



CHAPITRE 3

LES MESURES DE DÉCARBONATION DE L'INDUSTRIE

Synthèse

La décarbonation est l'un des défis majeurs posés à l'industrie française pour atteindre les objectifs de réduction de gaz à effet de serre (GES). Les émissions industrielles (85,5 MtCO₂eq en 2019) ont en effet connu une baisse rapide depuis 1990 (-44 %). Celle-ci s'explique par l'amélioration continue de l'efficacité carbone de la production industrielle mais également par le retrait de la part de l'industrie dans la valeur ajoutée (18 % à 11 % en valeur). Or, d'ici à 2030, l'industrie devra encore accélérer le rythme de sa décarbonation tout en poursuivant l'objectif de relocalisation de la production.

Pour relever ce double défi, France Relance mobilise spécifiquement 1,2 milliard d'euros d'aides. En complément des outils existants et en particulier du système européen d'échange de quotas d'émissions (SEQUE), trois appels à projets (AAP), opérés par l'Ademe, soutiennent les investissements en faveur de l'efficacité énergétique et la décarbonation des procédés (INDUSEE et DECARBIND) ainsi que la chaleur renouvelable (BCIAT). Un guichet de soutien à l'investissement des projets d'amélioration de l'efficacité énergétique a été également mis en place pour les projets de moindre envergure. Par ailleurs, ce soutien aux investissements en faveur de la décarbonation sera prolongé par « France 2030 », qui alloue 5,6 milliards d'euros à cette thématique.

À fin juin 2022, les AAP en faveur de l'efficacité énergétique (INDUSEE et DECARBIND) ont permis de soutenir 140 lauréats (voir tableau page suivante), pour un montant de subvention total de 553 millions d'euros. Les projets ainsi financés devraient permettre une économie de 2,7 MtCO₂eq par an¹. Quant à l'appel à projets en faveur de la production de

¹ À partir des estimations réalisées *ex ante* par les porteurs de projets et contre expertisées par l'Ademe.

chaleur bas carbone (BCIAT)¹, il a donné lieu au versement de 449 millions d'euros de subventions à l'investissement pour 89 projets. Cet AAP devrait permettre d'éviter 1,56 MtCO₂eq par an. Le secrétariat du comité ne dispose pas de données d'exécution relatives au guichet de soutien opéré par l'Agence de services et de paiement (ASP), ciblé sur les projets d'amélioration d'efficacité énergétique de plus faible envergure (moins de 3 millions d'euros).

Caractéristiques des appels à projets du Fonds de décarbonation de l'industrie (hors projets opérés par l'ASP)

Appel à projets	Nombre de projets lauréats	Nombre de projets candidats*	Total des subventions (en millions €)	Investissements associés aux projets financés (en milliards €)	Réduction de GES (MtCO ₂ /an)
INDUSEE	33	53	108	493	0,93
DECARBIND	107	151	444	2 129	1,81
BCIAT (CAPEX)	89	108	449	1 261	1,56

* Hors projets abandonnés ou inéligibles.

Source : Ademe, données arrêtées au 15 juin 2022

Les investissements subventionnés par les deux appels à projets en faveur de l'efficacité énergétique s'élèvent à 2,6 milliards d'euros, soit l'équivalent de 2,6 % des investissements industriels pour l'année 2021. Si l'on ajoute les aides BCIAT, l'ensemble des investissements subventionnés représente 4 % des investissements annuels de l'industrie. En se limitant aux investissements liés à la décarbonation², ce montant s'élève à 2,4 milliards d'euros. À titre de comparaison, les investissements de l'industrie pour la protection de l'environnement s'élevaient à 1,6 milliard d'euros en 2020 dont 0,4 milliard d'euro pour la limitation des GES³. Par ailleurs, les projets financés dans le cadre de France Relance devraient contribuer à réduire les émissions annuelles de l'industrie d'environ 4,3 MtCO₂eq, pour un objectif de réduction d'émissions fixé par la SNBC 2 à 30 MtCO₂eq en 2030 par rapport à 2019 (soit près de 15 % de l'objectif de baisse sur la période). Ainsi, la conception des AAP, leur exécution ainsi que les crédits alloués ont permis de répondre à l'objectif d'un soutien rapide et massif à la décarbonation de l'industrie en sortie de crise.

¹ L'AAP BCIAT contient également un volet « Aide au fonctionnement » (OPEX).

² Soit l'assiette éligible à l'aide à l'investissement.

³ « En 2020, la crise sanitaire a freiné les dépenses de l'industrie pour protéger l'environnement », Insee Résultats, juin 2022.

La répartition des subventions par secteur des AAP DECARBIND et INDUSEE est concordante avec la répartition sectorielle des émissions de l'industrie : les secteurs les plus émissifs et en particulier celui des minéraux non métalliques, matériaux de construction, et celui la chimie et raffinage, sont les premiers bénéficiaires. Par ailleurs, l'analyse statistique fait clairement apparaître l'efficacité de l'aide, mesurée comme le montant de la subvention rapporté aux tonnes de CO₂eq évitées, comme le critère prépondérant dans les décisions d'attribution. Les entreprises lauréates se distinguent également par un taux de marge plus élevé.

La rentabilité des projets lauréats des AAP DECARBIND et INDUSEE varie sensiblement entre les secteurs et au sein d'un secteur donné. Cette hétérogénéité s'explique notamment par la nature des projets qui diffère fortement d'un secteur à l'autre. En particulier, la rentabilité élevée d'une partie des projets subventionnés pourrait s'expliquer par la forte incertitude des gains des projets, notamment du fait de la volatilité des prix des intrants fossiles et de la tonne de carbone sur le marché SEQE. Cependant, cette analyse ne peut pas être conclusive quant aux risques de surfinancement en raison de données partielles sur les gains et les coûts associés aux projets lauréats.

S'agissant de la mesure de soutien à la chaleur bas carbone, soit l'appel à projets BCIAT, une équipe de chercheurs de l'Institut des politiques publiques a évalué la rentabilité des projets de cette mesure dans le cadre des appels à projets de recherche financés par le comité d'évaluation de France Relance. Les lauréats sélectionnés n'apparaissent pas comme surfinancés en retenant les conditions de prix de la publication de l'AAP. Néanmoins, en prenant en compte la forte hausse des prix de l'énergie en 2021 et 2022, l'ensemble des projets auraient été rentables sans subventions et de nouveaux projets d'investissement pourraient se financer indépendamment du dispositif.

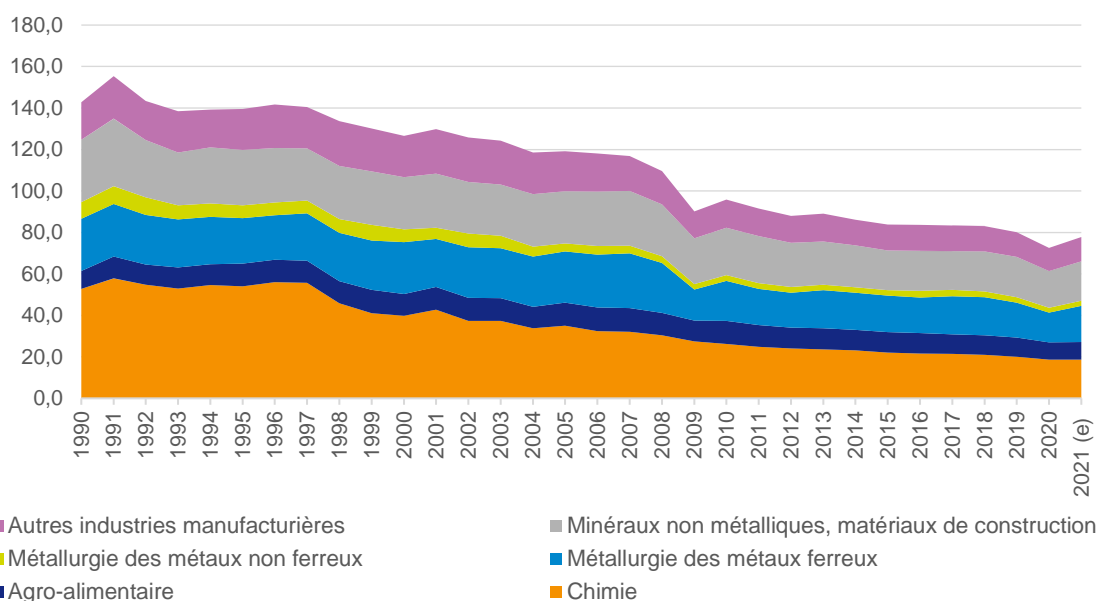
Cependant, ces premières analyses ne permettent pas de conclure quant à l'impact causal des dispositifs sur les investissements en faveur de la décarbonation et la baisse des émissions. À cet égard, les évaluations conduites par l'équipe de chercheurs de l'Institut des politiques publiques se poursuivront en 2023. Celles-ci viseront à évaluer l'impact causal de l'AAP DECARBIND et INDUSEE sur les investissements de décarbonation et la performance des entreprises ainsi qu'à mesurer l'impact environnemental de l'AAP BCIAT.

1. La décarbonation de l'industrie en France : situation et enjeux

1.1. L'industrie manufacturière, le cinquième des émissions de gaz à effet de serre en France

En 2019, l'industrie manufacturière française a émis 85,5 MtCO₂eq¹, soit 19 % des émissions de gaz à effet de serre (GES) territoriales de France. Il s'agit du deuxième secteur le plus émetteur (le premier étant les transports, qui représentent 30 % du total). La chimie, la métallurgie et la fabrication de minéraux non métalliques et matériaux de construction sont les sous-secteurs qui émettent le plus de CO₂eq parmi les secteurs de l'industrie : ils représentent 72 % de ses émissions (Graphique 28).

Graphique 28 – Répartition des émissions de GES (CO₂eq) du secteur de l'industrie manufacturière et construction en France (métropole et outre-mer UE)



Source : Citepa (2022), *Inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en France – Format Secten*, éd. 2022, juin

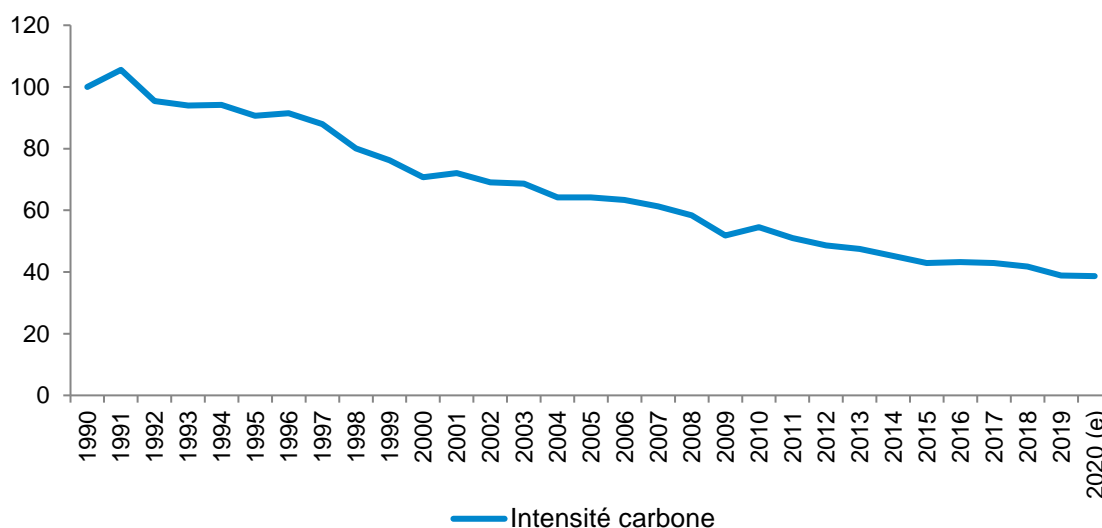
On observe de 1990 à 2019 une diminution continue des GES émis par le secteur de l'industrie. Il s'agit en effet du secteur de l'économie qui a le plus décarboné depuis 1990, avec une réduction des émissions de 44 %, contre 20 % pour le reste de l'économie.

¹ Les secteurs retenus pour la répartition des émissions de GES correspondent à la nomenclature Secten qui diffère de la nomenclature d'activités françaises, utilisé par l'Insee. Par exemple, le secteur du transport inclut les déplacements réalisés par les particuliers, et le secteur de l'industrie est rattaché à la construction.

Les années 2008 et 2009 se caractérisent par une diminution drastique des émissions de GES, avec une baisse de 17 %, essentiellement liée à la crise financière et à la baisse de l'activité économique qui en a résulté¹. Après une reprise dès 2010, les émissions n'ont cessé de diminuer jusqu'à 2019. En 2020, en raison de la pandémie du Covid-19 et des confinements successifs qui ont ralenti l'activité économique, le Citepa s'attend à observer une diminution particulièrement importante des émissions de CO₂eq par rapport à 2019 (environ 10 %).

Cette diminution des émissions de GES peut s'expliquer de plusieurs façons. D'une part, cela résulte du progrès technique des investissements visant à maîtriser la pollution permettant d'améliorer l'efficacité (ou intensité) carbone (c'est-à-dire, le rapport des émissions de CO₂ à la production de l'entreprise des procédés de fabrication. Ainsi, de 1990 à 2019, les émissions par unité de valeur ajoutée ont été divisées par plus de deux (Graphique 29), ce qui témoigne du fait que la réduction des émissions ne provient pas seulement de la désindustrialisation.

Graphique 29 – Évolution des émissions de CO₂eq par unité de valeur ajoutée de l'industrie manufacturière en France (base 100 en 1990)



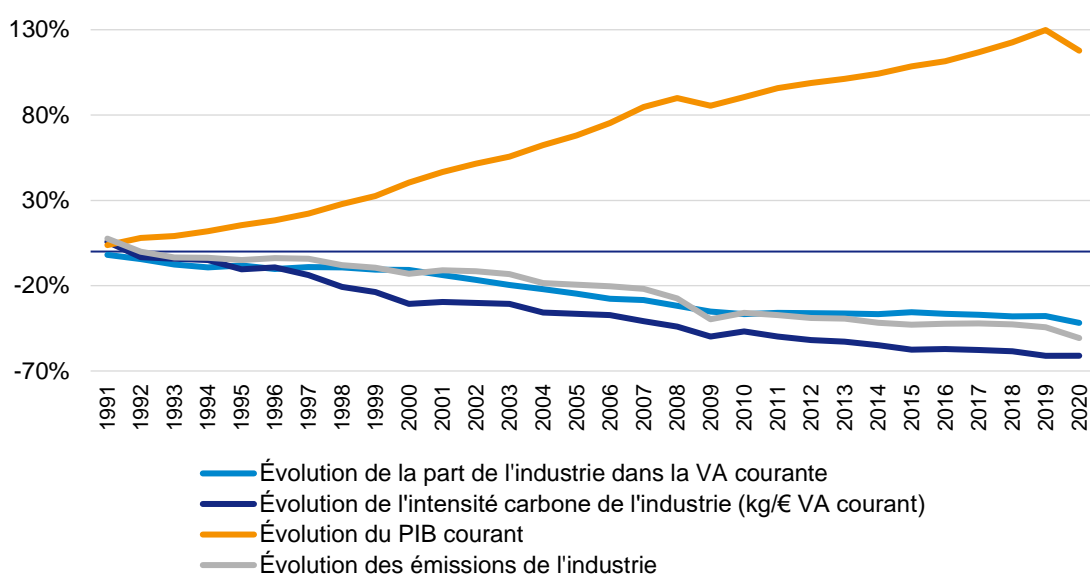
Source : Insee ; calculs pôle Science des données de l'IGF

D'autre part, la réduction des émissions de l'industrie provient en grande partie d'un mouvement de désindustrialisation. Le Graphique 30 présente l'évolution de trois facteurs qui peuvent contribuer à l'évolution des émissions industrielles : la hausse de la valeur ajoutée produite par l'économie française, la baisse de la part de l'industrie dans la valeur ajoutée et la baisse de l'intensité carbone de la valeur ajoutée industrielle. Il permet de

¹ D'après l'Insee, la production de l'industrie a diminué de 12 % en volume entre 2007 et 2009.

confirmer l'observation précédente sur l'accroissement de l'efficacité carbone du secteur de l'industrie manufacturière, mais fait également ressortir le rôle clé joué par la désindustrialisation et les gains de productivité dans la décarbonation de l'industrie en France. En effet, la part de l'industrie dans la valeur ajoutée nationale est passée de 18 % à 11 % entre 1990 et 2019.

Graphique 30 – Évolution de la valeur ajoutée nationale, de la part de l'industrie dans la valeur ajoutée et de l'intensité carbone de la valeur ajoutée (en cumul 1990-2020)



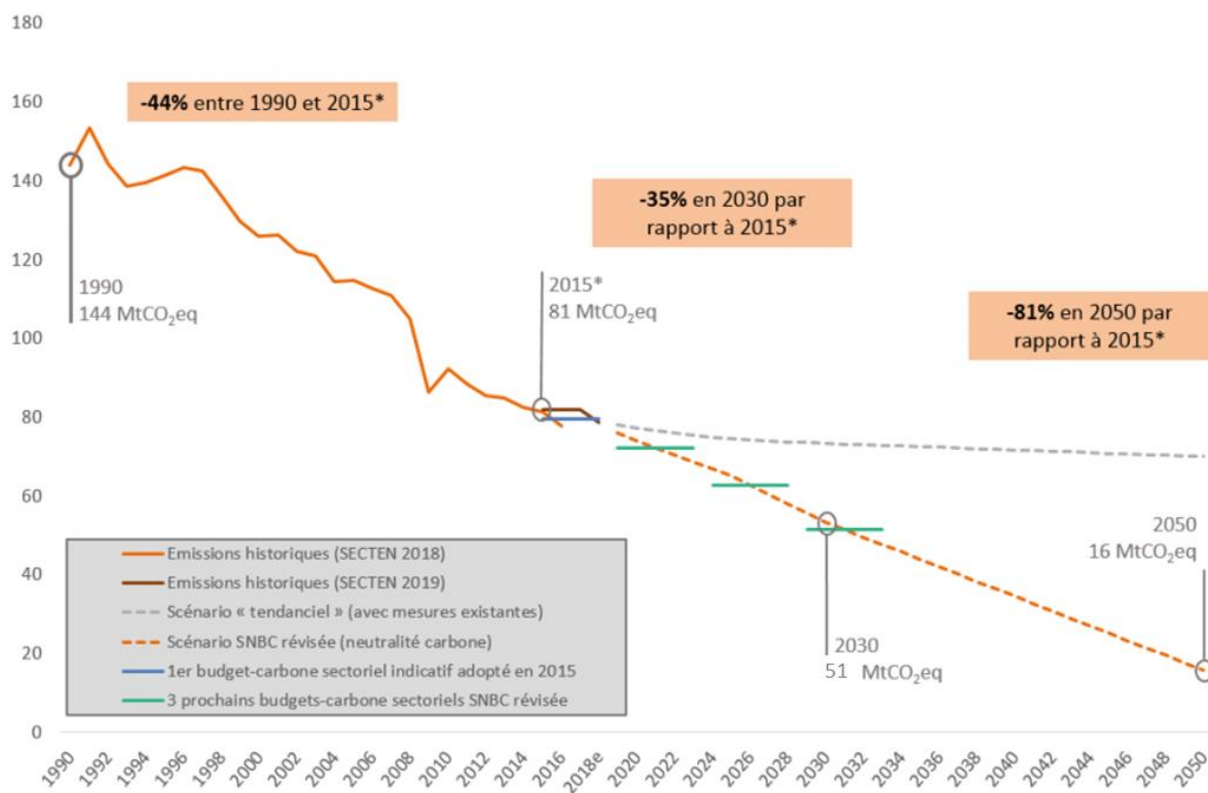
Source : Insee (2022), « *Les comptes de la nation en 2021* », Insee Première, n° 1904, mai et Citepa (2021), Inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en France – Format Secten, éd. 2021 ; calculs pôle Science des données de l'IGF

1.2. Définition par la SNBC d'une trajectoire ambitieuse pour l'industrie manufacturière

La Stratégie nationale bas-carbone (SNBC) a été introduite par la loi de transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) en 2015, et révisée en 2018-2019. Elle définit une trajectoire de réduction des émissions de GES, avec pour ambition d'atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050. Les objectifs de la SNBC pour le secteur de l'industrie manufacturière sont ambitieux, avec une cible de 51 MtCO₂eq d'ici à 2030 et de 16 MtCO₂eq d'ici à 2050¹, soit une réduction de respectivement 35 % et 81 % par rapport à 2019 (Graphique 31).

¹ Budget carbone issu du décret n° 2020-457 du 21 avril 2020 relatif aux budgets carbone nationaux et à la stratégie nationale bas-carbone.

Graphique 31 – Trajectoire de décarbonation de l'industrie au titre de la SNBC (1990-2050 - MtCO₂eq)



Source : SNBC révisée, mars 2020

Malgré l'importante réduction des émissions de GES dans le secteur de l'industrie depuis le début des années 1990, le rythme de réduction observé ces dernières années n'est pas suffisant pour remplir les objectifs fixés par la SNBC : entre 2013 et 2019, la réduction annuelle des GES était de 1,4 %, alors qu'elle devra atteindre 4,1 % par an d'ici 2030 pour atteindre les objectifs de la SNBC actuelle.

Cette stratégie sera par ailleurs amenée à être révisée pour respecter le durcissement des objectifs européens (le paquet « Fit for 55 », qui prévoit une diminution des émissions de GES de 55 % à l'horizon 2030, contre 40 % au moment de l'adoption de la stratégie française en mars 2020).

La SNBC a également un objectif d'amélioration de la compétitivité et de la performance du secteur, à travers la modernisation des installations et des organisations permises par les investissements de décarbonation.

1.3. Les précédents dispositifs publics participant à la décarbonation de l'industrie en France

Le Système européen d'échange de quotas d'émission (SEQE)

Le SEQE¹ s'applique à plus de 11 000 entreprises (installations industrielles et de production d'énergie). Il couvre 38 % des émissions de GES de l'Union européenne, et environ 75 % des émissions de l'industrie française sont soumises au SEQE. Le prix du quota est en forte augmentation depuis octobre 2020 : après une période de relative stagnation entre octobre 2018 et octobre 2020 (voir Graphique 32), avec un prix de la tonne de CO₂ compris entre 17 euros et 28 euros, il s'élevait à 55 euros en mai 2021. Ce système fournit une incitation aux industriels à investir dans des dispositifs de décarbonation si le prix du CO₂ est supérieur au coût d'abattement de l'entreprise.

De plus, la Commission européenne a proposé la création d'un Mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (MACF) de l'Europe dans le cadre du paquet « Fit for 55 ». Ce mécanisme permettrait d'étendre la tarification carbone aux importateurs de produits inclus dans le SEQE, de telle sorte qu'ils supportent une charge équivalente à celle des producteurs européens. Ce système pourrait permettre de concilier l'objectif de décarbonation et le maintien de la compétitivité des secteurs concernés en prévenant les fuites de carbone², tout en incitant les pays partenaires à mettre en place des mesures pour inciter à la décarbonation.

Graphique 32 – Évolution de prix de la tonne de carbone sur le SEQE de 2009 à 2022, en euros



Source : Commission de régulation de l'énergie (CRE)

¹ Système d'échange de quotas d'émission de l'UE ou Emission Trading Scheme (ETS) en anglais.

² Les fuites de carbone se définissent comme la délocalisation de production fortement émissive en dehors de l'Union européenne afin de se soustraire à la réglementation européenne.

Des dispositifs de soutien à l'investissement, à la fois au niveau européen et national, participent également à l'objectif de décarbonation de l'industrie

Il existe également des dispositifs de soutien financier à la décarbonation des entreprises du secteur industriel, au niveau européen et au niveau national.

- Au niveau de l'UE, le fond innovation (*Innovation Fund*) permet le financement de technologies à faible intensité de carbone. Les ressources allouées à ce fonds sont estimées à 38 milliards d'euros sur la période 2020-2030.
- Au niveau national :
 - le Fonds Chaleur, géré par l'Ademe depuis 2009, bénéficie à l'habitat collectif, aux collectivités et aux entreprises. Il finance des projets de production de chaleur à partir de biomasses et de récupération. De 2009 à 2020, les ressources du fonds de chaleur se sont élevées à 2,6 milliards d'euros et ont permis de soutenir 6 000 réalisations ;
 - les certificats d'économie d'énergie (CEE) sont des aides financières proposées par les fournisseurs d'énergie pour financer des travaux de rénovation énergétique des particuliers, professionnels ou collectivités territoriales ;
 - dans le cadre du programme d'investissements d'avenir (PIA) : 610 millions d'euros sont prévus par la stratégie d'accélération de la décarbonation de l'industrie afin de soutenir les initiatives de recherche, de développement de pilotes industriels et de démonstrateurs ;

Ces dispositifs ne sont cependant pas spécifiquement dédiés au déploiement de solutions de décarbonation de l'industrie, contrairement aux dispositifs de France Relance et de France 2030.

2. Le Fonds de décarbonation de l'industrie, principal vecteur de soutien à la décarbonation de l'industrie de France Relance

2.1. Présentation du Fonds de décarbonation de l'industrie

Le plan France Relance alloue 1,2 milliard d'euros de crédits au déploiement de solutions de décarbonation de l'industrie. Le Fonds de décarbonation de l'industrie (FDI) du plan est une mesure inédite de soutien à la décarbonation de l'industrie française tant par l'ampleur de l'enveloppe allouée que par les mesures mises en place. Il a pour objectif de déclencher le déploiement de solutions matures de décarbonation en diminuant le coût de l'investissement pour l'industriel.

Ce dispositif comprend trois volets, dont la mise en œuvre a été opérée par l'Ademe et l'Agence de services et de paiement (ASP) à travers l'organisation d'appels à projets (AAP) ou l'ouverture d'un guichet. En juin 2022 et sur le périmètre des seuls lauréats annoncés, les dispositifs mis en œuvre sont :

- les appels à projets de soutien à l'investissement de projets améliorant l'efficacité énergétique et la décarbonation des procédés (INDUSEE en 2020¹, puis DECARBIND en 2021). Ces AAP s'adressent aux projets qui représentent un investissement de plus de 3 millions d'euros. À date, les AAP de l'Ademe ont permis de soutenir 140 lauréats (voir Tableau 13), pour un montant de subvention total de 553 millions d'euros et pour un montant d'investissement déclenché de 2,6 milliards d'euros. Les projets ainsi financés devraient permettre une économie de 2,7 MtCO₂eq par an à iso-production² ;
- l'appel à projets de soutien à l'investissement pour la production la chaleur bas carbone (BCIAT)³, issue de la biomasse. Cette aide se traduit par le versement par l'Ademe de 449 millions d'euros de subventions à l'investissement pour 89 projets, pour un investissement total de 1,3 milliard d'euros. Cet appel à projets devrait permettre d'éviter 1,56 MtCO₂eq par an ;
- l'Agence de services et de paiement (ASP) s'est vue attribuer la gestion d'un guichet de soutien aux projets d'amélioration de l'efficacité énergétique de plus faible envergure (moins de 3 millions d'euros d'investissements). Ce guichet a été ouvert du 10 novembre 2020⁴ au 30 juin 2022⁵. À l'inverse des deux appels à projets, l'attribution de l'aide se faisait sans évaluation environnemental du projet et l'aide était versée aux projets vérifiant les conditions d'éligibilité. Celles-ci⁶ portent sur les matériels subventionnés, le secteur d'activité (industrie manufacturière) et la réglementation européenne au regard des aides d'État⁷. Le secrétariat du comité n'a pas pu accéder au nombre de projets bénéficiaires de cette aide ainsi qu'au montant des subventions.

¹ Clôturé le 20 octobre 2020.

² À partir des estimations réalisées *ex ante* par les porteurs de projets et contre-expertisées par l'Ademe.

³ L'AAP BCIAT contient également un volet « Aide au fonctionnement » (OPEX).

⁴ Décret n° 2020-1361 du 7 novembre 2020.

⁵ Décret n° 2022-922 du 22 juin 2022.

⁶ Décret n° 2020-1361 du 7 novembre 2020.

⁷ Règlement (UE) n° 651/2014 et n° 1407/2013

Tableau 13 – Caractéristiques des appels à projets du Fonds de décarbonation de l'industrie

Appel à projets	Nombre de projets lauréats	Nombre de projets candidats*	Total des subventions (en millions €)	Investissements associés aux projets financés (en milliards €)	Réduction de GES (MtCO ₂ /an)
INDUSEE	33	53	108	493	0,93
DECARBIND	107	151	444	2 129	1,81
BCIAT (CAPEX)	89	108	449	1 261	1,56

* Hors projets abandonnés ou inéligibles.

Source : Ademe, données arrêtées au 15 juin 2022

L'appel à projets INDUSEE a été lancé dès août 2020 et ciblait les projets d'efficacité énergétique

L'appel à projets INDUSEE a été lancé le 1^{er} août 2020 et clôturé le 20 octobre 2020. Il vise à soutenir les investissements en faveur de la décarbonation ou de la réduction de la consommation d'énergie.

Le cahier des charges¹ précise les conditions d'éligibilité des projets au dispositif :

- l'AAP cible uniquement le secteur de l'industrie manufacturière et les mesures d'efficacité énergétique pour une activité industrielle. Le projet d'investissement doit par ailleurs être supérieur à 3 millions d'euros ;
- le projet doit permettre une réduction des émissions de GES et de consommation en énergie primaire. Les nouvelles installations et extensions industrielles sont également éligibles sous la condition que les niveaux de performance énergétique et environnementale soient supérieurs aux solutions de référence ;
- seules sont éligibles les solutions ayant dépassé le stade de la R & D et suffisamment mature pour une utilisation industrielle.

L'efficacité de l'aide publique mesurée par le montant de la subvention rapportée aux tonnes CO₂eq évitées sur une durée normative de vingt ans est le critère prépondérant dans la décision d'attribution des subventions. À ce critère s'ajoutent d'autres dimensions faisant l'objet d'une appréciation qualitative :

- la cohérence et l'ambition environnementale : inscription du projet dans une trajectoire de décarbonation, impacts environnementaux hors climat, inscription dans une démarche territoriale ;

¹ Cahier des charges 2020 de l'appel à projets INDUSEE.

- la cohérence et l'ambition industrielle : évaluation technique et financière du projet, impact sur la compétitivité, le niveau d'activité et l'emploi du site ;
- la structuration de la filière : schéma de sous-traitance envisagé, mobilisation de capacités de production sur le territoire national et européen, répliquabilité du projet au-delà du groupe.

Enfin, la subvention octroyée est régie par le régime d'aide à la réalisation de l'Ademe n° SA 55400 conformément à l'encadrement communautaire des aides d'État. En particulier, la subvention maximale s'élève à 30 % des dépenses éligibles¹ pour les grandes entreprises, 40 % pour les moyennes entreprises et 50 % pour les petites entreprises. Le régime « Cadre temporaire pour le soutien aux entreprises » permet aux États membres d'apporter un appui à leurs entreprises pendant la crise du Covid-19 pour une aide d'un montant maximum de 800 000 euros puis de 1,8 million d'euros sans limite de taux d'aide. L'assiette éligible est alors le surcoût de l'investissement, avec une modulation de l'aide afin de limiter le temps de retour brut de l'investissement à plus de 24 mois minimum.

L'appel à projets DECARBIND fait suite à l'AAP INDUSEE et étend le champ des projets éligibles à la transformation des procédés

Dès sa conception, l'appel à projets INDUSEE avait vocation à être étendu afin de couvrir l'ensemble des investissements d'adaptation technologique visant à réduire les émissions de GES. À ce titre, un appel à manifestation d'intérêt (AMI IndusDECAR) a été initié en parallèle pour identifier toutes les solutions technologiques matures permettant de réduire les émissions de GES afin de préfigurer l'appel à projets faisant suite à l'AAP INDUSEE, soit l'AAP DECARBIND. Cet AMI a permis d'identifier 125 projets ainsi que des nouvelles technologies susceptibles d'être subventionnées par l'AAP.

Suite à l'AMI DECARB et à l'AAP INDUSEE, l'AAP DECARBIND a été lancé en mars 2021, et a pour principal différence avec l'AAP INDUSEE l'élargissement des projets éligibles au-delà de l'amélioration de l'efficacité énergétique et en particulier à l'électrification et à la modification des intrants ou du procédé industriel s'ils ont pour conséquence la baisse des émissions.

Les critères de sélection de cet appel à projets sont similaires à ceux d'INDUSEE, à savoir l'efficacité énergétique mesurée par le montant d'aides publiques rapporté aux émissions de CO₂eq à laquelle s'ajoute la prise en compte de critères qualitatifs tels que la cohérence et l'ambition industrielle et environnementale.

¹ Les dépenses éligibles sont définies comme les coûts éligibles après déduction faite d'un investissement de référence (ou contrefactuel).

L'appel à projets a été clôturé le 14 octobre 2021 et l'ensemble de lauréats seront désignés d'ici la fin 2022.

L'appel à projets BCIAT s'inscrit dans la continuité du Fonds Chaleur préexistant au plan de relance

L'appel à projets BCIAT fait suite au Fonds Chaleur préexistant à France Relance. Créé en 2009, ce fonds doté de 2,6 milliards d'euros et opéré par l'Ademe a permis de soutenir 6 000 réalisations et une production d'énergie renouvelable à hauteur de 35,5 TWh/an d'après l'Ademe. Ce fonds s'inscrivait dans l'objectif national d'augmentation de la part des énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie en France à 20 % en 2020 et 32 % en 2030¹.

La contribution du Fonds Chaleur à ces objectifs ayant été démontrée², le plan France Relance a alloué une large part au soutien à la chaleur décarbonée à travers l'appel à projets BCIAT, lancé en septembre 2020. À la différence du Fonds Chaleur, celui-ci prévoit en plus d'un soutien à l'investissement, un volet « Soutien au fonctionnement » afin de compenser l'écart de coûts entre la chaleur produite à partir de la biomasse et la solution alternative reposant sur une énergie fossile, sur une période pluriannuelle.

Les caractéristiques techniques du projet ainsi que la pertinence économique et environnementale ont été retenues pour évaluer les projets³ :

- le ratio aide en euro rapportée à l'énergie annuelle produite à partir de biomasses (MWh) ainsi que le ratio aide en euro sur tonnes de CO₂ évitées sont retenus comme indicateur de performance. Les projets les plus efficaces selon ces indicateurs sont prioritaires ;
- la construction d'une démarche d'économies d'énergie est un préalable aux projets ;
- le dimensionnement technique de l'installation doit être adapté au besoin pour limiter le fonctionnement à taux réduit. Par ailleurs, le rendement de la centrale doit être d'au moins 85 % et la puissance minimale de 12 MW ;

¹ [Loi n° 2009-967](#) du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement I et [loi n° 2015-992](#) du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte.

² Voir notamment Ademe (2018), *Évaluation stratégique du Fonds Chaleur de 2009-2017*.

³ Cahier des charges de l'appel à projets BCIAT 2020.

- l'alimentation en ressources biomasses doit faire l'objet d'un plan d'approvisionnement. En particulier, les ressources en bois doivent être issues de filières sylvicoles certifiées (PEFC¹, FSC²) ;
- les effets de l'installation sur la pollution de l'air et la gestion des cendres.

Par ailleurs, les coûts admissibles sont calculés à partir d'une évaluation économique en comparant la différence de coûts entre la solution biomasse et un projet contrefactuel reposant sur une chaudière au gaz d'une puissance équivalente.

2.2. Les autres mesures de France Relance et France 2030 qui participent à la décarbonation de l'industrie

Le soutien massif à la production d'hydrogène « vert » participe à la décarbonation de l'industrie

D'autres mesures de France Relance participent à l'objectif de décarbonation de l'industrie. Celles-ci se distinguent des mesures du Fonds de décarbonation de l'industrie en ciblant une technologie ou un secteur particulier. Il s'agit :

- du développement de l'hydrogène « vert », auquel France Relance consacre 2 milliards d'euros, à travers plusieurs leviers parmi lesquels :
 - la participation à un PIIEC³ en vue de soutenir l'industrialisation et le développement de démonstrateur. En septembre 2022, dix projets ont été sélectionnés et bénéficieront d'un montant de 2 milliards d'euros d'aides publiques au titre du PIIEC ;
 - le soutien à des projets d'investissements de production d'hydrogène par électrolyse dans les territoires. Cette mesure a fait l'objet d'un appel à projets « Écosystèmes territoriaux hydrogène » lancé en 2020 en complémentarité avec les programmes d'intervention de l'Ademe (275 millions d'euros au total).
- du soutien aux investissements en faveur de la modernisation de l'aéronautique et de l'automobile pour 1,3 milliard d'euros. Cependant, cette mesure appartenant au volet « Écologie » du plan de relance n'aurait qu'un effet limité sur la décarbonation de ces deux secteurs d'après le premier rapport d'évaluation de France Relance⁴.

¹ Programme de reconnaissance des certifications forestières.

² Forest Stewardship Council (Conseil de soutien à la Forêt).

³ Projet important d'intérêt européen commun.

⁴ Comité d'évaluation du plan France Relance (2021), *Premier rapport*, présidé par Benoît Cœuré, octobre.

Dans la suite de France Relance, le plan France 2030 intensifie le soutien à la décarbonation de l'industrie

France 2030 consacre 5,6 milliards d'euros¹, sur un budget total de 34 milliards d'euros, à la décarbonation de l'industrie et fait de cette thématique l'une des priorités du plan. Ce montant est partagé en trois volets :

- 4 milliards d'euros consacrés aux déploiements de solutions de « décarbonation profonde » de sites industriels fortement émissifs notamment dans le secteur de la sidérurgie, la chimie lourde, le ciment ou l'aluminium² ;
- 1 milliard d'euros pour le déploiement de solutions plus matures. Ce volet vise à poursuivre les appels à projets en faveur de la décarbonation de France Relance, soit les AAP BCIAT et DECARBIND ;
- 0,6 milliard d'euros pour soutenir l'innovation et le déploiement de technologies pour une industrie bas carbone.

Par ailleurs, France 2030 contribue à hauteur de 2,3 milliards d'euros à la stratégie hydrogène.

Ainsi, le soutien massif aux investissements en faveur de la décarbonation initié par France Relance est pérennisé à moyen terme par le plan France 2030.

3. Un soutien massif et rapide aux investissements en faveur de la décarbonation en sortie de crise

3.1. Une conception des AAP et une sélection des projets réalisées dans un temps contraint

L'action conjointe de l'Ademe et des services de l'État, dont la DGE et la DGEC, ont permis une montée en charge rapide des dispositifs, en partie nouveau, dans un temps contraint. En juin 2022, les projets sélectionnés totalisaient près de 4 milliards d'euros d'investissements.

En particulier, l'AAP DECARBIND constituait une modalité nouvelle d'intervention de l'État pour soutenir la décarbonation. Celui-ci a été publié en mars 2021, faisant suite à l'AMI DECARBIND et l'APP INDUSEE, ouvert à l'automne 2020. Quant à la sélection et la contractualisation des projets, elle devrait s'achever en 2022.

¹ Gouvernement (2022), « [France 2030. Décarbonation de l'industrie](#) », dossier de presse, 4 février.

² Il s'agit par exemple de soutenir les investissements du groupe ArcelorMittal pour construire une nouvelle unité de réduction du minerai de fer à partir d'hydrogène.

La rapidité de conception et de publication des AAP ainsi que l'instruction des projets ont permis d'atteindre les objectifs suivants à fin juin 2022 :

- 204 candidatures avaient été examinées¹ et 140 projets avaient été validés dans le cadre de l'AAP INDUSEE et de l'AAP DECARBIND ;
- 108 candidatures avaient été examinées et 89 projets avaient été validés dans le cadre des trois relèves des AAP BCIAT.

À la même date, les investissements privés déclenchés par les deux AAP DECARBIND et INDUSEE s'élèvent à 2,6 milliards d'euros, soit l'équivalent de 2,6 % des investissements industriels pour l'année 2021. Si l'on ajoute les aides BCIAT, l'ensemble des investissements subventionnés par le FDI représente 4 % des investissements annuels de l'industrie.

Cette analyse peut être affinée en ciblant spécifiquement les investissements liés à la décarbonation. Pour les seuls AAP DECARBIND et INDUSEE, les investissements spécifiques à la décarbonation, soit les dépenses éligibles, s'élèvent à 2,4 milliards d'euros. Ce montant apparaît très significatif au regard des investissements de l'industrie pour la protection de l'environnement qui s'élevaient à 1,6 milliard d'euros en 2020 dont 0,4 milliard d'euros pour la limitation des gaz à effet de serre².

Les projets de décarbonation financés dans le cadre de France Relance devraient contribuer à réduire les émissions de l'industrie d'environ 4,3 MtCO₂eq par an, pour un objectif de réduction d'émissions fixé par la SNBC 2 à 34,5 MtCO₂eq en 2030 par rapport à 2019 (soit près de 15 % de l'objectif de baisse sur la période). Ainsi, la conception des appels à projets et leur exécution ont permis de répondre à l'objectif d'un soutien rapide et massif à la décarbonation de l'industrie en sortie de crise.

3.2. L'efficacité de l'aide, critère déterminant dans la sélection des projets

Sur les 204 projets ayant candidaté aux appels à projet INDUSEE et DECARBIND entre 2020 et 2022, 140 sont lauréats, soit un taux de 68 % de projets lauréats. L'appel à projets BCIAT³ est beaucoup moins sélectif : sur 108 projets candidats, 89 ont été sélectionnés, ce qui représente un taux de sélection de 82 %.

D'après le cahier des charges, la sélection des projets reposait sur une approche multicritère, avec cependant l'efficacité budgétaire⁴ comme critère prédominant. Pour les

¹ Hors projets abandonnés ou inéligibles.

² Insee (2022), « [Les consommations d'énergie dans l'industrie en 2020](#) », *Insee Résultats*, mai.

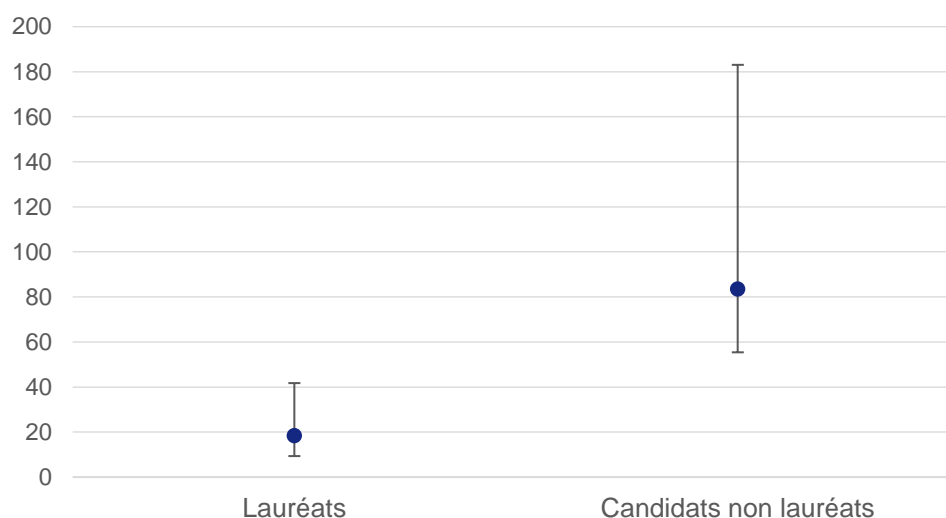
³ Pour le seul volet « Investissement ».

⁴ Mesuré par le montant de la subvention rapportée au nombre de tonnes évitées.

AAP DECARBIND et INDUSEE, les données disponibles ont permis au secrétariat du comité de réaliser une analyse statistique sur la sélection des projets :

- la comparaison de l'efficacité de l'aide, mesurée *ex ante* entre les projets retenus et non retenus fait clairement apparaître le poids prépondérant de ce critère dans les décisions d'attribution, à quelques exceptions près (voir Graphique 33). L'efficacité médiane de l'aide allouée aux projets retenus s'élève à 18 €/tCO₂, contre 83 €/tCO₂ pour les projets non lauréats ;
- une analyse multivariée, en retenant plusieurs critères possibles de sélection, montre également que le coefficient associé à l'efficacité de l'aide est très significatif¹. Par ailleurs, le type de décarbonation ressort comme une variable significative dans l'attribution des aides (voir Tableau 14). En particulier, les projets reposant sur des « intrants matières alternatifs » seraient moins sélectionnés. Par ailleurs, le processus de sélection semble favoriser les entreprises plus rentables, comme en témoigne le coefficient significativement positif associé au taux de marge.

Graphique 33 – Distribution de l'efficacité de l'aide parmi les projets retenus et non retenus



Lecture : la médiane de l'efficacité de l'aide des lauréats des AAP INDUSEE et DECARBIND s'élève à 18 €/tCO₂eq, le premier quartile à 9,09 €/tCO₂eq et le troisième quartile à 41,73 €/tCO₂eq.

Source : AAP INDUSEE et DECARBIND (Ademe) ; calculs pôle Science des données de l'IGF

¹ Ce coefficient reste significatif en contrôlant du « type de décarbonation » (spécification 2).

**Tableau 14 – Régression logistique de la probabilité
d'être lauréat de l'AAP DECARBIND**

Variable	Spécification 1		Spécification 2	
	Effets marginaux		Effets marginaux	
Âge de l'entreprise (années)	1,26E-03		8,39E-06	
Efficacité de l'aide (tCO ₂ /€)	1,82E+02	***	2,03E+02	***
Émissions de CO ₂ (tCO ₂ /an)	-1,82E-07		5,78E-08	
Entreprise soumise au SEQE	1,14E-01		4,28E-02	
<i>Industries (ref. : agro-alimentaire)</i>				
Autres industries manufacturières	1,69E-01	*	2,00E-01	**
Biens d'équipements, matériels de transport	6,48E-02		7,68E-02	
Chimie	-9,88E-02		-3,03E-02	
Construction	2,52E-01		3,11E-01	***
Eau, électricité, gestion de déchets	-3,37E-01	**	-1,94E-01	
Industries extractives	1,16E-01		8,74E-02	
Métallurgie des métaux ferreux	2,47E-01		3,08E-01	
Métallurgie des métaux non ferreux	-1,76E-01		-1,69E-01	
Minéraux non métalliques, matériaux de construction	-4,94E-02		5,70E-02	
Papier, carton	-1,88E-02		1,14E-01	
Part de l'investissement dans la VA	1,53E-01		1,28E-01	
Productivité	-9,63E-09		-2,56E-08	
Effectif	8,65E-05	**	8,09E-05	*
Taux de marge	9,83E-02	*	1,15E-01	**
<i>Type de décarbonation</i>				
Autre			-2,11E-01	*
Changement de combustible			2,46E-01	
Efficacité énergétique			-3,55E-02	
Electrification			1,15E-01	*
Intrants matière alternatifs			-2,66E-01	***
Récupération de chaleur			1,16E-01	*

Lecture : significativité à 10 % : *, à 5 % : **, à 1 % : ***. Toutes choses égales par ailleurs, la probabilité d'être candidate est de 25 % plus élevée pour les entreprises du secteur de la métallurgie des métaux ferreux.

Source : FARE 2019, SEQE-UE, AAP DECARBIND (Ademe) ; calculs pôle Science des données de l'IGF

En retenant comme principal critère de sélection l'efficacité de l'aide, les appels à projet répondent à l'objectif fixé d'une décarbonation rapide et massive de l'industrie. Par ailleurs,

ce choix n'a pas conduit à concentrer les subventions sur un seul secteur ou une seule technologie.

4. Les secteurs les plus émissifs, principaux bénéficiaires des dispositifs

4.1. En mobilisant plusieurs bases de données, le comité a pu caractériser les candidats et lauréats des appels à projets

Le secrétariat du comité d'évaluation de France Relance a constitué une base de données afin d'analyser les caractéristiques des lauréats et des candidats des appels à projets de l'Ademe. Celle-ci repose sur l'appariement de plusieurs sources de données :

- les données transmises par l'Ademe sur les candidats¹ et lauréats² des appels à projets DECARBIND, BCIAT et INDUSEE, qui fournissent, en plus du SIRET des établissements concernés, des informations sur le montant des aides allouées aux lauréats, le CAPEX des projets et l'estimation de la quantité de CO₂ évitée par projet ;
- le fichier approché des résultats d'Esane (FARE) fournit des données comptables des entreprises (au niveau de leur siège social) : production, valeur ajoutée, excédent brut d'exploitation, montant des investissements, effectifs, date de la création d'entreprise, code APE, catégorie d'entreprise (micro-entreprises, PME, ETI, GE) ;
- la base SEQE fournit les émissions de gaz à effet de serre des installations soumises au système de quotas d'émissions de l'UE³ ;
- les données de Citepa sur la quantité de CO₂ émise par secteur d'activité de l'économie française et en particulier des sous-secteurs de l'industrie manufacturière.

Les analyses sont réalisées à deux niveaux de granularité différents : au niveau des entreprises et au niveau des sous-secteurs de l'industrie. Pour le premier niveau d'analyse, les données de projets de l'Ademe sont appariées au niveau du SIREN (numéro d'identification de l'entreprise) et non au niveau du SIRET (numéro d'identification de l'établissement), la base FARE ne fournissant les informations comptables qu'au niveau

¹ Les établissements lauréats ou dont le statut est « En instruction » ou « Invitation à redépôt » sont considérés comme candidats. Les établissements dont le statut est « Inéligible » ou « Abandon » ne sont pas considérés comme candidat ni lauréat et sont retirés de l'analyse.

² Les établissements dont le statut est « Sélection copil technique », « Validé ministre », ou « Engagé » sont considérés comme lauréats.

³ Données 2015-2020 d'émissions de gaz à effet de serre des installations soumises à quota de l'UE (SEQE-UE/EU ETS) : <https://data.europa.eu/data/datasets/60b0a8760400f4c54e5ca05e?locale=fr>

du SIREN. Cependant, dans les données de l'Ademe, les projets sont identifiés aux niveaux de l'établissement, de même que les émissions de gaz à effet de serre de la base SEQE. Pour certaines entreprises, plusieurs établissements ont pu candidater à l'AAP, avec des résultats différents (par exemple, un établissement lauréat pour trois candidatures). Pour s'affranchir de cette contrainte, on considère qu'une entreprise est lauréate si au moins l'un de ses établissements est lauréat, et qu'une entreprise est candidate si au moins l'un de ses établissements est candidat.

Par ailleurs, pour les comparaisons entre les entreprises candidates et le reste du secteur, le champ de l'analyse est restreint aux entreprises avec un effectif supérieur à 5¹, afin de constituer un échantillon d'entreprises comparables aux porteurs de projets.

4.2. Une sur-représentation des secteurs les plus émissifs parmi les candidats en cohérence avec l'objectif de maximisation de l'efficacité de l'aide publique

Les AAP DECARBIND et INDUSEE ont bénéficié à une large palette de secteurs

L'ensemble des secteurs industriels ont été subventionnés dans le cadre des AAP DECARBIND et INDUSEE. Cependant, le secteur « Minéraux non métalliques, matériaux de construction », c'est-à-dire la production de ciment et de verre, se distingue avec une part des aides de l'AAP représentant 39 % de l'enveloppe (voir Tableau 15). En descendant d'un cran dans la granularité sectorielle, le secteur de la production de ciment a reçu l'aide la plus importante (33,3 % de l'aide totale). Le secteur de la chimie et du raffinage a également reçu une part significative des aides totales (16,1 %) qui s'explique principalement par un nombre élevé d'entreprises lauréates dans ce secteur (26 entreprises).

¹ Soit l'effectif minimal des entreprises candidates aux appels à projets INDUSEE ou DECARBIND.

Tableau 15 – Répartition des subventions par secteur (DECARBIND et INDUSEE)

Secteur	Nombre d'établissements candidats et non lauréats	Nombre d'établissements lauréats	Aide INDUSEE et DECARBIND (millions €)	Part de l'aide	Aide moyenne (millions €)
<i>Minéraux non métalliques, matériaux de construction</i>					
Ciment	2	17	184	33,3 %	11,9
Verre	2	7	13	2,3 %	1,8
Autre	1	7	19	3,4 %	2,7
Total minéraux non métalliques, matériaux de construction	5	31	215	39 %	6,9
Chimie & raffinage	14	26	89	16,1 %	3,4
Agro-alimentaire	8	23	54	9,8 %	2,3
Métallurgie des métaux ferreux	1	10	37	6,7 %	3,7
Papier, carton	3	10	54	9,7 %	5,4
Eau, électricité, gestion des déchets	15	13	46	8,4 %	3,6
Autres industries manufacturières	5	11	27	5,0 %	2,5
Métallurgie des métaux non ferreux	3	4	13	2,3 %	3,2
Construction	2	3	4	0,7 %	1,2
Biens d'équipements, matériels de transport	7	5	10	1,8 %	2,0
Industries extractives	1	4	1	0,7 %	0,9
Total	64	140	553	100 %	3,9

Source : FARE 2019, AAP INDUSEE, DECARBIND (Ademe) ; calculs pôle Science des données de l'IGF

En ce qui concerne l'AAP BCIAT, le secteur de l'eau, électricité et gestion des déchets a reçu la part la plus importante des aides (54,4 %) (voir Tableau 16). Ce résultat s'explique par la nature de l'appel à projets ciblé vers une technologie particulière : la production de chaleur à partir de biomasse. En effet, ce dernier secteur comprend la production de chaleur, notamment à destination des entreprises industrielles.

Tableau 16 – Répartition des subventions par secteur (BCIAT OPEX et CAPEX)

Secteur	Nombre d'établissements candidats	Nombre d'établissements lauréats	Aide BCIAT (en millions €)*	Part de l'aide
Minéraux non métalliques, matériaux de construction	2	3	6,1	1,2 %
Chimie & raffinage	0	3	30	6,1 %
Agro-alimentaire	3	26	80,6	16,4 %
Métallurgie des métaux ferreux	0	0	0	0
Papier, carton	3	6	56	11,3 %
Eau, électricité, gestion des déchets	10	46	270,4	54,4 %
Autres industries manufacturières	4	16	52,2	10,5 %
Métallurgie des métaux non ferreux	0	0	0	0 %
Construction	0	0	0	0 %
Biens d'équipements, matériels de transport	1	1	0,4	0,1 %
Industries extractives	0	1	1,1	0,2 %
Total	23	102	496,8	100 %

* L'aide retenue ici comprend l'aide à l'investissement et l'aide au fonctionnement. Dans la partie 2.1 *supra*, seul le volet « Financement » est retenu.

Source : FARE 2019, BCIAT (Ademe) ; calculs pôle Science des données de l'IGF

En première approche, la répartition sectorielle des aides est cohérente avec celle des émissions de gaz à effet de serre

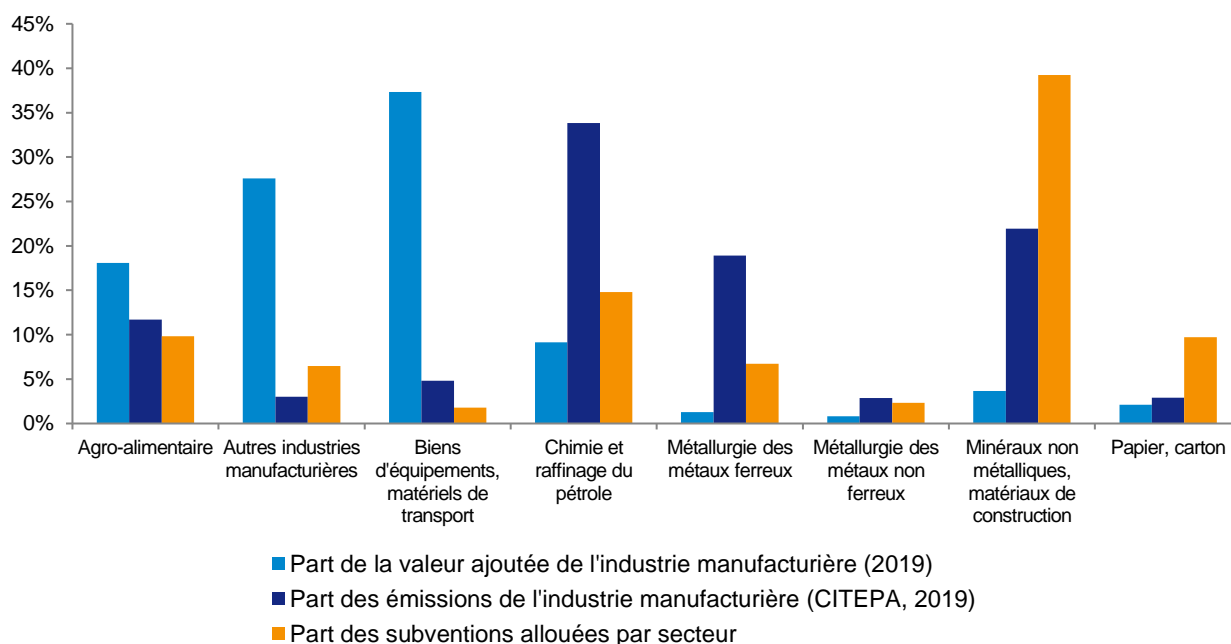
La concentration des subventions dans certains secteurs est concordante avec la part des émissions de chacun des secteurs, à l'exception de celle de la métallurgie des métaux ferreux.

Le Graphique 34 compare la part d'un secteur dans la valeur ajoutée de l'industrie manufacturière à sa part dans les émissions de GES de l'industrie manufacturière, et à sa part dans les subventions des appels à projets DECARBIND et INDUSEE. Les deux premiers secteurs de l'industrie manufacturière en termes de subventions, soit les minéraux métalliques non métalliques et matériaux de construction, et la chimie et raffinage, sont également les deux premiers secteurs en termes d'émissions de GES. À l'inverse, le premier secteur en termes d'activité, soit la production de biens d'équipements et de matériels de transport, est le secteur le moins subventionné. Ce résultat peut s'expliquer par la moindre part des émissions de l'industrie de ce secteur ainsi que par la mise en place d'appels à

projets spécifiques aux matériels de transport dans le cadre de France Relance, dont l'un des critères était également l'efficacité énergétique¹.

Par ailleurs, le secteur de la métallurgie des métaux ferreux représente 7 % des subventions pour 19 % des émissions industrielles. Cette sous-représentation des aciéries pourrait s'expliquer par la concentration des émissions au sein de ce secteur. En effet, d'après les données du SEQE, les sites d'ArcelorMittal Méditerranée et ArcelorMittal Dunkerque représentent à eux seuls 15,1 MtCO₂, soit 81 % des émissions du secteur de la métallurgie des métaux ferreux. Dès lors, un soutien à la décarbonation de ces deux sites nécessite une évaluation spécifique de ces installations en dehors du cadre d'un appel à projets multisectoriel et multi-technologie. À ce titre, le plan France 2030 devrait consacrer un montant spécifique et conséquent à la décarbonation de ces deux sites.

Graphique 34 – Part de la valeur ajoutée, des émissions de GES et de subventions des AAP DECARBIND et INDUSEE par secteur de l'industrie manufacturière



Champ : industrie hors secteur de l'énergie, eau, déchets et industries extractives.

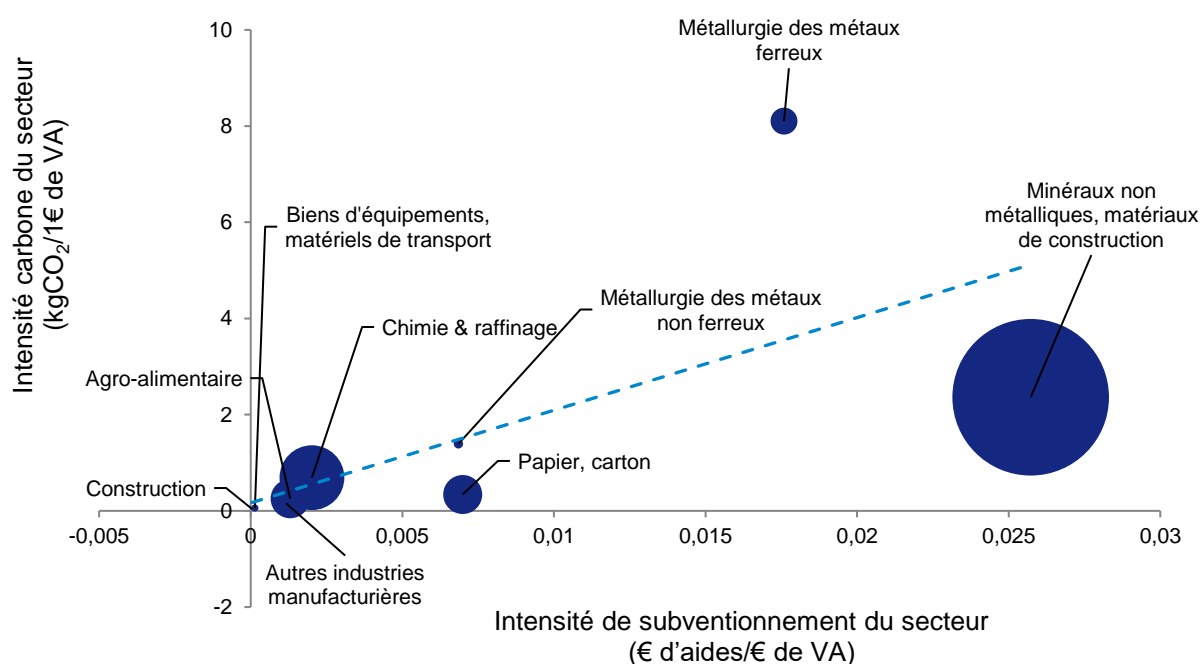
Lecture : la part de la chimie et raffinage dans la valeur ajoutée de l'industrie manufacturière s'élève à 9 %, sa part dans les émissions de l'industrie manufacturière est de 34 %, et sa part dans l'ensemble des subventions DECARBIND et INDUSEE est de 16 %.

Source : FARE 2019 (valeur ajoutée), Citepa (émissions de l'industrie manufacturière), DECARBIND et INDUSEE (Ademe) ; calculs pôle Science des données de l'IGF

¹ Comité d'évaluation du plan France Relance (2021), *Premier rapport*, op. cit.

On peut compléter cette analyse en rapportant les émissions de GES et les subventions à la valeur ajoutée des secteurs, afin de comparer le niveau de calibration des aides à l'intensité carbone du secteur. Le Graphique 35 représente le montant des aides DECARBIND et INDUSEE rapporté à la valeur ajoutée du secteur, en fonction de l'intensité carbone du secteur, c'est-à-dire la quantité de CO₂ émise par euro de valeur ajoutée. L'aide rapportée à la valeur ajoutée du secteur croît globalement avec son intensité carbone, avec néanmoins une sous-allocation ou une sur-allocation de l'aide pour certains secteurs. Ainsi, le graphique montre que le secteur de la métallurgie des métaux ferreux semble légèrement sous-financé relativement à son intensité carbone élevée, contrairement au secteur des minéraux non métalliques et matériaux de construction qui semble sur-financé. Ce résultat est cohérent avec le constat effectué précédemment sur le niveau de financement élevé du sous-secteur du ciment.

**Graphique 35 – Part de l'aide dans la VA (DECARBIND + INDUSEE)
en fonction de l'intensité carbone des secteurs**



Champ : entreprises soumises au SEQE.

Lecture : le secteur de la métallurgie des métaux ferreux a bénéficié de 37 millions d'euros de subventions. L'intensité carbone s'élève à 8,1 kg de CO₂ par euro de valeur ajoutée. Ce secteur a bénéficié de 1,8 centime d'aides par euro de valeur ajoutée.

Source : FARE 2019, AAP DECARBIND (Ademe) ; calculs pôle Science des données de l'IGF

Par ailleurs, une analyse au niveau de l'entreprise montre qu'au sein d'un secteur donné, les entreprises lauréates et candidates sont plus intensives en carbone¹ que la moyenne du secteur².

4.3. Le financement d'un ensemble varié de technologies de décarbonation par les AAP

En plus d'un large panel de secteurs bénéficiaires, les leviers de décarbonation sont également très variés. La majorité des projets DECARBIND et INDUSEE (78,6 %) ont pour but l'amélioration de l'efficacité énergétique³ (voir Tableau 17). L'électrification et la récupération de chaleur sont également des leviers importants (35 % et 30,7 %). Ainsi, les deux AAP n'ont pas ciblé une technologie spécifique.

**Tableau 17 – Leviers de décarbonation
(DECARBIND et INDUSEE – une entreprise pouvant avoir plusieurs leviers)**

Type de décarbonation	Nombre de projets lauréats	Part des projets lauréats	Part des subventions	Nombre de projets candidats non lauréats	Nombre de projets total
Efficacité énergétique	110	78,6 %	73,5 %	38	148
Électrification	49	35,0 %	27,9 %	13	62
Récupération de chaleur	43	30,7 %	22,2 %	17	60
Intrants matière alternatifs	18	12,9 %	17,7 %	10	28
Autre réduction de GES	8	5,7 %	5,4 %	2	10
Changement de combustible	3	2,1 %	14,1 %	0	3
Non renseigné	0	0,0 %	0,0 %	18	18

Source : FARE 2019, AAP DECARBIND et INDUSEE (Ademe) ; calculs pôle Science des données de l'IGF

Dans le cas de l'AAP BCIAT, les projets se distinguent par l'énergie substituée. Dans la grande majorité des cas, la biomasse se substitue au gaz naturel (80,4 % des projets lauréats). Vient ensuite le charbon, puis le fioul lourd (respectivement 14,7 % et 4,9 %).

¹ Calculée comme la somme des émissions des établissements déclarées dans le SEQE rapportée à la valeur ajoutée de l'entreprise.

² Pour les seules entreprises soumises au SEQE.

³ Le porteur du projet pouvait renseigner plusieurs leviers de décarbonation, ainsi la somme de la variable « part des projets lauréats » et de la variable « part des subventions » peut dépasser 100 %.

Tableau 18 – Répartition des projets BCIAT par énergie substituée

Énergie substituée (BCIAT)	Nombre de projets lauréats	Part des projets lauréats	Nombre de projets candidats non lauréats	Nombre de projets total
Charbon	15	14,7 %	1	16
Fioul lourd	5	4,9 %	0	5
Gaz naturel	82	80,4 %	18	100
Non renseigné	0	0,0 %	4	4
Total	102	100,0 %	23	125

Source : FARE 2019, AAP BCIAT (Ademe) ; calculs pôle Science des données de l'IGF

4.4. La plus grande productivité et l'appartenance au marché carbone européen des candidats et lauréats

Les entreprises candidates et lauréates diffèrent de l'ensemble des entreprises industrielles, notamment par leur capacité à conduire un projet de décarbonation d'envergure et rentable

À partir de la base de données décrite précédemment, il est possible d'identifier les caractéristiques distinguant les entreprises lauréates des AAP DECARBIND et INDUSEE de l'ensemble des entreprises industrielles de plus de cinq salariés. Ces différences peuvent s'expliquer :

- d'une part, par les caractéristiques des entreprises industrielles candidates aux appels à projets, soit les entreprises en mesure de proposer un projet d'investissement de plus de 3 millions d'euros participant à la décarbonation de leur processus industriel ;
- d'autre part, par le processus de sélection des entreprises lauréates parmi les entreprises candidates.

Afin de distinguer ces deux effets, deux régressions multivariées¹ ont été réalisées : la première régresse l'indicatrice « se porter candidat » sur les caractéristiques des entreprises, la seconde régresse l'indicatrice « être lauréat ». La première régression permettra d'identifier les entreprises porteuses de projets d'investissement de décarbonation. À ce titre, les résultats devraient être proches de ceux de Faquet (2021)². Cette étude cherche à déterminer les caractéristiques des entreprises influant sur la

¹ Une régression logistique a été utilisée.

² Faquet R. (2021), « [Which industrial firms make decarbonization investments?](#) », Document de travail, Direction générale du Trésor, août.

probabilité d'engager un investissement ainsi que sur le montant de l'investissement engagé dans la décarbonation sur la période 2013-2018. Cette étude est réalisée en mobilisant un modèle de sélection sur données individuelles de panel mobilisant notamment les enquêtes EACEI¹ et ANTIPOL². La deuxième régression visera également à comparer la population des entreprises lauréates à celle ayant engagé des investissements de décarbonation sur la période 2013-2018.

Les caractéristiques retenues dans la régression sont proches de celles proposées par Faquet (2021), à savoir :

- la taille de l'entreprise mesurée par l'effectif. Un effet positif de la taille est attendu sur la probabilité d'être candidat dans la mesure où plus l'entreprise est grande, plus elle sera en mesure d'amortir les coûts fixes de l'investissement ;
- la performance de l'entreprise, mesurée par la productivité³ et le taux de marge. De même, un impact positif est attendu de ces deux variables, la capacité à investir dépendant de la performance financière de l'entreprise ;
- l'âge de l'entreprise sans qu'il soit possible *a priori* de connaître son effet, une jeune entreprise pouvant avoir des difficultés à financer un projet d'investissement tandis qu'une entreprise plus âgée peut être contrainte par les investissements déjà réalisés dans d'autres technologies ;
- la participation au marché SEQE-UE. Un effet positif est attendu dans la mesure où la participation au marché permet de valoriser la baisse des émissions induite par l'investissement ;
- l'intensité carbone de la production, mesurée par le logarithme du ratio des émissions rapportées à la production pour les entreprises participant au marché SEQE-UE. L'effet de cette variable pourra être comparé à l'intensité en énergie fossile de la production utilisée par Faquet (2021). Cette dernière variable n'a pas été retenue dans la mesure où elle nécessitait un croisement avec la base de données EACEI qui réduisait significativement la taille de l'échantillon.

¹ Enquête sur les consommations d'énergie dans l'industrie de l'Insee.

² Enquête sur les investissements dans l'industrie pour protéger l'environnement de l'Insee.

³ Égale au logarithme du ratio de la valeur ajoutée sur le nombre de salariés.

Les secteurs les plus émissifs sont surreprésentés parmi les lauréats et candidats, à l'inverse des investissements de décarbonation menés sur la période 2013-2018

Le Tableau 19 présente les résultats des régressions¹ décrites précédemment. Les caractéristiques déterminant la probabilité de se porter candidat sont cohérentes avec celles identifiées par Faquet (2021) à l'exception des certains secteurs :

- comme dans Faquet (2021), l'appartenance au marché SEQE et la productivité sont les deux variables les plus significatives. En particulier, l'appartenance au marché SEQE augmente de 5 % la probabilité d'être candidat ;
- l'âge, l'intensité carbone de la production et l'effectif ont également un impact significatif sur la probabilité de se porter candidat. Le sens des effets est également conforme à celui attendu.

En revanche, les secteurs qui, toutes choses égales par ailleurs, ont la plus forte probabilité d'être candidats diffèrent fortement de ceux identifiés par Faquet (2021). En particulier, les secteurs les plus émissifs (industries extractives, métallurgie des métaux ferreux et non ferreux, minéraux non métalliques et matériaux de construction, chimie) apparaissent comme les secteurs avec la plus forte probabilité d'être candidats. À l'inverse, Faquet (2021) montrait que les secteurs de la métallurgie, des minéraux non métalliques et de la chimie avaient une plus faible probabilité de réaliser un projet d'investissement sur la période 2013-2018. L'auteur recommandait alors de soutenir prioritairement ces secteurs.

Trois hypothèses peuvent être formulées pour expliquer ce résultat :

- le cahier des charges de l'appel à projets : celui-ci retenait comme principal critère d'attribution l'efficacité de l'aide, soit le montant de la subvention rapportée à la baisse des émissions de CO₂. Ce critère favorise de fait les entreprises les plus émissives qui ont une plus forte incitation à décarboner leur activité ;
- les projets d'investissement dans les secteurs les plus émissifs pourraient être plus risqués que ceux des autres secteurs. La subvention permettrait alors de garantir une rentabilité suffisante pour déclencher l'investissement ;
- le contexte réglementaire et économique a évolué entre les périodes 2013-2018 et 2021. La tonne de CO₂ sur le marché SEQE a dépassé les 80 euros en 2021, contre moins de 25 euros en 2018 et moins de 15 euros sur la période 2013-2017. Avec ce nouveau niveau de prix, les projets d'investissement en faveur de la décarbonation des entreprises des secteurs les plus émissifs et appartenant au marché carbone pourraient atteindre une rentabilité suffisante pour être engagés.

¹ Les résultats présentés sont les effets marginaux.

Tableau 19 – Régression logistique de la probabilité d'être candidat et lauréat parmi l'ensemble des entreprises industrielles

	Candidat		Lauréat	
	Effets marginaux	p-valeur	Effets marginaux	p-valeur
Effectif de l'entreprise	8,43E-08**	0,020	5,44E-08***	0,0098
Productivité	5,99E-04***	1,6E-05	3,37E-04***	5,3E-03
Taux de marge	-2,53E-06	0,59	-1,27E-06	0,86
Âge	6,77E-06*	0,056	5,90E-06*	0,051
Marché SEQE	4,86E-02***	3,9E-06	5,04E-02***	9,6E-05
Intensité carbone de la production	1,38E-04*	0,092	1,19E-04*	0,071
<i>Industries (ref. : agro-alimentaire)</i>				
Autres industries manufacturières	-6,90E-04*	0,073	-3,60E-04	0,29
Biens d'équipements, matériel de transport	-2,58E-04	0,65	-3,50E-04	0,43
Chimie	7,57E-04	0,20	-2,70E-04	0,53
Construction	-1,45E-03***	3,1E-06	-9,85E-04***	1,4E-04
Eau, électricité, gestion des déchets	-1,11E-03***	4,8E-03	-9,56E-04***	6,2E-04
Industries extractives	3,86E-03*	0,090	3,64E-03*	0,092
Métallurgie des métaux ferreux	2,81E-03	0,12	2,09E-03	0,10
Métallurgie des métaux non ferreux	4,92E-03	0,12	1,81E-03	0,29
Minéraux non métalliques, matériaux de construction	8,36E-04	0,23	5,21E-04	0,31
Industrie du papier et carton	-3,12E-04	0,54	-2,68E-04	0,49
Nombre d'observations	1,09E+05		1,09E+05	

Champ : entreprises de plus de cinq salariés appartenant aux secteurs de l'industrie et la construction.

Lecture : significativité à 10 % : *, à 5 % : **, à 1 % : ***. Toutes choses égales par ailleurs, la probabilité d'être candidate est de 5 % plus élevée pour les entreprises appartenant au marché SEQE et celle d'être lauréate d'également 5 % plus élevée.

Source : FARE 2019, SEQE-UE, AAP DECARBIND et INDUSEE (Ademe) ; calculs pôle Science des données de l'IGF

En outre, les variables ayant un effet significatif sur la probabilité d'être candidat sont également les plus déterminantes quant à la probabilité d'être lauréat. À l'exception de l'effectif de l'entreprise, de la productivité, et de l'appartenance au marché carbone, l'amplitude des effets des variables est similaire sur la probabilité d'être candidat et d'être

lauréat. Par ailleurs, de même que pour les candidats, toutes choses égales par ailleurs, les entreprises appartenant aux secteurs les plus émissifs ont une plus forte probabilité d'être lauréats. Ces résultats s'expliquent par le taux de sélection élevé qui induit de faibles différences entre la population des lauréats et des candidats (voir la partie 3.2 *supra* pour les caractéristiques différenciant les lauréats et les candidats).

5. Une analyse des taux de rentabilité interne (TRI) non concluante sur les risques de surfinancement

5.1. Des TRI globalement élevés, avec néanmoins une forte hétérogénéité selon les secteurs

La rentabilité des projets lauréats varie sensiblement entre les secteurs et au sein d'un secteur donné. En particulier, la rentabilité élevée d'une partie des projets subventionnés pourrait s'expliquer par la forte incertitude des gains des projets notamment du fait de la volatilité des prix des intrants fossiles et de la tonne de carbone sur le marché SEQE. Le secrétariat du comité a calculé les TRI (taux de rendement interne) de chacun des projets des AAP DECARBIND et INDUSEE (Encadré 2). Cette analyse a été réalisée sur 86 projets pour lesquels les gains énergie-matière ainsi que la baisse des émissions de CO₂ étaient renseignés par l'Ademe. Cependant, cette analyse présente plusieurs limites liées aux caractéristiques des données disponibles :

- les gains énergie-matière reposent sur des hypothèses de prix de 2021, soit avant le choc sur les prix du gaz et de l'électricité. Cependant, l'effet de la hausse des prix de l'énergie sur la rentabilité moyenne des projets est ambigu. Par exemple, certains projets consistent à l'électrification d'un processus de production, soit la substitution d'une énergie fossile par de l'électricité, et dépendent donc à la fois du prix de l'électricité et de l'énergie fossile ;
- une hypothèse commune sur la durée de vie des projets est réalisée alors que celle-ci varie fortement selon la nature des projets.

Néanmoins, une simulation des TRI permet de disposer de premiers ordres de grandeurs sur la rentabilité des projets et d'identifier les sous-jacents de cette rentabilité.

Encadré 2 – Calcul du taux de rendement interne

Le TRI correspond au taux annulant la valeur actuelle nette (VAN), elle-même calculée de la manière suivante :

$$VAN = -CAPEX + \sum_{i=1}^T \frac{CEE_i + Gains\ Energie_i + prix_{ETS,i} * \Delta\acute{e}missions + subventions_i}{(1+r)^i}$$

Avec :

- T la durée de vie projet retenu pour le calcul de VAN. La valeur retenue dans les calculs suivants est de cinq ans et dix ans ;
- CEE_i les certificats d'économies d'énergie versés l'année i du projet ;
- $Gains\ Energie_i$ les gains énergie-matière annuels du projet. Ces gains sont supposés constants¹ et égaux à ceux déclarer par le porteur de projets en 2021.
- $prix_{ETS,i} * \Delta\acute{e}missions$ correspond au gain associé à la baisse des émissions de CO₂ valorisé au prix ETS de l'année i ;
- $subventions_i$ correspond aux subventions de l'Ademe versées l'année i du projet³ ;
- r le taux d'actualisation du projet. Le taux annulant la VAN est égal au TRI.

Il est fait l'hypothèse que le coût de l'ensemble de l'investissement est supporté la première année.

Source : pôle Science des données de l'IGF

Le Graphique 36 représente les « boîtes à moustache »⁴, soit la distribution des taux de rendement interne (TRI) en retenant une hypothèse de durée de vie des projets de cinq ans (Encadré 1). Les TRI médians sont fortement hétérogènes d'un secteur à l'autre et varient de -27,3 % (autres industries) à 26,1 % (eau, électricité, gestion des déchets). La distribution varie également fortement d'un secteur à l'autre, l'écart interquartile est ainsi supérieur à 40 % pour

¹ Les données mises à disposition du secrétariat du comité ne permettent pas de décomposer les gains énergie-matière selon les différents intrants énergétiques et intrants matière.

² La trajectoire de prix ETS retenu a été fournie par la Direction générale de l'énergie et du climat et est la trajectoire sous-jacente à la Stratégie nationale bas-carbone.

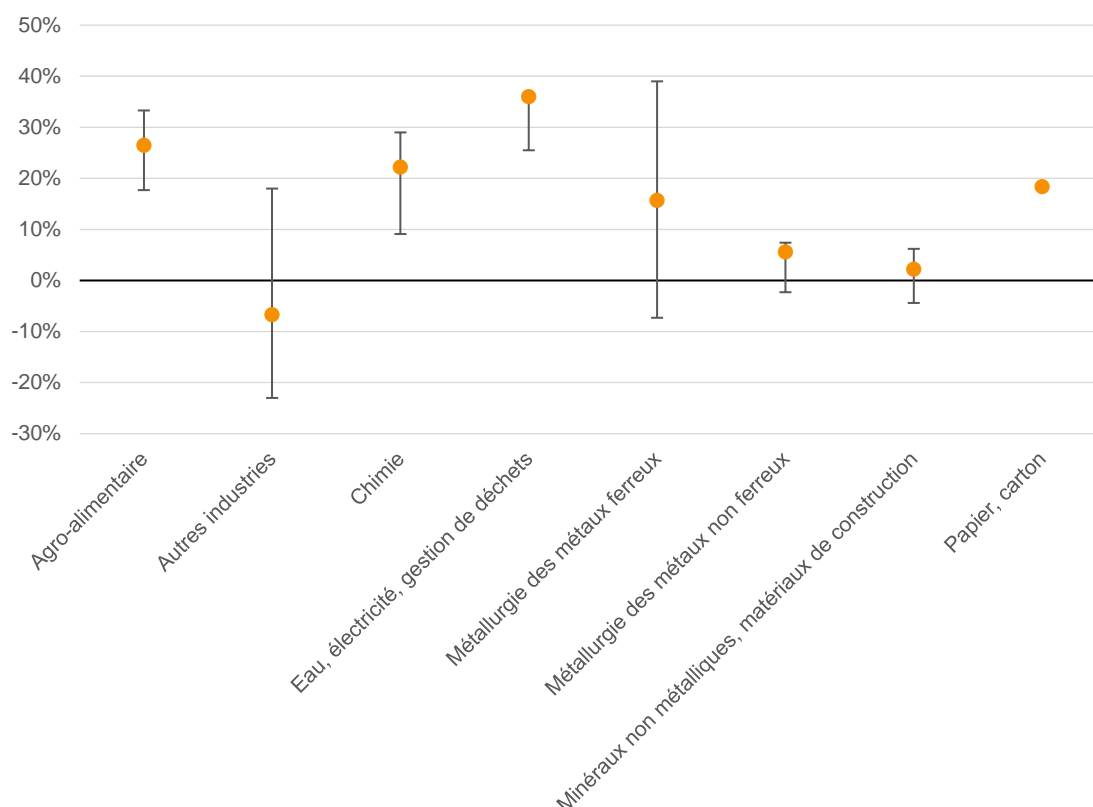
³ Il est fait l'hypothèse que la subvention est versée en trois ans avec 40 % la première année, 40 % la deuxième et 20 % la troisième.

⁴ Les quantiles, respectivement le premier quartile, la médiane et le troisième quartile, sont pondérés par le CAPEX.

les secteurs de la métallurgie des métaux ferreux et des autres industries manufacturières, et inférieur à 10 % pour le papier, carton, la métallurgie des métaux non ferreux.

En retenant une durée de vie des projets de dix ans, la rentabilité moyenne des projets est élevée dans la mesure où elle dépasse 10 % dans l'ensemble des secteurs à l'exception de la métallurgie et des autres industries. Cependant, cette durée peut paraître non pertinente pour un grand nombre de projets pour laquelle la rentabilité du projet est attendue sur une durée plus courte. Par ailleurs, les données disponibles ne permettent pas de prendre en compte la totalité des coûts et des gains associés à l'investissement. À titre d'exemple, les coûts associés à l'arrêt de la production pour mettre en place l'investissement ne sont pas comptabilisés. Ainsi, l'analyse relative à la rentabilité des investissements ne peut pas être conclusive quant aux risques de surfinancement.

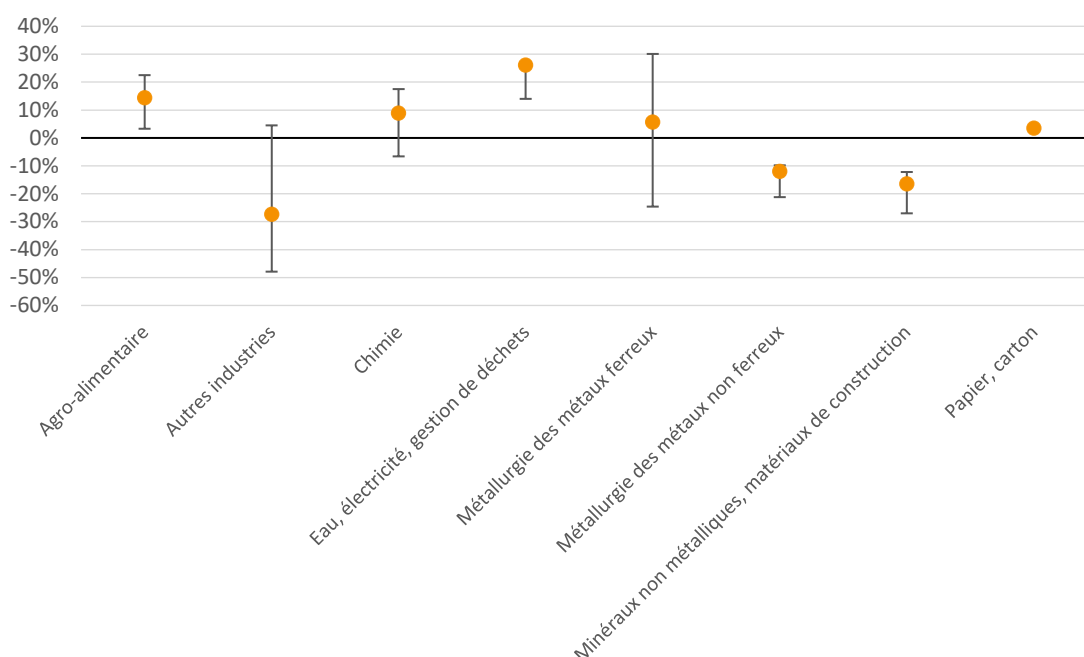
Graphique 36 – Le TRI sur cinq ans par secteur (DECARBIND)



Lecture : pour le secteur de la chimie, le premier quartile de TRI s'élève à -6,6 %, le TRI médian à 8,9 %, le troisième quartile à 17,5 %. Les quantiles et les moyennes ont été pondérés par les CAPEX.

Source : FARE 2019, AAP DECARBIND et INDUSEE (Ademe) ; calculs pôle Science des données de l'IGF

Graphique 37 – Le TRI sur dix ans par secteur (DECARBIND)



Lecture : pour le secteur de la chimie, le premier quartile de TRI s'élève à 9,1 %, le TRI médian à 22,2 %, le troisième quartile à 29 %. Les quantiles et les moyennes ont été pondérés par les CAPEX.

Source : FARE 2019, AAP DECARBIND et INDUSEE (Ademe) ; calculs pôle Science des données de l'IGF

5.2. Les gains liés à la baisse des émissions de CO₂ valorisée sur le marché SEQE et les gains énergie-matière, principaux contributeurs à la rentabilité des projets

À l'exception du secteur de la métallurgie des métaux ferreux, les gains liés à la valorisation de la baisse des émissions sur le marché SEQE ainsi que les gains énergie-matière sont les principaux contributeurs à la rentabilité des projets. Ainsi sur la durée de vie d'un projet, la subvention ne représente qu'une part minime de la valeur actuelle nette du projet.

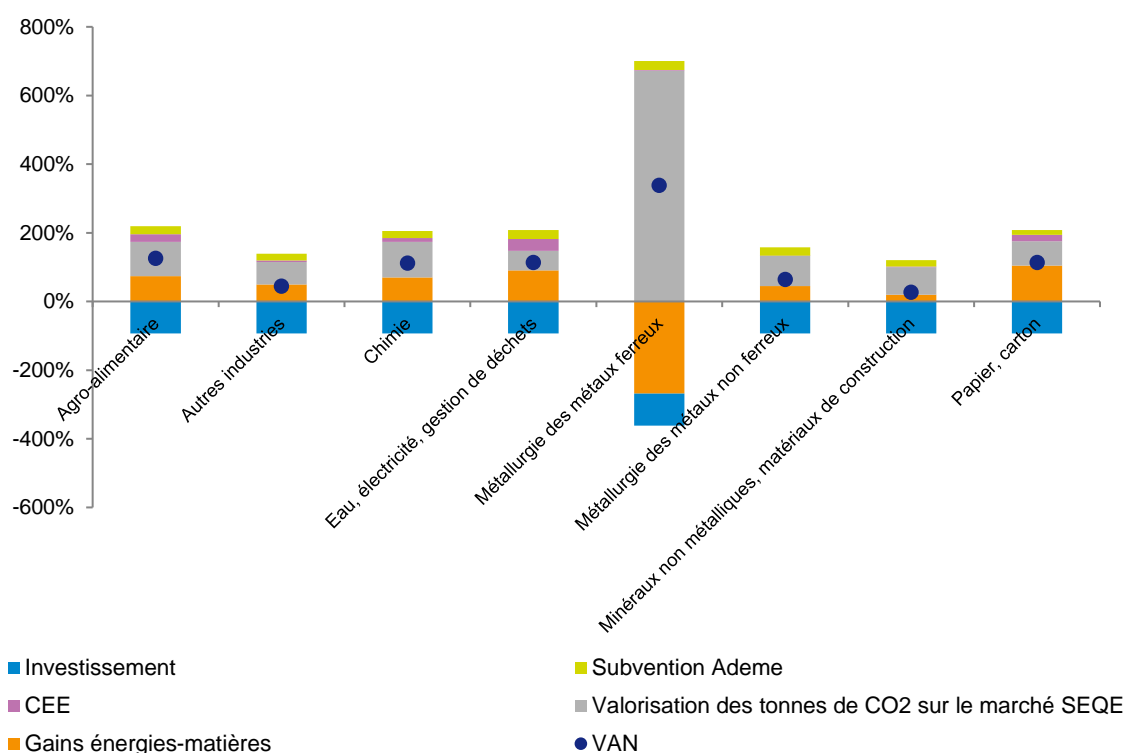
Le Graphique 38 représente la contribution de chacune des composantes de la valeur actuelle nette¹ (voir Encadré 2). Chaque composante est calculée comme les *cash flows* actualisés avec un coût moyen pondéré du capital de 7 % rapporté au CAPEX. Pour chacun des secteurs, cette VAN est très largement positive, ce qui est cohérent avec un TRI supérieur à 7 %. Pour l'ensemble des secteurs, la composante contribuant le plus à la VAN est les économies réalisées grâce aux émissions de CO₂ non rejetées et valorisées sur le marché ETS. Pour tous les secteurs sauf celui de la métallurgie des métaux ferreux,

¹ Un WACC de 7 % a été retenu pour le calcul de la valeur actuelle nette (VAN). Chacune des composantes de la VAN a été rapportée au CAPEX.

le gain énergie-matière est le deuxième contributeur à la VAN. Pour ce dernier secteur, le gain énergie-matière est négatif car ce secteur a besoin de faire appel à des intrants alternatifs plus chers que le charbon aujourd'hui utilisé pour décarboner ses procédés (ferrailles, gaz naturel, hydrogène, etc.).

Cette représentation graphique permet également d'illustrer la sensibilité de la VAN à chacune de ses composantes et en particulier aux gains SEQE et énergie-matières dont les fluctuations des prix associés peuvent remettre en cause la rentabilité du projet. En particulier, dans le secteur de la chimie, de l'agroalimentaire et de la métallurgie des métaux ferreux, les *cash flows* actualisés associés aux gains SEQE dépassent la valeur des CAPEX. Par ailleurs, si la contribution de la subvention de l'Ademe à la VAN peut paraître faible, elle se distingue des autres composantes par la faible incertitude du montant et par la précocité du versement. Ainsi, sans constituer le principal déterminant de la VAN, la subvention versée par l'Ademe peut avoir un effet déclencheur sur le projet.

Graphique 38 – Contribution des différentes composantes de la VAN par secteur en multiple du CAPEX

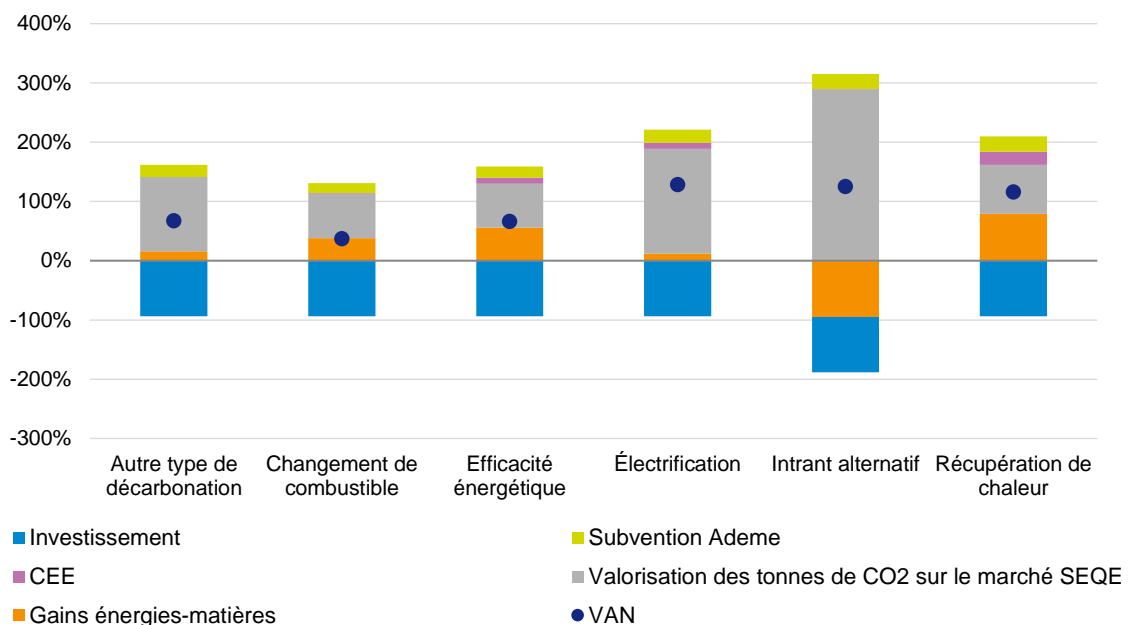


Lecture : pour le secteur de l'eau, de l'électricité et de la gestion des déchets, la VAN est équivalente à 1,14 fois les CAPEX, dont 0,90 CAPEX correspond aux gains énergie-matière, 0,57 à la valorisation des tonnes de CO₂ évitées sur le marché SEQE, 0,33 à la valorisation des tonnes de CO₂ évitées sur le marché des certificats d'économie d'énergie, 0,26 à la subvention, et - 0,93 CAPEX à l'investissement initial.

Source : FARE 2019, AAP DECARBIND et INDUSEE (Ademe) ; calculs pôle Science des données de l'IGF

Enfin, le Graphique 39 représente le même graphique que précédemment, mais par levier de décarbonation. Il permet de constater également une forte hétérogénéité de la composition de la VAN selon le levier de décarbonation. Ainsi, les projets d'électrification et d'intrants matière alternatifs se financent principalement grâce à la réduction des émissions de CO₂. Les projets d'efficacité énergétique et de récupération de chaleur se financent autant grâce aux gains énergie-matière qu'à la valorisation de la baisse des émissions sur le marché SEQE.

Graphique 39 – Contribution des différentes composantes de la VAN par levier de décarbonation



Lecture : pour les projets d'efficacité énergétique, la VAN moyenne est équivalente à 0,66 fois les CAPEX, dont 0,56 CAPEX correspond aux gains énergie-matière, 0,74 à la valorisation des tonnes de CO₂ évitées sur le marché SEQE, 0,10 à la valorisation des tonnes de CO₂ évitées sur le marché des certificats d'économie d'énergie, 0,19 CAPEX à la subvention, et - 0,93 CAPEX à l'investissement initial.

Source : FARE 2019, AAP DECARBIND et INDUSEE (Ademe) ; calculs pôle Science des données de l'IGF

5.3. La sensibilité à l'évolution des prix de la rentabilité des projets subventionnés dans le cadre de l'AAP BCIAT

Dans le cadre de l'appel à projets de recherche sur l'évaluation des mesures de France Relance en faveur de la décarbonation de l'industrie, une équipe de chercheurs de l'Institut des politiques publiques¹ a évalué la rentabilité des projets de l'appel à projets BCIAT tant

¹ Composée de Nicolas Astier, Laurent Bach, Paul Dutronc-Postel, Arthur Guillouzoic, Hélène Ollivier et Rachel Paya.

du point de vue de l'entreprise porteuse du projet que de celui-ci de la société, en prenant en compte la baisse des émissions.

Les travaux d'évaluation ont cherché à évaluer la sensibilité de la rentabilité des projets au prix de l'énergie

Dans son analyse coût-bénéfice, l'équipe de recherche propose de retenir trois mesures de la valeur actuelle nette (VAN) :

- **la VAN_{privée} mesure la rentabilité du projet** hors subvention et tient compte du surcoût lié à l'investissement¹ (voir Encadré 3), du surcoût lié à une hausse éventuelle des coûts d'exploitation, des gains ou pertes associés à la substitution d'une énergie fossile par la biomasse, du gain associé à la valorisation des tonnes de gaz effet de serre sur le marché carbone si l'entreprise participe au marché SEQUE. Une VAN_{privée} > 0 signifie que le projet est rentable hors subvention ;
- **la VAN_{participation} mesure la rentabilité effective du projet** soit y compris subvention, elle est égale à la VAN_{privée} à laquelle est additionnée la subvention ;
- **la VAN_{sociétale} mesure la rentabilité du projet pour la société**, elle est égale à la VAN_{privée} à laquelle est retranchée le coût d'opportunité de la subvention publique ainsi que le gain associé à la valorisation d'une tonne de carbone sur le marché carbone², et à laquelle s'ajoute le gain pour la société associé à la baisse des émissions de gaz à effet de serre. Ce dernier est donné par les tonnes de CO₂ évitées multipliées par la valeur tutélaire du carbone³. Se pose cependant la question de la prise en compte de l'inclusion des tonnes CO₂ dans la VAN pour les sites SEQUE. En effet, cette inclusion dépend du devenir du quota économisé par le site : soit ce quota est relâché sur le marché et est dépensé sur un autre site, auquel cas il n'y a pas de réduction effective des émissions au niveau agrégé, soit il donne effectivement lieu à une baisse globale d'émissions et doit être valorisé dans la VAN. Cette seconde hypothèse sera retenue dans la mesure où la réforme de 2018 a mis en place une réduction dynamique du nombre de quotas en circulation ainsi que la possibilité de destruction de quotas par les États membres.

¹ En retenant la différence avec un projet contrefactuel utilisant le gaz comme source d'énergie pour la production de chaleur.

² En effet, ce gain ne correspond qu'à un transfert entre agents et ne se traduit par un gain pour la société dans son ensemble.

³ La trajectoire retenue est celle donnée par Quinet (2019), soit 100 €/tCO₂ en 2024 et 250 €/tCO₂ en 2030. Voir France Stratégie (2019), *La valeur de l'action pour le climat. Une valeur tutélaire du carbone pour évaluer les investissements et les politiques publiques*, rapport de la commission présidée par Alain Quinet, février.

Encadré 3 – Modalités de calcul des valeurs actuelles nettes

La VAN_{privée} peut s'écrire :

$$VAN_{privée} = Investissement\ initial + Investissement\ contrefactuel \\ + \sum_{i=1}^{15} \frac{\Delta\text{coûts d'exploitation}}{(1 + \delta_{privée})^t} \\ + \sum_{i=1}^{15} \frac{\Delta\text{coûts énergie}}{(1 + \delta_{privée})^t} + I_{seque} * \sum_{i=1}^{15} \frac{tCO_2\ évitées * Prix_{tCO_2\ SEQE}}{(1 + \delta_{privée})^t}$$

La VAN_{participation} peut s'écrire :

$$VAN_{participation} = VAN_{privée} + Aide\ publique$$

La VAN_{sociétale} peut s'écrire :

$$VAN_{publique} = VAN_{privée} + \text{coût d'opportunité de l'aide publique} \\ + \sum_{i=1}^{15} \frac{tCO_2\ évitées * Prix_{valeur\ tutélaire\ carbone\ i}}{(1 + \delta_{publique})^t}$$

Où $Prix_{tCO_2\ SEQE}$ est le prix de la tonne de carbone sur le marché SEQE, $\delta_{privée}$ est le taux d'actualisation privé et $\delta_{publique}$, le taux d'actualisation public, $Prix_{valeur\ tutélaire\ carbone\ i}$ est la valeur tutélaire d'une tonne de carbone pour l'année i . Pour l'ensemble des projets, une durée de vie de quinze ans est retenue.

Enfin, l'équipe de recherche a retenu un taux d'actualisation privé et public de 4,5 %. Si le taux d'actualisation public retenu est conforme aux recommandations sur l'évaluation socio-économique des investissements publics¹, le taux retenu pour les investissements privés est inférieur aux valeurs usuelles, proches de 10 %.

Source : Institut des politiques publiques, pôle Science des données de l'IGF

Par ailleurs, l'analyse coût-bénéfice de l'équipe de recherche consiste à mesurer la sensibilité des valeurs actuelles nettes aux prix de l'énergie et de la tonne de carbone sur le marché SEQE. Les scénarios de prix reposent sur :

- six projections de prix dont quatre issues de l'Agence internationale de l'énergie² (Net Zero Emissions, Sustainable Development, Announced Pledges et Stated Policies), une

¹ France Stratégie et DG Trésor (2017), *Guide de l'évaluation socioéconomique des investissements publics*, rapport, comité d'experts présidé par Roger Guesnerie, décembre, 62 pages.

² Agence internationale de l'énergie (2021), *World Energy Outlook 2021*, octobre.

de la Commission européenne réalisée en 2022, ainsi que le scénario retenue par l'Ademe pour l'évaluation des projets ;

- trois hypothèses d'amortissement du choc de 2022 sur les prix de l'énergie : un choc permanent (le taux de croissance des prévisions de prix est appliqué aux dernières valeurs observées en 2022), un choc résorbé (le choc de 2022 est résorbé de 50 % à horizon 2025) et un choc transitoire (le choc de 2022 est totalement absorbé en 2023).

Par ailleurs, pour la biomasse, il est fait l'hypothèse d'une croissance annuelle du prix de 1,8 %, soit l'évolution observée sur 2013-2022.

Si une majorité de projets n'était pas rentable sans subventions lors de l'appel à projets, l'ensemble des investissements le deviendrait sous l'hypothèse d'un choc permanent sur les prix de l'énergie

Ces premières analyses permettent tout d'abord d'illustrer la forte sensibilité de la rentabilité aux prix de l'énergie. En particulier, l'ensemble des projets auraient été rentables en l'absence de subventions dans le cas d'un choc permanent sur les prix d'énergie. À l'inverse, seule une minorité de projets auraient été rentables avec les subventions accordées dans le cas d'un choc transitoire.

Ces résultats conduisent à s'interroger sur la prise en compte de l'évolution des prix de l'énergie dans le calcul des subventions. Cette évolution étant par nature difficilement prévisible, cette prise en compte ne pourrait se faire *ex ante* et nécessiterait un mécanisme de modulation de la subvention versée en fonction de la dernière valeur des prix observée. Dans le cas de l'aide au fonctionnement, l'évolution réelle des prix des énergies est prise en compte puisque la subvention versée chaque année compense tout ou partie de l'écart existant entre les coûts moyens de production d'une unité d'énergie au moyen de la biomasse et les coûts moyens de production d'une unité d'énergie au moyen du combustible fossile qui aurait été utilisé en l'absence d'aide.

Par ailleurs, les scénarios présentés ne doivent pas s'interpréter comme une prévision de la rentabilité des projets en raison de la grande volatilité des prix d'énergie. De surcroît, le calcul de rentabilité repose également sur des hypothèses de durée de vie des projets et de taux d'actualisation qui pourraient également être ajustées. Sous les hypothèses retenues par l'Ademe pour l'évaluation des projets 2021, soit la meilleure information disponible quant à l'évolution des prix de l'énergie en 2021, le montant de l'aide semble parfaitement calibré : en l'absence de subventions, 29 % des projets seraient rentables contre 80 % après la prise en compte de la subvention. Sous ces hypothèses, la subvention versée par l'Ademe aurait bien un effet déclencheur sur la réalisation des projets.

Tableau 20 – Part des projets (en %) pour lesquels chaque concept de VAN est positif en fonction des scénarios

Type de choc	Scénario	VAN _{participation} > 0	VAN _{privée} > 0	VAN _{sociétale} > 0
Permanent	AP (AIE)	100	100	100
Permanent	Ademe	100	100	100
Permanent	CE	100	100	100
Permanent	NZE (AIE)	100	97	100
Permanent	SD (AIE)	100	99	100
Permanent	SP (AIE)	100	100	100
Résorbé	AP (AIE)	96	77	100
Résorbé	Ademe	90	59	100
Résorbé	CE	89	62	100
Résorbé	NZE (AIE)	74	47	100
Résorbé	SD (AIE)	79	52	100
Résorbé	SP (AIE)	100	81	100
Transitoire	AP (AIE)	37	14	100
Transitoire	Ademe	17	10	98
Transitoire	CE	62	29	100
Transitoire	NZE (AIE)	11	8	92
Transitoire	SD (AIE)	17	11	96
Transitoire	SP (AIE)	57	22	100
Hypothèses retenues pour l'évaluation des projets par l'Ademe		80	29	100

Lecture : dans le scénario Net Zero Emission (NZE) de l'AIE et sous l'hypothèse d'un choc permanent, 100 % des projets seraient rentables avec subventions (VAN_{participation} > 0), 97 % des projets seraient rentables sans subvention (VAN_{privée} > 0) et 100 % des projets seraient rentables du point de vue de la société (VAN_{sociétale} > 0).

Source : Institut des politiques publiques

6. L'impact causal des subventions sur l'investissement, à mesurer dans les prochaines évaluations

6.1. L'évaluation des effets d'aubaine, une nécessité pour mesurer l'efficacité de l'aide publique

Si le ratio du montant de la subvention rapporté au nombre de tonnes de GES *a priori* évitées constitue une bonne mesure de l'efficacité de l'aide publique *ex ante*, elle ne constitue pas une mesure de l'effet causal de la subvention sur les émissions de GES.

Cet effet causal peut se définir comme la différence entre la baisse des émissions de GES qui aurait été observée en l'absence de subventions et la baisse des émissions de GES effective, soit y compris les subventions. Pour mesurer l'efficacité de l'aide, en la comparant par exemple à la valeur tutélaire du carbone, l'effet causal rapporté aux coûts pour les finances publiques doit être retenu.

Cependant, par nature, l'effet causal ne peut pas être directement mesuré car il compare une évolution contrefactuelle (sans subventions), inobservée, à l'évolution observée de la baisse des émissions (subventions comprises). L'économétrie propose différentes stratégies pour identifier l'impact causal. Celles-ci nécessitent néanmoins de disposer de données *ex post* mesurant les investissements en faveur de la décarbonation ainsi que la baisse effective des émissions de GES qui sont disponibles avec un retard de deux ans.

Si le ratio du montant de la subvention rapporté au nombre de tonnes de CO₂ *a priori* évitées constitue une bonne mesure de l'efficacité de l'aide publique *ex ante*, elle ne constitue pas une mesure de l'effet causal de la subvention sur les émissions de CO₂.

L'efficacité de l'aide publique mesurée comme la subvention rapportée au nombre de tonnes de CO₂eq *a priori* évitées sur vingt ans, s'élève à 10 €/tCO₂eq à la fois pour les AAP DECARBIND et INDUSEE¹ et pour l'AAP BCIAT². Pour les trois dispositifs, l'efficacité est supérieure à la valeur tutélaire du carbone et constituerait à ce titre une mesure pertinente pour atteindre nos objectifs de baisse des émissions. Cependant, cette mesure constitue une borne haute de l'efficacité de l'aide et seule une évaluation causale pourra confirmer l'efficacité réelle de cette aide.

6.2. Pas d'effets d'aubaine massifs d'après les premières analyses

L'efficacité réelle de l'aide pourrait être minorée par d'éventuels effets d'aubaine (l'investissement aurait été décidé même sans aide) et des cas de surfinancement (un montant moindre d'aide aurait suffi à déclencher les investissements). Les premiers éléments relatifs à l'exécution de l'appel à projets, aux caractéristiques des candidats ainsi qu'à la rentabilité des projets indiquent un risque limité d'effet d'aubaine mais ne permettent pas de conclure quant au risque de surfinancement.

Le taux de sélection des appels à projets DECARBIND et INDUSEE s'élève à 68 %, soit un taux qui peut être jugé suffisant pour garantir une certaine sélectivité de l'appel à projets. Par ailleurs l'AAP DECARBIND, clôturé en octobre 2021, a été précédé d'un appel à manifestation d'intérêt à l'automne 2020. Les entreprises ont ainsi disposé d'un an pour

¹ En retenant une durée de vie des projets de vingt ans.

² En retenant une durée de vie des projets de quinze ans.

construire et proposer un projet de décarbonation pertinent. À l'inverse, un délai de quelques mois aurait eu pour conséquence de favoriser des projets d'investissement déjà existants et présentant un plus grand risque d'effet d'aubaine.

Les secteurs les plus représentés parmi les lauréats sont les plus émissifs. À l'inverse, les entreprises de ces secteurs n'apparaissent pas comme celles ayant la plus forte probabilité de réaliser un investissement en faveur de la décarbonation sur la période 2013-2018. Les appels à projets auraient pu ainsi avoir un effet déclencheur sur ces entreprises pour réaliser un projet de décarbonation. Cependant, ce résultat pourrait également s'expliquer par une plus grande rentabilité des projets de décarbonation pour les secteurs les plus émissifs en 2021 par rapport à la période 2013-2018¹, auquel cas le risque d'effet d'aubaine ne serait pas éliminé.

Les analyses coûts-bénéfices ne permettent pas de conclure quant au risque de surfinancement. Pour les appels à projets DECARBOND et INDUSEE, on observe une forte hétérogénéité de la rentabilité entre secteurs et entre entreprises au sein d'un même secteur. Cette forte hétérogénéité pourrait s'expliquer, en outre, par les hypothèses sous-jacentes aux calculs des TRI. En particulier, il est fait l'hypothèse d'une durée identique de projets de nature différente. Ainsi, il pourra être envisagé de consolider le calcul de la rentabilité des projets lors des prochains appels à projets en recueillant des données supplémentaires auprès des porteurs de projets.

Quant à l'appel à projets BCIAT, les lauréats sélectionnés n'apparaissent pas comme surfinancés en retenant les conditions de prix de la publication de l'appel à projets. Cependant, les prix de l'électricité et du gaz vendus en France ont été multipliés respectivement par 10 et 8,5² entre janvier 2021 et août 2022, sous l'effet de la reprise post-Covid-19 et de la guerre en Ukraine. Dans ces nouvelles conditions de marché et sous l'hypothèse d'un maintien des prix de l'énergie à un niveau élevé, l'ensemble des projets auraient été rentables sans subventions et de nouveaux projets d'investissement pourraient être financés sans subvention.

6.3. La nécessité d'inclure une analyse de l'effet d'aubaine des dispositifs dans les prochaines évaluations

Les évaluations conduites par une équipe de chercheurs de l'Institut des politiques publiques se poursuivront en 2023. Celles-ci viseront à évaluer l'impact causal des dispositifs sur les investissements de décarbonation et la performance des entreprises.

¹ Notamment en raison de l'augmentation de la tonne de carbone sur le marché SEQUE ou de la hausse des prix des énergies fossiles.

² Indices des prix à la production de l'Insee.

À partir de données fiscales, de données de masse salariale et des données d'exécution des projets transmises par l'Ademe, l'équipe de recherche s'attachera à évaluer :

- l'impact *ex post* du dispositif BCIAT depuis 2009, soit depuis le début du dispositif (dispositif financé initialement par le Fonds Chaleur de l'Ademe, puis complété par le Fonds de décarbonation de l'industrie du plan de relance) sur l'investissement et l'empreinte environnementale des entreprises bénéficiaires ;
- l'impact *ex post* sur les investissements des entreprises en 2021 et 2022 des dispositifs de soutien à la décarbonation de France Relance ;
- l'impact *ex post* des dispositifs de soutien à la décarbonation sur la performance des entreprises mesurée par le chiffre d'affaires et l'emploi en 2022.

Cependant, ces analyses ne permettront pas d'apprécier l'impact des investissements déclenchés sur la baisse effective des émissions. Ce travail nécessite de disposer de données d'émissions au niveau du site qui ne seront disponibles qu'à un horizon de deux ou trois ans. En effet, les données relatives aux émissions présentées précédemment reposent sur une évaluation *ex ante* estimée par le porteur de projet et contre-expertisée par l'Ademe. Cette baisse des émissions *ex ante* doit être confirmée par la baisse observée des émissions. Enfin, pour être exhaustive, l'évaluation devra également porter sur l'impact du dispositif sur les autres objectifs de politique publique poursuivis : le financement de technologies clés, le développement des secteurs ou les effets territoriaux.