et 2050.
- Les progrès technologiques, en particulier sur l'électrolyse, devraient contribuer à faire baisser les coûts, mais l'écart avec les carburants fossiles resterait significatif : ~4x plus élevé pour le e-SAF et ~2x pour le e-méthanol à 2050, en prenant en compte le coût de la molécule fossile actuel sans considérer de taxe carbone à cet horizon de temps, soulignant le soutien économique nécessaire à l'accélération de la filière.
- Enfin, la mise en place de partenariats multi-acteurs est essentielle sur l'ensemble de la chaîne de valeur pour favoriser le développement des projets d'e-molécules, en réunissant à la fois des spécialistes du CCU et les grands acteurs historiques du secteur.

4. Des verrous structurants doivent encore être levés pour garantir la viabilité à long terme de la filière e-molécules

À court terme, l'émergence d'une filière locale reste conditionnée au développement du captage et d'infrastructures de transport de CO₂.

À ce jour, les projets annoncés pour 2030 nécessiteraient à eux seuls le captage de 780 kt de CO₂/an localement. Or, les estimations fondées sur la disponibilité des émissions et sur les délais de déploiement des technologies de captage indiquent qu'à l'horizon considéré, moins de 200 kt de CO₂/an pourraient effectivement être mobilisables. Le développement de projets de production d'e-molécules dépend donc d'une accélération du déploiement des projets de captage dans un contexte où la rentabilité de ces technologies reste aujourd'hui impossible sans soutien public. Il est essentiel d'établir une feuille de route pour le développement du captage sur le territoire. La mise en place de garanties d'origine pour le bio-CO₂ constitue également un levier à discuter afin de rendre possible le captage sur des sites à émissions mixtes (fossiles/biogéniques) ou éloignés des implantations des projets de production d'e-molécules.

L'analyse du foncier disponible pour l'implantation de projets e-molécules montre également que les émetteurs de CO₂ ne sont pas toujours situés à proximité immédiate des terrains mobilisables, impliquant la nécessité de développer des infrastructures de transport de CO₂. Le transport du CO₂ par barge peut être compétitif, notamment pour les gros volumes, mais est réservé à des volumes captés à proximité directe avec la Seine ; une flotte adaptée devra être développée. Le transport par camion, n'offrant pas d'effet d'échelle, est de son côté réservé aux faibles distances. Dans ce cadre, la création d'un réseau de canalisations de CO₂ gazeux ou dense est essentielle ; il devra être ouvert et non discriminant pour éviter toute situation de monopole privé et permettre l'accès des petits émetteurs (et pas uniquement des plus gros émetteurs) au réseau de CO₂.

La filière demeure également fragilisée par des enjeux de compétitivité-coût, qui constituent un frein majeur à son développement.

Les prix des e-molécules restent aujourd'hui nettement supérieurs à ceux de leurs équivalents fossiles et malgré les avancées technologiques, le développement de la filière à court et moyen terme demeure fortement tributaire de soutiens publics. La mise en œuvre de dispositifs tels que l'appel à projets « Développement d'une filière de production française de carburants aéronautiques durables - Soutien aux études d'ingénierie d'avant-projet » (AAP FEED CARB AERO) (ou d'un équivalent pour le maritime), l'instauration de tarifs d'électricité préférentiels pour la production d'e-molécules, ou encore la création de mécanismes de couverture des risques de contrepartie, sont essentiels pour soutenir les premiers projets. Enfin, les pénalités imposées

directement par ReFuelEU Aviation et indirectement par FuelEU Maritime doivent être alignées sur les prix réels des e-molécules pour accélérer la croissance de la demande en e-molécules ; l'élaboration par la filière d'une proposition allant dans ce sens, et la présentation de cette proposition au Ministère de la transition écologique (et notamment de la DGEC) sont les premières étapes d'une révision plus incitative de ces pénalités.

Il convient toutefois de noter que les e-molécules importés pourraient s'avérer significativement plus compétitifs, avec des coûts estimés 25 à 30 % inférieurs à ceux de la production locale⁶, si produits dans des régions disposant d'une électricité abondante, bon marché et décarbonée, tels que la Suède. Dans ce contexte, une alternative qui soulève des enjeux techniques et opérationnels, mais qui permettrait de maintenir de la valeur ajoutée sur le territoire consisterait à importer de l'hydrogène ou du méthanol — intermédiaire utilisé dans la production de SAF via la technologie Methanol-to-Jet — tout en localisant les étapes finales de production sur le territoire. Définir les conditions d'un recours 'raisonné' aux importations d'e-molécules et de molécules intermédiaires (CO₂, H₂, méthanol), afin de concilier souveraineté industrielle, performance environnementale et développement économique local, apparaît dès lors comme un enjeu stratégique pour faire des e-molécules un véritable levier de décarbonation du secteur des transports de l'Axe Seine, incluant les aéroports parisiens, des réseaux de gaz et de la chimie, en valorisant les émissions difficilement abattables du territoire de l'Axe Seine.

⁶ Analyse Blunomy présentée dans le rapport détaillé de l'étude 'Production et usage d'e-fuels : analyse de la chaîne de valeur'

Ce document est diffusé par l'ADEME

Étude réalisée par l'association SOCRATE Axe Seine sous-traité à l'entreprise Blunomy et cofinancé par l'ADEME et les entreprises ou établissements suivants : CABOT, CHEVRON ORONITE, CIM, GRDF, NATRAN, HAROPA PORT, LUBRIZOL, QAIR, TEPESA, SEDIBEX, SEVEDE, SOGESTRAN, TRAPIL.

Coordination technique - ADEME : Ambre DURAND

Direction/Service : SDIH - Service Décarbonation de l'Industrie & Hydrogène

CITATION DE CE RAPPORT

STEPHAN Hélène, Blunomy, GALINIER-WARRAIN Iris, Blunomy, THALLER Maëlle, Blunomy, VINCENT Aymeric, HAROPA PORT, PETAT Bruno, Socrate Axe Seine. 2025. **Production et usage d'e-fuels : analyse de la chaîne de valeur**. 271 pages.

Les sources suivantes sont utilisées dans cette synthèse publique :

RTE, *Chapitre 11 – Hydrogène*, dans : [Futurs énergétiques 2050](#), RTE, 2021

VNF, HAROPA, GRTgaz & Banque des Territoires, *AviCAFE, [Projet d'avitaillement en carburants alternatifs sur la Seine](#)*, dans le cadre du CPIER Vallée de la Seine, soutenu par la DIDVS, cofinancé par les Régions Normandie et Île-de-France et l'ADEME, 2021-2024.

ADEME, [Transition\(s\) 2050](#), édition mise à jour mars 2024, ADEME, 2024

TRAPIL, [Rapport annuel 2024](#), Disponible sur le site de Trapil

ADEME & I-Care, [Électro-carburants en 2050 : quels besoins en électricité et CO₂ ?](#), Rapport d'expertise, novembre 2023

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