

**Evaluation du Régime exempté de notification n°SA.59366 relatif aux aides à la recherche et développement pour la décarbonation, la compétitivité et la sécurité du transport aérien pour la période 2020-2023**

Document préparé par Deloitte Finance et G.A.C. Group pour la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC)

Décembre 2023

<b>Destinataire(s)</b>	Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC) Commission européenne
<b>Associé signataire</b>	SAUTEL Olivier, Deloitte Finance

Confidential

## Préambule

### Limites et portée de notre intervention

Nous déclarons dans le cadre de l'émission du présent rapport que nous agissons de façon indépendante et objective.

Les opinions figurant dans ledit rapport sont le fruit de notre étude et de notre expérience et s'appuient exclusivement sur les conclusions déduites à partir de notre analyse. En toute bonne foi, nous considérons que les conclusions présentées dans ce rapport sont exactes, compte tenu de l'information mise à notre disposition.

Ce rapport doit être lu dans son intégralité. Nous ne sommes pas responsables pour toute partie de ce rapport qui serait citée de manière sélective ou utilisée de façon isolée ou pour tout résumé ou reformulation du rapport préparée par d'autres.

### Les données et les informations contenues dans ce rapport

Les résultats de nos travaux s'appuient également sur les éléments identifiés au cours de nos recherches ainsi que sur le travail de recoupement que nous effectuons. Cette obligation de moyens est constitutive de notre méthode de recherche. Néanmoins, nous ne garantissons pas la véracité et l'exhaustivité des informations contenues dans les bases de données et autres sources d'information disponibles. De plus, certaines des informations sont issues de publications Internet. Nous n'acceptons aucune responsabilité pour les inexactitudes et les opinions contenues dans ces publications.

Notre intervention a été limitée par le temps disponible, le périmètre des travaux qui nous ont été confiés et l'information mise à notre disposition. Nous ne pourrions être tenus responsables pour les éléments non couverts ou omis dans notre rapport en raison de l'accès restreint aux sources d'information et du caractère limité des travaux qui nous ont été confiés.

Au cours des recherches menées dans le domaine public, des informations ont été recueillies durant une période de temps limitée, à savoir entre le 29 avril 2022 et le 1<sup>er</sup> décembre 2023. Ainsi, nous n'avons pas identifié les informations publiées avant ces dates et qui auraient été supprimées des sources publiques, ainsi que les informations publiées postérieurement à ces dates. Nous ne sommes soumis à aucune obligation de veille ou de mise à jour des informations recueillies et n'avons pas l'obligation de vous avertir d'un quelconque changement.

Deloitte Finance et G.A.C. Group n'assument aucune responsabilité quant aux événements intervenus après la date d'émission du rapport. Nos recherches ont été menées dans les sources publiques en français, la langue locale d'activité de la DGAC et en anglais. La majorité des informations identifiées et fournies dans ce rapport a été recueillie à partir de sources publiées en langue française. S'agissant des sources publiées en langue anglaise, nous avons traduit les parties pertinentes dans le cadre du présent rapport et nous n'acceptons aucune responsabilité quant aux erreurs liées à la traduction.

Les informations et données obtenues au cours de notre mission, notamment celles issues du CASD (Centre d'Accès Sécurisé aux Données) ont été traitées de manière confidentielle. Au cours de la collecte, de l'analyse et de la revue, aucune donnée source n'a été modifiée ou supprimée. Les informations collectées durant notre mission ont été utilisées uniquement aux fins pour lesquelles elles ont été collectées.

Ce document annule et remplace toutes les versions précédentes. Merci de vous assurer que vous utilisez bien la dernière version et de détruire de façon sécurisée toute copie des versions antérieures que vous auriez en votre possession, qu'elles soient en format papier ou électronique.

# Table des matières

<b>Introduction</b>	<b>5</b>
<i>Rappel des objectifs du régime</i>	5
<i>Le régime s'inscrit dans un contexte d'aide d'Etat et doit être sujet à une évaluation</i>	6
<i>Rappel de la méthodologie retenue pour l'évaluation du régime</i>	6
<b>Chapitre 1. Contexte de mise en place du régime</b>	<b>8</b>
1.1. <i>La filière aéronautique civile française et ses enjeux technologiques</i>	8
1.2. <i>Intervention publique dans la filière</i>	20
1.3. <i>Le régime n°SA.59366, des objectifs clairement définis et d'importants moyens de mise en œuvre</i>	26
<b>Chapitre 2. Caractéristiques des bénéficiaires du régime n°SA.59366 et besoins évaluatifs</b>	<b>34</b>
2.1. <i>Caractéristiques des bénéficiaires du régime</i>	34
2.2. <i>La mise en œuvre d'une évaluation in itinere du régime n° SA.59366 pour en mesurer les impacts</i>	42
<b>Chapitre 3. Mise en œuvre de l'évaluation économétrique de l'impact du régime</b>	<b>47</b>
3.1. <i>Présentation de la méthodologie d'évaluation</i>	49
3.2. <i>Présentation détaillée des données utilisées et de leurs traitements</i>	55
3.3. <i>Mise en œuvre de l'appariement</i>	58
3.4. <i>Analyse des statistiques descriptives après appariement</i>	64
3.5. <i>Présentation des résultats de l'analyse économétrique fondée sur la méthode des doubles différences</i>	72
3.6. <i>Conclusion sur l'évaluation économétrique</i>	81
<b>Chapitre 4. Mise en œuvre de l'évaluation ad hoc par la théorie du changement</b>	<b>83</b>
4.1. <i>Présentation globale de la méthodologie de l'analyse ad hoc</i>	84
4.2. <i>Présentation de l'état de la collecte des informations</i>	93
4.3. <i>Mise en œuvre des études de cas</i>	97
<b>Bibliographie</b>	<b>100</b>
<b>Annexe 1. Revue de la littérature sur la méthode économétrique d'évaluation</b>	<b>103</b>
<b>Annexe 2. Résultats de l'appariement selon l'algorithme des trois plus proches voisins (knn3)</b>	<b>110</b>
<b>Annexe 3. Détail des résultats de la spécification principale de l'évaluation économétrique</b>	<b>115</b>
<b>Annexe 4. Etude de cas n°1 : Les collaborations de recherche entre acteurs industriels et acteurs académiques dans le cadre du régime d'aide à l'aéronautique</b>	<b>118</b>
<b>Annexe 5. Etude de cas n°2 : Difficultés rencontrées par la filière aéronautique</b>	<b>132</b>
<b>Annexe 6. Etude de cas n°4 : Analyse de la non-participation d'entreprises au financement des projets dans le cadre du régime d'aide</b>	<b>145</b>

<b>Annexe 7. Grille d'entretien utilisée (hors étude de cas) et questionnaire .....</b>	<b>155</b>
<b>Annexe 8. Matrice d'évaluation .....</b>	<b>156</b>

# Introduction

Le régime d'aide n°SA.59366 relatif aux aides à la recherche et développement pour la décarbonation, la compétitivité et la sécurité du transport aérien pour la période 2020-2023 est un dispositif de soutien ciblé sur l'industrie aéronautique. Il repose sur une double motivation :

- **La crise du COVID-19** qui a fragilisé le transport aérien dans sa globalité, y compris l'industrie aéronautique qui a subi une baisse soudaine des cadences de production. Cette baisse est due à la fragilisation des compagnies aériennes du fait de l'annulation de très nombreux vols en raison des contraintes sanitaires, et de la répercussion sur le secteur amont de l'industrie aéronautique, via l'annulation/ le report de livraisons d'aéronefs.
- **L'importance de la transition environnementale** : le transport aérien représentant entre 2 et 3 % des émissions mondiales de CO<sub>2</sub> selon l'OACI (Organisation de l'Aviation Civile Internationale), ce dernier a un fort impact environnemental, qui a par exemple conduit à une interdiction en France des vols lorsqu'une alternative ferroviaire de moins de 2h30 existe, ou encore à l'obligation d'une compensation des émissions de carbone (Loi climat et résilience, article 145). La réalisation d'une transition du secteur est donc un impératif de premier plan tant pour la filière elle-même que pour les engagements globaux pris par la France en matière d'émissions.

Le régime n°SA.59366 s'inscrit dans un contexte d'aide d'Etat et a été mis en place en novembre 2020 dans le cadre du plan France Relance annoncé en juillet 2020 par l'Etat français.

## Rappel des objectifs du régime

Dans le cadre de ce régime, l'Etat français a pour objectif global de soutenir la filière aéronautique en co-finançant des projets portés par les acteurs de la filière. L'objectif du régime est donc de « soutenir les projets de recherche, développement et innovation dans le secteur du transport aérien visant à lever les verrous technologiques relatifs à la décarbonation, la compétitivité et la sécurité du transport aérien ». Le budget indicatif<sup>1</sup> pour l'application du régime qui est entré en vigueur le 1<sup>er</sup> novembre 2020 est de 1 Mrd d'euro par an jusqu'au 31 décembre 2023. Ces co-financements concernent les activités de Recherche et Technologie (R&T) et de recherche et développement (R&D). Les projets ainsi financés sont destinés à la préparation de la rupture technologique de l'aviation décarbonée dans l'ensemble des segments de la filière, tout en maintenant sa compétitivité. Plus généralement, l'aide accordée a pour objectifs de :

- **Favoriser les activités de R&D** de la filière en lien avec les objectifs du plan de soutien, tout en favorisant l'emploi en R&D et l'achat de nouveaux équipements ;
- **Stimuler l'accès au marché** avec notamment le développement de nouveaux produits ;
- **Stimuler les dynamiques collaboratives** avec des partenaires à la fois industriels et académiques, et d'encourager le dépôt de brevets et de publications (pour les acteurs académiques), de sorte à favoriser l'accroissement de connaissances.

---

<sup>1</sup> Ce budget annuel est indicatif – Voir texte du Régime d'aides exemptées de notification n° SA.59366 relatif aux aides à la recherche et au développement pour la décarbonation, la compétitivité et la sécurité du transport aérien pour la période 2020-2023.

Les projets financés peuvent concerner toutes les entreprises de la filière aéronautique sans condition de taille (y compris PME et ETI), à l'exception des entreprises appartenant aux secteurs exclus par l'article 1<sup>er</sup> du règlement UE n°651/2014 de la Commission du 17 juin 2014<sup>2</sup>, et d'entreprises ne satisfaisant pas à certains critères<sup>3</sup>.

## Le régime s'inscrit dans un contexte d'aide d'Etat et doit être sujet à une évaluation

Le budget annuel prévisionnel du régime dépassant le seuil de 150 M€ fixé par le Règlement Général d'Exemption par Catégorie (RGEC) de la Commission européenne, le régime fait l'objet d'un plan d'évaluation *ex-post* notifié à la Commission européenne et approuvé par cette dernière dans sa décision du 16 avril 2021. Ce plan d'évaluation prévoit, en plus d'une évaluation *ad hoc* basée sur le seul périmètre des bénéficiaires de l'aide, une évaluation économétrique fondée sur une méthode contrefactuelle, plus précisément la méthode des doubles différences avec appariement. Les principaux objectifs de cette évaluation sont d'évaluer :

- L'efficacité et les impacts directs de l'aide sur les bénéficiaires ;
- L'efficacité et les impacts indirects de l'aide ;
- La proportionnalité et le caractère approprié du régime d'aides.

## Rappel de la méthodologie retenue pour l'évaluation du régime

La filière aéronautique est caractérisée par une organisation pyramidale. Les avionneurs sont les grands donneurs d'ordre autour desquels gravitent les motoristes, les équipementiers et les partenaires sous-traitants de différents rangs (rang 1, rang 2, rang 3)<sup>4</sup>.

Or il est très difficile de trouver des comparables pour les grandes entreprises du secteur situées en haut de la pyramide, et donc de pouvoir mener une analyse économétrique de type « doubles différences », telle que généralement préconisée par la Commission européenne.

Le plan d'évaluation avait donc convenu d'une méthodologie en deux volets :

- Un premier volet consistant à mener une évaluation économétrique à l'aide d'un modèle de doubles différences avec appariement restreint au périmètre des PME et ETI ;
- Un second volet consistant à mener une évaluation *ad hoc* basée sur le seul périmètre des bénéficiaires de l'aide qui repose sur la théorie du changement.

La méthodologie d'évaluation finalement mise en place fait suite à l'analyse réalisée dans la première phase de l'évaluation et dont les conclusions ont été présentées dans le rapport intermédiaire transmis à la Commission européenne le 15 novembre 2022, ainsi qu'aux discussions avec cette dernière qui ont eu lieu en juillet 2023.

---

<sup>2</sup> Cet article déclare certaines catégories d'aides compatibles avec le marché intérieur en application des articles 107 et 108 du traité.

<sup>3</sup> Texte du Régime d'aides exemptées de notification n° SA.59366 relatif aux aides à la recherche et au développement pour la décarbonation, la compétitivité et la sécurité du transport aérien pour la période 2020-2023 – point 3.1.

<sup>4</sup> Toutefois, à l'échelle nationale, les acteurs de rang 1 ont une politique produit propre visant à servir le marché mondial. Ceci leur procure donc une certaine indépendance vis-à-vis des avionneurs locaux.

Ce rapport présente les résultats issus de la mise en œuvre de l'évaluation du régime n°SA.59366 relatif aux aides à la recherche et développement pour la décarbonation, la compétitivité et la sécurité du transport aérien pour la période 2020 - 2023, à savoir :

- La mise en œuvre de la méthodologie d'analyse économétrique basée sur la méthode des doubles différences avec appariement ;
- Des premiers résultats de l'évaluation *ad hoc* fondée sur la théorie du changement et incluant une étude de cas. La finalisation de la mise en œuvre de la méthodologie *ad hoc* sera présentée dans le cadre du rapport final qui sera soumis dans le courant du premier trimestre 2024, conformément aux recommandations de la Commission européenne.

Le document est organisé en quatre chapitres :

- **Le chapitre 1** présente le contexte de mise en place du régime ;
- **Le chapitre 2** présente les caractéristiques des bénéficiaires et détaille les questions d'évaluation ;
- **Le chapitre 3** présente la mise en œuvre de l'analyse économétrique et les résultats associés ;
- **Le chapitre 4** présente les premiers résultats issus de l'évaluation *ad hoc* du régime.

# Chapitre 1. Contexte de mise en place du régime

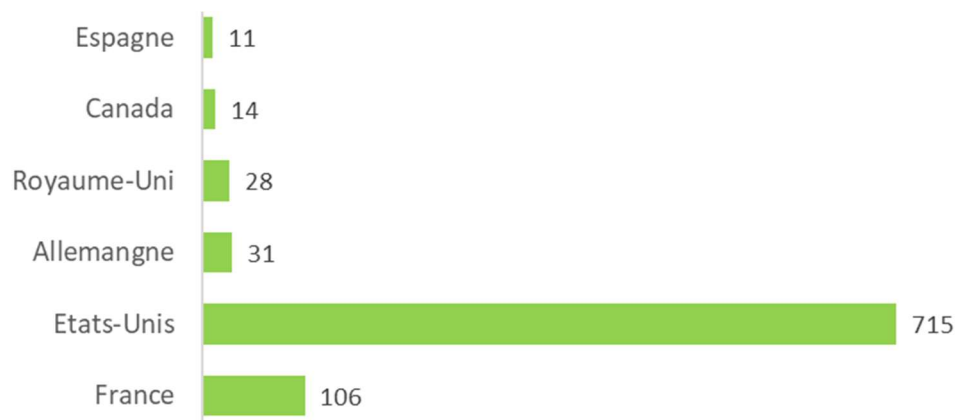
## 1.1. La filière aéronautique civile française et ses enjeux technologiques

### 1.1.1 Marché et tendances : présentation du marché de l'aéronautique civile et de ses chiffres clés

La France et les États-Unis sont les seuls pays possédant une industrie aéronautique permettant de construire et d'assembler l'ensemble des segments d'aéronefs sur leurs territoires. D'autres pays, tels que l'Allemagne, le Royaume-Uni, le Canada ou l'Espagne, sont spécialisés dans la fabrication de certaines pièces ou de segments d'aéronefs.

Le marché de l'aéronautique civile a historiquement été structuré autour de cinq pays ou ensemble de pays producteurs (États-Unis, Russie, Brésil, Canada, Union européenne) qui ont développé des filières industrielles aéronautiques à vocation mondiale. Ils participent aux étapes à forte valeur ajoutée de la conception à la fabrication, puis à l'intégration de parties d'aéronefs.

**Figure 1. Taille de la filière aéronautique et spatiale dans les pays historiques<sup>5</sup> (Chiffre d'affaires\* 2020, en Mrds€)**



Source : INSEE – Étude « La filière aéronautique et spatiale en France en 2020 » | US Aerospace Industries Association (AIA) – « 2021 Facts and Figures » | German Aerospace Industries Association – « Industry figures » | UK Aerospace Technology Institute (ATI) – « Annual Review 2020/21 » | Aerospace Industries Association of Canada (AIAC) – « Industry statistics » | Ministère de l'industrie, du commerce et du tourisme Espagne – « Aerospace industry »

\* Chiffre d'affaires total des filières aéronautique et spatiale

<sup>5</sup> Le Brésil est un important pays historique (avec Embraer comme acteur majeur) pour lequel des données agrégées n'ont pas pu être trouvées pour l'année 2020. A titre indicatif, le chiffre d'affaires de la filière était de plus de 7 Mrds\$ en 2014 avec un chiffre d'affaires Embraer de 6,3 Mrds\$. En 2020 et 2021, le chiffre d'affaires Embraer était respectivement de 3,8 Mrds\$ et 4,2 Mrds\$ - Rapport annuel 2021 d'Embraer.

[https://esg.embraer.com/global/en/assets/OS\\_16747\\_Embraer\\_RelatorioAnual2021\\_EN.pdf](https://esg.embraer.com/global/en/assets/OS_16747_Embraer_RelatorioAnual2021_EN.pdf)



En parallèle, les filières historiques voient l'émergence d'autres acteurs internationaux, notamment les « Natifs 4.0 » (e.g. : Chine, Tunisie, Maroc, etc.), qui se positionnent de plus en plus sur des étapes à forte valeur ajoutée, contribuant au processus de production de segments aéronefs.

L'État chinois a par exemple participé au développement de la société COMAC en 2008. Elle profite du dynamisme du marché intérieur chinois et d'un soutien public massif, pour se positionner en futur concurrent des principaux constructeurs d'aéronefs mondiaux (Boeing et Airbus) sur le segment des avions commerciaux. Selon les estimations de Boeing, « entre 2018 et 2038, la demande de la Chine pourrait dépasser la demande cumulée d'Europe et d'Amérique du Nord, et s'établir à 40 % des avions livrés »<sup>6</sup>. Toutefois, la filière chinoise s'appuie encore majoritairement sur des technologies étrangères (moteurs, trains d'atterrissage, etc.).

Sur les six dernières années, l'évolution de la conjoncture économique du marché de l'aéronautique civile mondiale peut être découpée en trois temps distincts :

**Entre 2017 et 2019**, avant la crise du COVID-19, le taux de croissance du trafic aérien était estimé à environ 5 % par an<sup>7</sup>. L'industrie a connu une forte croissance de la demande d'avions commerciaux court et moyen-courriers, qui composaient par exemple l'essentiel des commandes enregistrées par Airbus (81 % des commandes d'avions sur la période étaient de la famille des A320<sup>8</sup>). Cette croissance était plus faible sur les avions commerciaux long-courriers.

Les autres segments de l'aéronautique civile connaissent néanmoins une réduction de leur activité, depuis la crise financière de 2008 pour l'aviation d'affaires, et dans un contexte de hausse du cours du pétrole à partir de 2013 pour le marché des hélicoptères.

**La période des mesures sanitaires liées à la crise du COVID-19 (2020 - 2021)** a connu une réduction brutale du trafic aérien, qui s'est contracté de 60 % en 2020<sup>9</sup>. Cette situation a entraîné des annulations de commandes, des reports de livraisons d'appareils ainsi qu'une suspension partielle des activités de maintenance des appareils. En conséquence, l'industrie aéronautique française a enregistré une baisse d'activité de 28 points de pourcentage<sup>10</sup> entre mars et décembre 2020 et une baisse du niveau d'emploi de l'ordre de 8,3 points de pourcentage par rapport au niveau de juin 2019.<sup>11</sup>

**Depuis l'allègement des restrictions sur les déplacements (2021 - 2022)**, le trafic aérien connaît une reprise, parfois entravée par la persistance de contraintes sanitaires locales. En juin 2022, le trafic aérien était en croissance de 76,2 % par rapport à juin 2021, mais demeurait inférieur de 29,2 % par rapport à juin 2019<sup>12</sup>. Cette reprise a relancé les commandes des compagnies aériennes sur les court et moyen-courriers auprès des constructeurs d'aéronefs. Dans le même temps, le contexte de hausse des prix du kérosène et les pressions environnementales ont accéléré le besoin de renouvellement des flottes d'aéronefs (voir section 1.1.3).

---

<sup>6</sup> Cour des comptes — Rapport « Le soutien public à la filière aéronautique » — Février 2022.

<sup>7</sup> Rapport d'information enregistré à la Présidence de l'Assemblée nationale le 12 janvier 2022 - [https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/rapports/cion-eco/l15b4892\\_rapport-information](https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/rapports/cion-eco/l15b4892_rapport-information)

<sup>8</sup> Présentation des résultats financiers annuels Airbus - <https://www.airbus.com/en/investors/financial-results-annual-reports>

<sup>9</sup> OACI – Communiqué de presse du 15 janvier 2021 - *2020 passenger totals drop 60 percent as COVID-19 assault on international mobility continues*

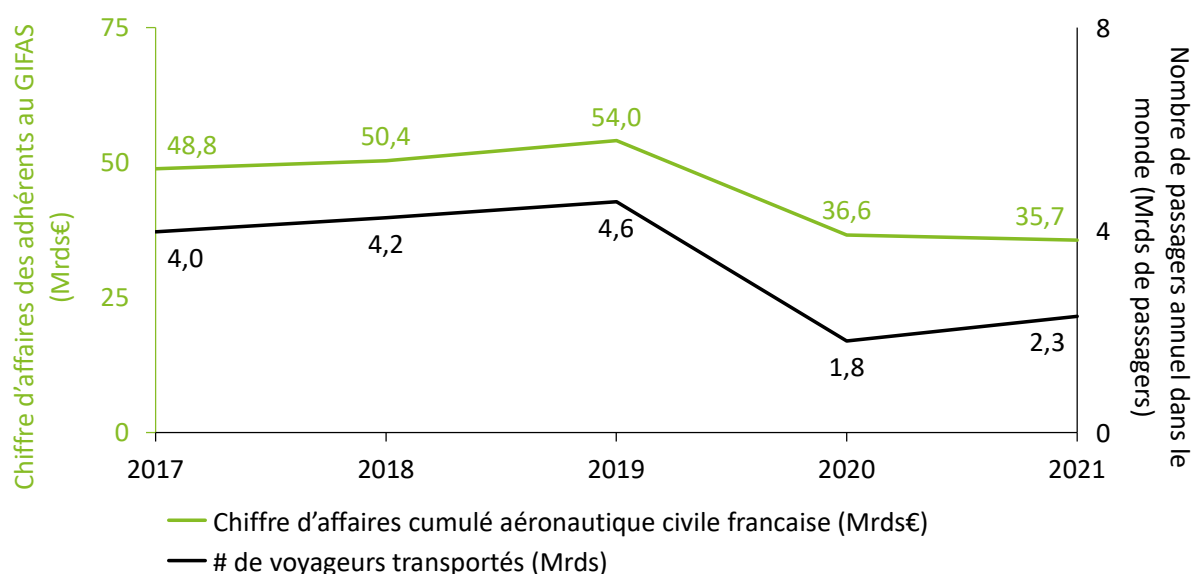
<sup>10</sup> INSEE – Note « Le secteur aéronautique : un an de crise COVID-19 ».

<sup>11</sup> Cour des comptes — Rapport « Le soutien public à la filière aéronautique » — Février 2022.

<sup>12</sup> Analyse de l'International Air Transport Association (IATA) – <https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/air-passenger-monthly-analysis/>

La filière aéronautique civile française est fortement exposée aux mouvements du marché aéronautique mondial, en particulier l'évolution du trafic aérien, compte tenu de son degré d'ouverture internationale. 83 % du chiffre d'affaires consolidé des adhérents au Groupement des Industries Françaises Aéronautiques et Spatiales (GIFAS, présenté en section 1.1.2) était réalisé à l'exportation en 2021<sup>13</sup>. L'évolution du trafic aérien international est un des facteurs affectant le niveau d'activité commerciale des acteurs de la filière, comme l'illustre le graphique ci-dessous.

**Figure 2. Chiffre d'affaires cumulé des adhérents au GIFAS, représentant des principaux acteurs de la filière française, comparé au nombre de voyageurs annuel en transport aérien dans le monde**

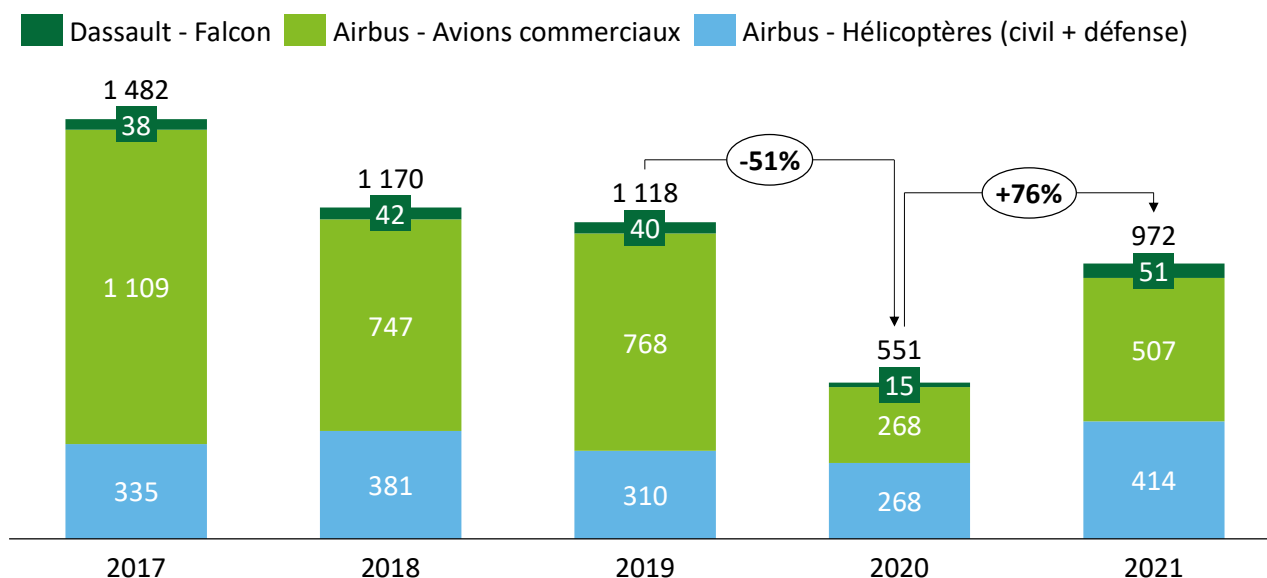


Source : Analyses Deloitte | Données issues des rapports annuels du GIFAS 2018 - 2019 -2020, Site web GIFAS et estimation OACI du transport aérien mondial

Par ailleurs, la conjoncture économique liée à la situation sanitaire du COVID-19 a eu un impact significatif sur le volume de commandes auprès des principaux constructeurs d'aéronefs français Airbus et Dassault Aviation. Leurs commandes ont ainsi été réduites de 51 % entre 2019 et 2020, avant de croître de 76 % entre 2020 et 2021 avec la reprise du trafic aérien, sans retrouver toutefois, pour Airbus, le niveau d'avant crise.

<sup>13</sup> Chiffres du GIFAS.

**Figure 3. Evolution du nombre de commandes (nette des annulations) d'aéronefs enregistrées par Airbus et Dassault entre 2017 et 2021**



Source : Analyses Deloitte | Données issues des Relations Investisseurs Airbus & Dassault Aviation

En outre, le dynamisme économique de la filière aéronautique française a un impact notable sur la balance commerciale. En moyenne, 12 % des exportations totales de biens du pays étaient issues de l'industrie aéronautique sur les dix dernières années. En 2019, elle participait à l'excédent commercial français à hauteur de 34 Mrds€, et représentait 1,1 % du PIB national<sup>14</sup>. Durant la crise du COVID-19, les exportations aéronautiques et spatiales ont toutefois diminué de 45,5 % entre 2019 et 2021<sup>15</sup>. La structuration de ses acteurs revêt alors un intérêt stratégique pour le pays.

### 1.1.2 Structuration des acteurs de la filière

Les acteurs de l'industrie aéronautique civile française sont présents sur l'ensemble des segments de marché et de la chaîne de valeur : constructeurs de différents types d'aéronefs (avions longs, moyens courriers et régionaux relevant de l'aviation commerciale, aviation d'affaires, hélicoptères), motoristes et équipementiers capables de proposer tous les éléments constitutifs d'un appareil.

En 2020, la filière employait 194 000 personnes, en baisse de 4 % par rapport à 2019<sup>16</sup>. Bien que présents sur l'ensemble du territoire français, ses acteurs concentrent la majeure partie de leur activité sur trois régions administratives, qui regroupent plus de 70 % des emplois de la filière : l'Occitanie, l'Île-de-France et la Nouvelle-Aquitaine<sup>17</sup>. Son poids économique a résulté dans la constitution de regroupements inter-régionaux. Le Grand Sud-Ouest (Occitanie et Nouvelle-Aquitaine) a ainsi créé le pôle de compétitivité Aerospace Valley en 2005 pour mettre en cohérence les actions des entreprises aéronautique et spatiale de la région, qui rassemblent 16 % de l'emploi industriel de son territoire<sup>18</sup>.

La filière est structurée par un nombre limité de donneurs d'ordre (constructeurs d'aéronefs et grands équipementiers), travaillant avec des sous-traitants et équipementiers de rangs inférieurs.

<sup>14</sup> Données reconstruites à partir des bases de données INSEE et ESANE et un ratio Valeur ajoutée/Chiffre d'affaires de 19 %.

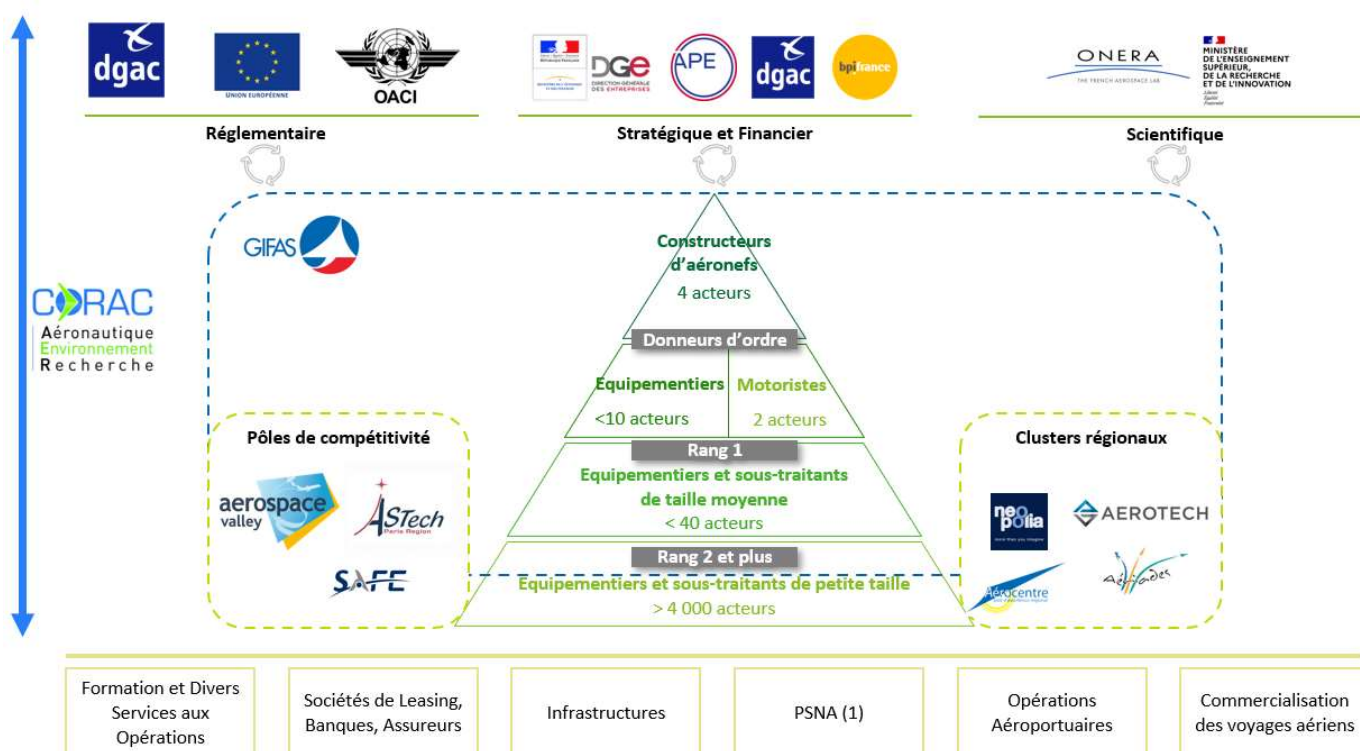
<sup>15</sup> Rapport 2021 du commerce extérieur de la France – <https://www.vie-publique.fr/sites/default/files/rapport/pdf/278462.pdf>

<sup>16</sup> GIFAS – Communiqué de presse – Mai 2022.

<sup>17</sup> Cour des comptes – Rapport « Le soutien public à la filière aéronautique » – Février 2022.

<sup>18</sup> INSEE – La filière aérospatiale du Grand Sud-Ouest : une dynamique stoppée par la crise sanitaire – Décembre 2021.

Figure 4. Schéma simplifié des principaux acteurs du secteur de l'aéronautique civile en France



Source : Cour des comptes<sup>19</sup> | Xerfi<sup>20</sup> | Analyses Deloitte

(1) Prestataire de service de la navigation aérienne

Les entreprises privées de la filière interagissent en continu avec les acteurs publics français et internationaux, sur des dimensions multiples (réglementaire, stratégique et financière ou encore scientifique). À ce titre, elles sont représentées par le **Groupe des Industries Françaises Aéronautiques et Spatiales (GIFAS)**. Créée en 1908, cette fédération professionnelle assure la coordination et défend les intérêts de ses membres sur le territoire national et à l'international. En 2020, elle regroupait plus de 400 adhérents.

Les acteurs privés de la filière se distinguent en plusieurs catégories décrites ci-après :

### Les constructeurs d'aéronefs

Têtes de pont de filière avec les compagnies aériennes ou les sociétés d'affrètement, les principaux donneurs d'ordre de la filière sont les constructeurs d'aéronefs (avionneurs et constructeurs d'hélicoptères). Ils jouent un rôle d'architecte maître d'œuvre industriel, en assumant la responsabilité technique et commerciale des programmes d'aéronefs. En France, quatre acteurs majeurs, présents à la fois sur les marchés civil et militaire, ont une part significative de leur activité industrielle sur le territoire : Airbus, Dassault Aviation, ATR et Daher<sup>21</sup>.

<sup>19</sup> Cour des comptes — Rapport « Le soutien public à la filière aéronautique » — Février 2022.

<sup>20</sup> Xerfi — Rapport « L'industrie aéronautique et spatiale en France » — Avril 2022.

<sup>21</sup> 7<sup>ème</sup> avionneur au monde en aviation générale et d'affaires, Daher intervient également en tant qu'équipementier, de la conception de pièces élémentaires à la réalisation de tronçons totalement équipés (<https://www.daher.com>).

L'ancrage territorial des constructeurs d'aéronefs est principalement permis par les moyens mis en œuvre dans le pays pour assurer le financement de la R&T et la mise à disposition d'infrastructures scientifiques et technologiques favorables (moyens d'essais, calculateurs)<sup>22</sup>.

Les encadrés suivants présentent une description du groupe Airbus et de Dassault Aviation :

### Groupe Airbus

Airbus est le leader européen des secteurs aéronautique et spatial. Le groupe est présent dans plus de **60 pays dans le monde**, avec une concentration des effectifs en Europe, notamment en France (environ 48 000 salariés en France en 2020, soit près de 40 % des effectifs du groupe), en Allemagne, en Espagne et au Royaume-Uni.

Le groupe est à la fois leader sur les marchés de l'aviation civile, des hélicoptères et de la défense et du spatial. Airbus détient également 50 % de l'entreprise ATR, présente sur le marché des avions régionaux<sup>23</sup>. Enfin, *via* sa filiale détenue à 100 % Airbus Atlantic (e.g. STELIA Aerospace), Airbus joue un rôle d'équipementier spécialisé dans les aérostructures.

**Tableau 1. Chiffres clés — Groupe Airbus (périmètre mondial)**

	2017	2018	2019	2020	2021
<b>Chiffre d'affaires (Mrds €)</b>	<b>66,8</b>	<b>63,7</b>	<b>70,5</b>	<b>49,9</b>	<b>52,1</b>
dont aviation civile (Mrds €)	51,0	48,0	54,8	34,3	36,1
dont hélicoptères (Mrds €)	6,5	5,9	6,0	6,3	6,5
<b>EBIT (Mrds €)</b>	<b>4,3</b>	<b>5,8</b>	<b>6,9</b>	<b>1,7</b>	<b>4,9</b>
<b>R&amp;D Total (Mrds €)</b>	<b>2,6</b>	<b>2,9</b>	<b>3,0</b>	<b>2,9</b>	<b>2,8</b>
dont aviation civile (Mrds €)	2,0	2,2	2,4	2,4	2,3
dont hélicoptères (Mrds €)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
<b>Effectif total (000' employés)</b>		<b>133,7</b>	<b>134,9</b>	<b>131,3</b>	<b>126,5</b>
dont France				~48,0	

Source : Relations Investisseurs Airbus<sup>24</sup> | XERFI<sup>25</sup> (effectifs Airbus en France)

La division **Commercial Aircraft** d'Airbus est en concurrence avec l'avionneur américain Boeing.

Cinq grandes familles d'avions composent la gamme d'avions commerciaux d'Airbus :

- Le marché des avions court et moyen-courriers est couvert par les familles A320 et A220, la famille A220 étant issue du rachat du programme CSeries à Bombardier en 2018 ;
- Airbus est par ailleurs positionné sur le marché des avions moyen à long-courriers grâce aux familles d'avions A330 et A350. Le groupe a annoncé l'abandon du programme A380 en 2019 (les 17 derniers exemplaires commandés ont été livrés en 2021).

Le siège de la division est localisé à Blagnac (Haute-Garonne, France). Il réunit des lignes d'assemblage de tous les avions commerciaux (hors A220), les activités financières, marketing et les unités de recherche et d'essais de la division.

<sup>22</sup> PIPAME — Étude « La chaîne de valeur dans l'industrie aéronautique » — Septembre 2009.

<sup>23</sup> L'autre moitié est détenue par l'industriel italien Leonardo.

<sup>24</sup> Présentation des résultats financiers annuels d'Airbus - <https://www.airbus.com/en/investors/financial-results-annual-reports#annualreports>

<sup>25</sup> Xerfi — Rapport « L'industrie aéronautique et spatial en France » — Avril 2022.

Autre division présente dans l'aéronautique civile, **Airbus Helicopters** (anciennement Eurocopter) est le leader mondial de la fabrication d'hélicoptères civils. Elle est également un des principaux fabricants d'hélicoptères militaires. Airbus Helicopters produit et commercialise à la fois des hélicoptères légers (famille « Ecureuil »), moyens (famille « Dauphin ») et lourds (famille « Super Puma »). La filiale française concentre près de la moitié des activités de la division, dont le siège se trouve à Marignane (Bouches-du-Rhône, France) où sont employées près de 8 400 personnes<sup>26</sup>.

### **Dassault Aviation**

Deuxième avionneur français, Dassault Aviation est un des acteurs principaux de la construction de jets d'affaires, d'avions militaires et de systèmes spatiaux. Le groupe produit à la fois des avions d'affaires haut de gamme via sa gamme Falcon et des avions de combat multirôle avec la gamme Rafale.

Plus des trois quarts (78 %) des employés du groupe sont localisés en France, où des lignes de production et d'assemblage des Rafale et des Falcon sont situées. Dassault Aviation réalise en revanche près de 90 % de son chiffre d'affaires hors de France.

**Tableau 2. Chiffres clés — Dassault Aviation (périmètre mondial)**

	2017	2018	2019	2020	2021
Chiffre d'affaires (Mrds €)	4,9	5,1	7,3	5,5	7,2
dont FALCON (Mrds €)	3,0	2,6	2,2	2,2	2,0
EBIT (Mrds €)	0,3	0,7	0,8	0,3	0,5
R&D Autofinancée (Mrds €)	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6
Effectif total (000' employés)	11,4	11,5	12,8	12,4	12,4

Source : Relations Investisseurs Dassault Aviation<sup>27</sup>

### **Les grands équipementiers et motoristes**

Une dizaine de grands équipementiers et motoristes ont un poids significatif dans les approvisionnements des constructeurs d'aéronefs et peuvent être amenés à commercialiser leurs produits directement auprès des compagnies aériennes. Ils proposent des sous-ensembles complets d'aéronefs, développent leurs technologies propres et animent la chaîne de sous-traitance de la filière.

L'industrie aéronautique française peut s'appuyer sur plusieurs entreprises d'envergure internationale leaders sur leurs marchés, à commencer par les acteurs nationaux Safran et Thales. Safran Aircraft Engines, par son empreinte sur la filière française comme sur le marché mondial (via la coentreprise CFM avec GE, motoriste exclusif du B737MAX et motoriste de 70 % des A320neo) peut également être considéré comme un des principaux donneurs d'ordres de la filière. Ces entreprises disposent de portefeuilles clients diversifiés, notamment parmi les constructeurs d'aéronefs étrangers, tels que Boeing ou Embraer, en plus des grands donneurs d'ordre français. L'américain Boeing a par exemple passé plus de 6,3 Mrds\$ (environ 5,6 Mrds€) de commandes auprès de fournisseurs français en 2017<sup>28</sup>.

<sup>26</sup> Xerfi – Rapport « L'industrie aéronautique et spatial en France » — Avril 2022.

<sup>27</sup> Présentation des résultats financiers annuels de Dassault - <https://www.dassault-aviation.com/en/group/finance/>

<sup>28</sup> <https://www.boeing.fr/boeing-en-france/l-industrie-francaise.page>

**Tableau 3. Principaux équipementiers et motoristes présents sur le territoire français**

Acteur	CA Total 2021 (M€)	Dépenses R&D 2021 (M€)	Aérostructure	Avionique	Equipement Intérieur	Moteur	Train atterrissage	Description
Safran	15 133	1 430	X	X	X	X	X	3ème équipementier aéronautique mondial. Le groupe est présent à la fois sur le segment de la propulsion (qui représente ~50% de son CA) des équipements et sous-ensembles (~40% de son CA) et des équipements intérieurs (~10% de son CA).
Thales	17 857	1 027		X	X			Leader des équipements et systèmes électroniques pour les secteurs aéronautique, spatial, naval et ferroviaire. Le secteur de l'aéronautique (incluant la navigation aérienne) et le spatial représentent ~25% du CA de Thales (Thales AVS, ATM).
Lisi Aerospace (1)	663	36	X		X	X		Appartenant au Groupe Lisi, Lisi Aerospace est spécialisé dans la fabrication de fixations et de composantes d'assemblage pour l'aérostructure et moteurs.
Daher	1 100	n.c	X			X		Groupe familial français, fabricant de sous-ensembles d'aérostructure et constructeur d'avion d'affaires.
Latécoère	380	23	X	X				Groupe principalement positionné dans les aérostructures (portes, fuselage) et les systèmes d'interconnexion (câblage, meubles avioniques, bancs de test pour câbles).
Liebherr Aerospace & Transport (Allemagne)	1 024	n.c		X	X		X	Division du Groupe Liebherr, spécialisé dans les machines-outils, Liebherr réalise environ 400M€ via sa filiale "Liebherr Aerospace Toulouse", qui est positionnée sur le segment des systèmes d'air. La division produit et assure également la maintenance de pièces pour train d'atterrissage, des systèmes de commande de vol ou encore des boîtes de transmission.
Raytheon Technologies (Etats-Unis)	54 404	2 600	X	X	X	X	X	Raytheon Technologies est le plus grand fournisseur d'équipement aéronautique au monde, notamment par l'intermédiaire des sociétés Pratt & Whitney (moteurs) et Collins Aerospace (systèmes électroniques, électriques et mécaniques). Bien que principalement localisé aux Etats-Unis, le groupe réalise ~1 Mrd€ de CA en France, principalement via les filiales suivantes : - Goodrich Actuation System : 378 M€ (2019) - Rockwell Collins France : 296 M€ (2020) - Ratier-Figeac : 253 M€ (2020)

Source : Etudes XERFI | Rapports DIANE | Sites web des acteurs

(1) : Données 2020 - le montant de dépense de R&D correspond à celui de l'ensemble du Groupe Lisi

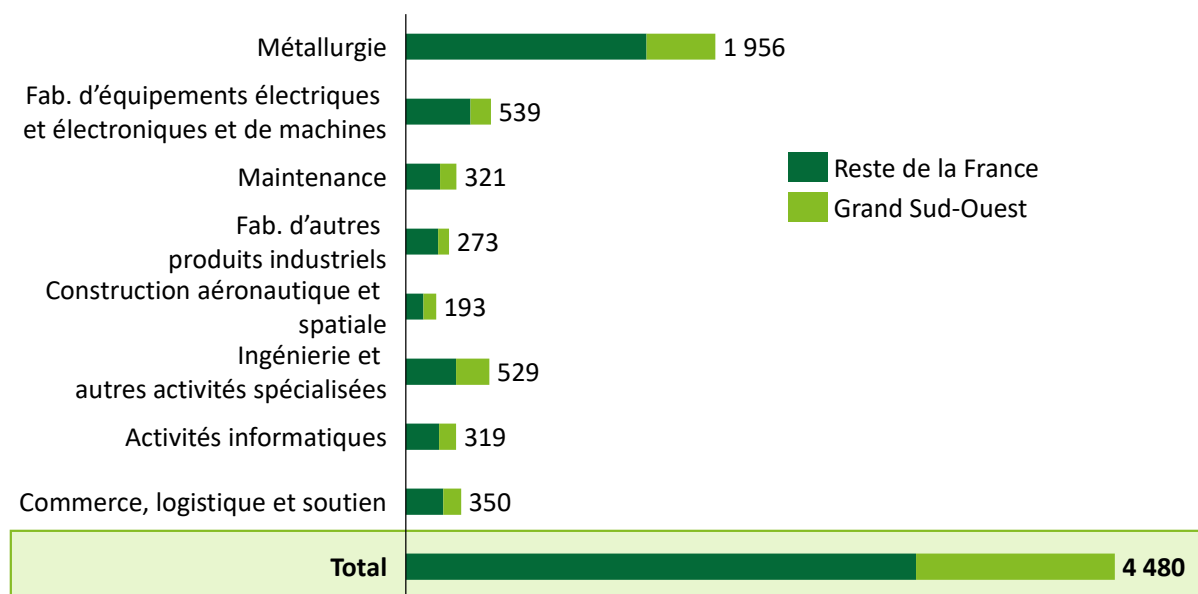
Thales, Safran, ainsi que quelques grands équipementiers à l'instar de Daher et Latécoère, agissent telles des « firmes pivots<sup>29</sup> », qui s'appuient sur un ensemble de sous-traitants de moyenne et petite taille.

### Les équipementiers et sous-traitants de moyenne et petite taille

Cet ensemble de sous-traitants, de rangs 1, 2, 3, voire davantage, est fortement atomisé. 80 % des entreprises qui composent la filière sont en effet des Entreprises de Taille Intermédiaire (ETI) et des Petites et Moyennes Entreprises (PME). Ces acteurs sont spécialisés sur des technologies ou des sous-produits aéronautiques spécifiques, propres à leurs secteurs d'activité.

<sup>29</sup> De la firme sous-traitante de premier rang à la firme pivot, une mutation de l'organisation du système productif « Airbus », Frédéric Mazaud —2006.

**Figure 5. Nombre de sociétés dans la filière aéronautique et spatiale au 31/12/2020 selon le secteur d'activité**



Source : Insee - Enquête Filière aéronautique et spatiale 2020.

Les entreprises sous-traitantes couvrent l'ensemble du territoire français, bien qu'une part significative soit localisée à proximité des donneurs d'ordre.

Une partie des sous-traitants de la filière fournit des produits de niche aux équipementiers et motoristes, et est fortement dépendante des débouchés de l'aéronautique. En 2020, les activités aéronautiques et spatiales représentaient 73 % du chiffre d'affaires total des sociétés industrielles de la filière. Cependant, pour 21 % d'entre elles seulement, l'activité aéronautique et spatiale constituait plus de 80 % du chiffre d'affaires total.

**Exemple de la société Coriolis Composites<sup>30</sup>**

Localisée dans le Morbihan, Coriolis Composites conçoit et fabrique des robots et des logiciels de production industrielle de pièces composites. La société est présente à la fois en France et en Allemagne, mais aussi en Asie et en Amérique du Nord. Elle génère un chiffre d'affaires annuel global d'environ 25 M€ et emploie près de 120 salariés. En 2022, la totalité de son chiffre d'affaires est réalisée avec des clients du secteur aéronautique, qu'ils soient des acteurs majeurs de la filière française (Dassault Aviation, Safran, Airbus Atlantic — ex-Stelia Aerospace, etc.) ou internationale (Boeing, Composites Technology Research Malaysia, etc.).

Lors de la crise du COVID-19, la société a connu une forte réduction de son activité, de l'ordre de 40 %. Pour y faire face, elle a développé un plan stratégique qui la positionne comme un acteur clé de l'allègement des prochains programmes d'avion, prévus pour 2027-2028. La société cherche également à capitaliser sur son savoir-faire pour étudier des opportunités de diversification dans d'autres secteurs (automobile, naval, etc.).

D'autres acteurs identifiés de la sous-traitance aéronautique diversifient leurs débouchés dans plusieurs industries. Dès lors, l'aéronautique ne représente qu'une partie de leur activité, limitant ainsi leur dépendance aux autres acteurs de la filière.

<sup>30</sup> Exemple issu d'un entretien avec un représentant de la société – Juin 2022.



### Exemple de la société Radiall<sup>31</sup>

Radiall est une ETI française détenue par des capitaux familiaux. Elle conçoit, développe et fabrique des composants électriques destinés aux équipements de l'aéronautique civile et militaire, mais aussi pour les télécommunications sans fil et pour des applications industrielles.

En 2020, sur les 305 M€ de chiffre d'affaires générés, environ 36 % provenaient de ventes à destination de l'industrie de l'aéronautique civile, majoritairement auprès de donneurs d'ordre ou de fournisseurs de rang 1<sup>32</sup>. L'industrie a pris une place prépondérante dans l'activité du groupe depuis les années 2000.

La crise du COVID-19 a néanmoins incité le groupe à se diversifier pour rééquilibrer son portefeuille d'activité : Radiall a subi une perte de chiffre d'affaires de l'ordre de 40 % en 2020 et de 65 % en 2021 auprès de ses clients de l'aéronautique civile.

Pour se différencier face à une importante concurrence dans les composants électriques, la société se positionne sur des marchés « de niche », sur lesquels l'innovation est un facteur clé de succès. Pour cela, elle investit annuellement plus de 8 % de son chiffre d'affaires en R&D.

Sur le volet aéronautique, le groupe collabore directement sur la conception de nouvelles solutions avec tous les donneurs d'ordre, qu'ils soient constructeurs d'aéronefs (Airbus, Dassault, Boeing, Bombardier) ou fabricants d'avionique (Thales en France, Collins Aerospace, Honeywell, etc.).

Compte tenu de l'intensité capitalistique du secteur, l'atomicité des acteurs de la filière est susceptible de constituer un frein au développement de nouveaux programmes ou à l'augmentation des cadences. Les tentatives de consolidation du secteur (notamment dans le cadre du plan d'économie « Power 8 », initié en 2008 par Airbus) ont eu des impacts limités, notamment du fait de la structure actionnariale des acteurs, dont une grande partie reste familiale<sup>33</sup>. Des initiatives complémentaires ont été néanmoins lancées en 2020 pour permettre aux entreprises d'atteindre une taille critique ; par exemple, le fonds d'investissement aéronautique géré par une filiale de Tikehau Capital (« Ace aéro partenaires » créée en juillet 2020) a pour objectif de renforcer les fonds propres des PME-ETI stratégiques de la filière et d'accompagner la consolidation du secteur.

Les spécificités de la structure de la filière française, notamment la faible concentration des équipements et sous-traitants de moyenne et petite taille, soulignent l'enjeu d'une réponse coordonnée aux besoins de solutions technologiques nécessaires à la compétitivité du secteur.

### 1.1.3 Technologies clés : présentation des enjeux de la filière et des principaux leviers technologiques envisagés pour y répondre

#### L'exigence de sécurité

L'industrie aéronautique civile fait face à une forte pression réglementaire, notamment en matière de sécurité. Les normes des organismes nationaux et supranationaux s'additionnent afin d'assurer le plus haut niveau de sécurité, pour une filière dans laquelle la moindre erreur peut coûter des vies humaines. Le respect des normes est encadré par l'octroi de certifications. La procédure de certification couvre l'ensemble du processus de développement d'un nouvel aéronef et toutes ses évolutions ultérieures. Les éléments constitutifs du produit (e.g. la structure, les moteurs, les systèmes de contrôle, les systèmes électriques et les performances de vol) sont analysés par rapport à la base de certification. Les obligations de certification s'appliquent à tous les acteurs de la filière et représentent

<sup>31</sup> Exemple issu d'un entretien avec un représentant de la société – Juin 2022.

<sup>32</sup> Projet Heroes – Dossier technique – Mars 2022.

<sup>33</sup> Cour des comptes – Rapport « Le soutien public à la filière aéronautique » – Février 2022.

17 % du coût global de développement d'un avion<sup>34</sup>. Un avion doit être certifié dans chaque pays d'immatriculation. Plusieurs organisations sont parties prenantes de l'instauration de certifications et du respect des normes :

- Au niveau international, l'OACI (Organisation de l'Aviation Civile Internationale) édicte les normes et recommandations applicables dans les pays signataires de la convention de Chicago (193 États membres). C'est en respectant des normes définies par l'OACI qu'un aéronef peut obtenir la certification minimale admise pour opérer dans le monde.
- Au niveau européen, le règlement (UE) 2018/1139 — dit « règlement de base » — fixe les règles communes dans le domaine de l'aviation civile et institue une agence de l'Union européenne pour la sécurité aérienne (EASA). Le règlement vise à « établir un niveau uniforme élevé de sécurité de l'aviation civile tout en garantissant la protection de l'environnement »<sup>35</sup>.
- En France, la DSAC (Direction de la Sécurité de l'Aviation Civile) surveille la fabrication et l'entretien des aéronefs, en application des règlements européens. Elle délivre les agréments des organismes d'entretien, les certificats de navigabilité des aéronefs et les licences de mécaniciens.

La filière est par ailleurs soumise à des risques liés à l'ouverture et à l'interconnexion des acteurs et produits, notamment en matière de cybersécurité. L'ensemble de la chaîne de valeur de la filière doit répondre à cet enjeu immuable de sécurité, fondamental et sous-jacent à tous les projets de recherche.

### **Un principe de compétitivité**

Outre l'enjeu de sécurité, les acteurs de la filière se mobilisent afin de soutenir leur compétitivité. Compte tenu de l'importance du poids des exportations dans l'activité, la filière aéronautique civile française évolue sur un marché international. Face à une concurrence accrue, le maintien de la position des entreprises françaises passe par le développement de produits ou de services innovants.

La compétitivité de la filière repose également sur l'optimisation des performances opérationnelles de l'ensemble des acteurs qui composent la filière, pour suivre les montées en cadence dictées par les donneurs d'ordre et maintenir une compétitivité coût.

Le principe de compétitivité des acteurs de l'aéronautique est un prérequis du maintien de la position de la France sur le marché international. Il est de plus en plus dépendant de l'enjeu grandissant de décarbonation.

### **Une tendance de fond vers la décarbonation**

L'enjeu de décarbonation du secteur aérien civil s'inscrit dans la tendance de fond liée à la transition environnementale, répondant également à une exigence sociétale. Si le transport aérien continuait de croître à un rythme similaire à celui d'avant la crise du COVID-19, sans changement des technologies, de source d'énergie ou de pratiques opérationnelles, l'industrie contribuerait à une augmentation significative des émissions mondiales de CO<sub>2</sub> d'ici 2050. Ainsi, l'aviation, qui avait des émissions d'environ 900 MtCO<sub>2</sub>/an en 2018 pourrait émettre plus de 2000 MtCO<sub>2</sub>/an en 2050 en cas de maintien des technologies de 2018<sup>36</sup>. L'impact environnemental actuel de l'aviation appelle à une transformation de la filière.

La transition vers un avenir à faibles émissions de carbone exige que le secteur se décarbone progressivement, questionnant ainsi son modèle économique. Elle suppose des répercussions sur tous les acteurs de la filière. À moins de parvenir à développer des aéronefs zéro-émission, l'entrée en vigueur de réglementations fixant le prix

---

<sup>34</sup> PIPAME — Étude « La chaîne de valeur dans l'industrie aéronautique » — Septembre 2009.

<sup>35</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=LEGISSUM:4359400>

<sup>36</sup> ATAG — *Balancing growth in connectivity with a comprehensive global air transport response to the climate emergency: a vision of net-zero aviation by mid-century* – Septembre 2021.

des émissions de carbone devrait réduire les demandes de vols courts et encourager l'utilisation de modes de transport alternatifs durables (e.g. le transport ferroviaire). Le secteur pourrait ainsi connaître une baisse de revenus d'environ 40 Mrds\$ et une perte de 110 000 emplois à l'échelle mondiale<sup>37</sup>.

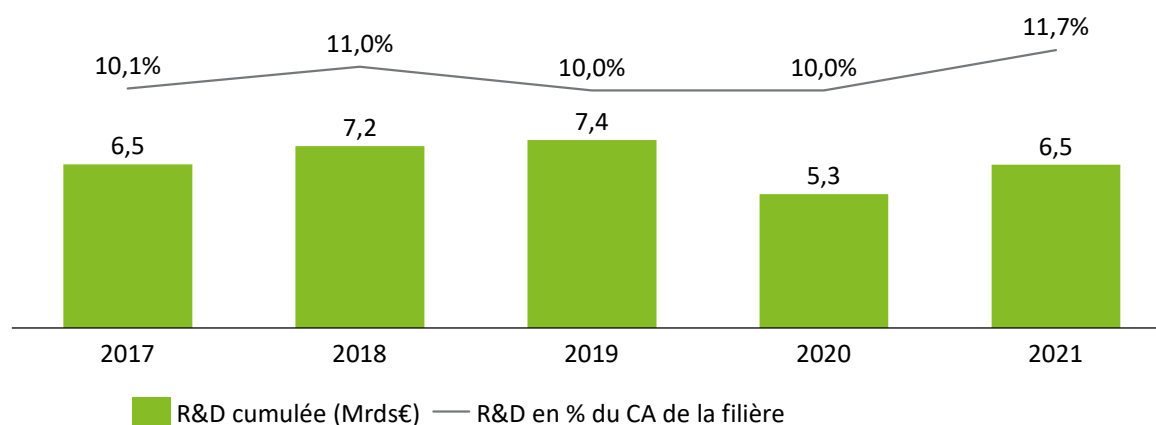
L'enjeu de décarbonation constitue un défi majeur pour la filière, qui devra s'appuyer sur des ruptures technologiques afin de maintenir son positionnement mondial.

Plusieurs leviers sont envisagés pour répondre aux enjeux de sécurité, de compétitivité et de décarbonation : l'ultra-frugalité énergétique, la neutralité carbone, les opérations plus productives sans disruption ou encore le soutien à la révolution numérique<sup>38</sup>. Afin d'activer ces leviers, les acteurs de la filière aéronautique française suivent un processus d'innovation structuré en deux grandes étapes communément englobées dans la Recherche & Développement :

1. L'étape de **Recherche & Technologie**, qui vise à identifier ou créer puis rendre des technologies applicables à des produits aéronautiques ;
2. L'étape de **Développement**, lorsque ces technologies sont intégrées dans des produits.

En 2019, la construction aéronautique et spatiale représentait en France 10 % de la Dépense Intérieure de Recherche et Développement des Entreprises (DIRDE), au deuxième rang derrière l'industrie automobile<sup>39</sup>. Les principaux acteurs de la filière dépensent près de 7 Mrds€ chaque année en recherche et développement<sup>40</sup>.

**Figure 6. Dépenses de recherche et développement dans la filière aéronautique en France**



Source : Rapports Annuels du GIFAS 2018 - 2019 - 2020 et Site web GIFAS

Les efforts de recherche et de développement constituent un moyen clé pour répondre aux enjeux de l'industrie aéronautique civile. Compte tenu de la multiplicité des acteurs privés qui la composent et de la durée des cycles d'introduction de nouvelles technologies (e.g., moteurs - 15/20 ans, composites - 20 ans)<sup>41</sup>, la filière française bénéficie de la mobilisation d'acteurs publics favorisant une mise en cohérence des initiatives à l'échelle nationale.

<sup>37</sup> Deloitte — Étude « Decarbonizing aerospace » - Octobre 2021.

<sup>38</sup> <https://aerorecherchecorac.com/feuille-de-route-corac/>.

<sup>39</sup> Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation – Etude « Etat de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation en France n°15 ».

<sup>40</sup> Périmètre : adhérents au GIFAS.

<sup>41</sup> PIPAME — Étude « La chaîne de valeur dans l'industrie aéronautique » — Septembre 2009.

## 1.2. Intervention publique dans la filière

### 1.2.1 Plan de relance de la filière pendant la crise du COVID-19 (2020-2022)

L'industrie aéronautique est considérée par l'État français comme incontournable pour le paysage économique et social français. Elle représente un secteur national stratégique, pourvoyeur de valeur ajoutée, d'emplois et d'innovations, et représente un excédent commercial significatif pour l'économie. À ces différents titres, elle fait l'objet d'une attention particulière de la part des pouvoirs publics.

Dans le domaine militaire, les aéronefs occupent une place majeure dans l'équipement des forces et dans la composante aérienne de dissuasion. La filière regroupe en effet un ensemble de fournisseurs stratégiques pour la Direction Générale de l'Armement (DGA), en charge de préparer les systèmes de défense nationale. À ce titre, l'industrie aéronautique française constitue un enjeu de souveraineté nationale.

En conséquence de la crise du COVID-19, la forte réduction des commandes liée à la baisse du trafic aérien a poussé l'État français à lancer un plan de soutien de 15 Mrds€. Ce plan visait 3 objectifs :

- Répondre à l'urgence en soutenant les entreprises en difficulté et protéger leurs salariés ;
- Investir dans les PME et les ETI pour accompagner la transformation de la filière ;
- Investir pour concevoir et produire en France les appareils de demain<sup>42</sup>.

Pour cela, l'État français s'est appuyé sur des mécanismes d'aides aux entreprises variés : garantie de prêt, anticipation d'achats publics, prise de participations, subvention ou encore avance remboursable.

**Tableau 4. Les mesures de soutien et d'appui à la transformation structurelle de la filière mises en place en 2020 par l'État français**

	Aide publique	Pilote	Montant total de l'aide (M€)	Période couverte par l'aide
Dispositifs d'urgence et de soutien	Prêt Garanti d'état (PGE) - Filière Aéronautique	DGT, BPIFrance	1 500	2020
	Adaptation des modalités de garanties exports	DGT, BPIFrance	3 600	2020-2021
	Anticipation de commandes militaires	DGA	832	2020-2022
	Prêt Garanti d'état (PGE) - Air France	DGT, BPIFrance	4 000	2020
	Avance en compte-courant d'actionnaire - Air France	APE	3 000	
Dispositifs visant à la transformation de la filière	Subventions pour la modernisation des acteurs de la filière	DGE, BPIFrance	300	2020-2022
	Fonds pour la consolidation et la diversification de la filière*	Tikehau Capital	200	2020-2030
	<b>Soutien 2020 - 2022 de la R&amp;T/R&amp;D et l'innovation de la filière</b>	<b>DGAC</b>	<b>1 500</b>	<b>2020-2022</b>
<b>Total</b>			<b>14 932</b>	

Source : Cour des comptes<sup>43</sup> | Rapport information Sénat février 2022<sup>44</sup> | Projet de loi finances 2020 / 2021 / 2022

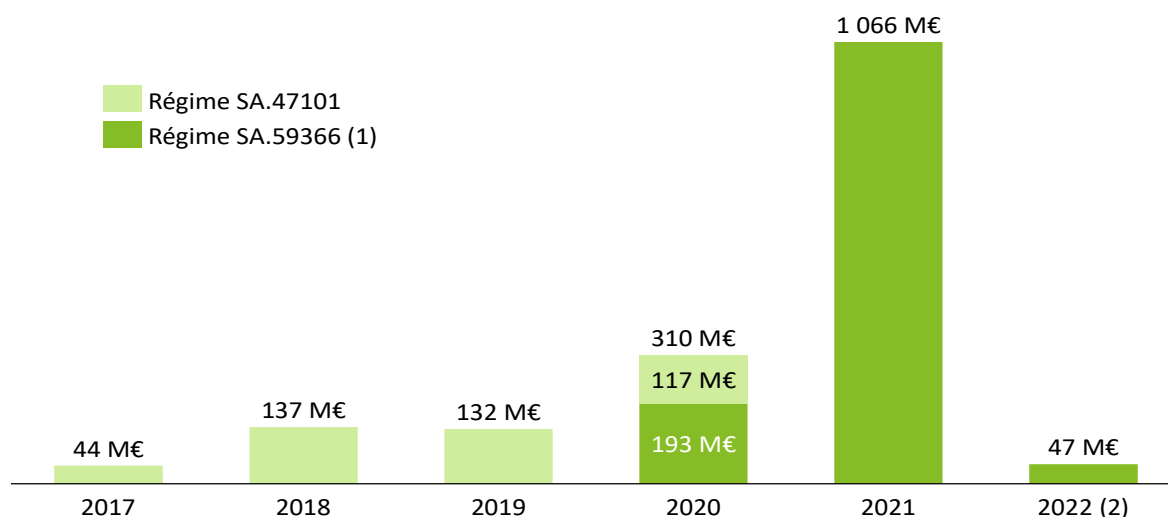
<sup>42</sup> Présentation du 9 juin 2020 du plan de soutien à l'aéronautique par le ministère de l'Économie, des Finances et de la Relance.

<sup>43</sup> Cour des comptes — Rapport « Le soutien public à la filière aéronautique » — Février 2022.

<sup>44</sup> <https://www.senat.fr/rap/r21-538/r21-5381.pdf>

Le régime d'aide n° SA.59366 (en gras dans le tableau précédent) a été mis en place dans ce contexte de soutien renforcé de l'État à la filière. Il s'insère dans un ensemble cohérent d'aides financières, en proposant un volet spécifique sur la recherche, qui s'inscrit dans la continuité du régime d'aide n° SA.47101 mis en place entre 2017 et 2020 :

**Figure 7. Engagements pour le soutien à la R&D de la filière par l'État français depuis 2017**



Source : Données DGAC, Analyses Deloitte  
 (1) Engagements à date, tranches fermes et conditionnelles comprises  
 (2) Engagements au 31 mai 2022

Ce soutien régulier vient en cohérence avec les spécificités de l'industrie aéronautique : des cycles d'innovation longs (une quinzaine d'années environ), qui nécessitent des investissements de recherche et développement élevés (plusieurs milliards d'euros), de façon constante et continue.

Le niveau de financement et les incertitudes propres aux projets de recherche (c'est-à-dire, retours sur investissements, etc.) incitent à la mutualisation des coûts et des risques, et plus généralement, à la synchronisation des efforts des acteurs de la filière.

Les dispositifs d'aide sont des outils nécessaires pour piloter et soutenir ces efforts sur la R&D, et traduisent une politique publique de l'aéronautique civile mise en place à l'échelle nationale.

### 1.2.2 Politique publique française de soutien à la recherche de la filière

La politique industrielle de l'État français dans le secteur de l'aéronautique civile est assurée par la Direction générale de l'Aviation Civile (DGAC). La DGAC est chargée d'assurer la sécurité et la sûreté du transport aérien français, et de maintenir un équilibre entre le développement du secteur du transport aérien et la protection de l'environnement. Elle est l'autorité réglementaire nationale, assure des services de navigation aérienne et forme les acteurs de l'aviation civile par l'intermédiaire de l'École Nationale de l'Aviation Civile (ENAC). Cette structure publique est spécifique au secteur de l'aéronautique en France, et permet la participation de l'État au pilotage stratégique de la filière.

Partenaire des principaux acteurs de l'industrie aéronautique, la DGAC alloue les aides financières à la recherche dans l'aéronautique civile. Dans cette optique, elle s'appuie sur le Conseil pour la Recherche Aéronautique Civile (CORAC) pour établir la feuille de route technologique de la filière.

Figure 8. Présentation du CORAC



Source : Présentation DGAC-CORAC, Soutien à la R&D – 2020-2021

Le CORAC a été mis en place en 2008 à la suite de la signature d'une convention d'engagement entre les industriels de la filière et le ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire français, dans le cadre du Grenelle de l'environnement. Cet engagement portait sur l'intensification du progrès technologique et de l'effort de recherche dans l'aviation pour réduire les effets de la filière sur l'environnement.

Sous l'impulsion de la DGAC et du GIFAS, le CORAC a été fondé pour synchroniser les efforts des acteurs français du secteur du transport aérien. Il met en cohérence des efforts de R&D de la filière en établissant les objectifs assignés aux différents intervenants de la recherche aéronautique française, en construisant et en mettant à jour une feuille de route technologique.

La mission principale du CORAC est la construction et la mise à jour d'une feuille de route permettant de définir les axes technologiques de rupture pour les futurs programmes aéronautiques. La feuille de route est développée par les membres du CORAC (représentants des constructeurs d'aéronefs, des motoristes, des grands équipementiers ainsi que des entreprises de rang1 et des PME-ETI). Elle est déclinée en trois axes<sup>45</sup> :

- La **révolution de l'énergie** avec l'ultra-frugalité énergétique et la neutralité carbone ;
- La **révolution des opérations** avec l'assistance au pilotage et la sécurité des vols, les opérations à empreinte environnementale réduite et les opérations plus productives sans disruption ;
- La **révolution de la compétitivité** avec l'établissement de nouveaux standards, les ruptures de produits et d'usages et la révolution numérique & efficacité de la filière intégrée.

Sur chacun de ces axes, le CORAC a défini les leviers et briques technologiques permettant d'y répondre.

<sup>45</sup> <https://aerorecherche.corac.com/feuille-de-route-corac/>

**Tableau 5. Grands leviers technologiques portés par la feuille de route du CORAC**

Axe technologique du CORAC	Leviers technologiques du CORAC
<b>Révolution de l'énergie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voilure plus efficace (allongement, contrôle actif), aérostructures plus légères et gains aérodynamiques</li> <li>• Introduction de formules nouvelles, hybridation électrique des turbines et moteurs propulsifs électriques</li> <li>• Autres travaux que ceux réalisés sur le moteur visant à réduire la consommation énergétique</li> <li>• Objectif neutralité carbone : remplacement du kérosène pour les machines actuelles par des énergies plus propres, électrification, hydrogène</li> </ul>
<b>Révolution des opérations</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Automatisation de fonctions en vol, allègement de la charge et de la taille de l'équipage, sécurisation des vols</li> <li>• Maintenance prédictive et assistée</li> <li>• Optimisation des trajectoires de vol, réduction des contraintes ATM (Air Traffic Management) et optimisation collaborative, vol en formation</li> </ul>
<b>Révolution de la compétitivité</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Continuité numérique sur toute la chaîne de valeur, meilleure intégration de la supply chain, agilité des systèmes de production</li> <li>• Moyens de conformité, certification, transposition des standards industriels, qualifications</li> </ul>

Source : <https://aerorecherche.corac.com>

La feuille de route pluriannuelle vise à optimiser les efforts publics et privés. Elle s'appuie sur l'expression des besoins des donneurs d'ordre, qui sont redescendus aux équipementiers et sous-traitants de différents rangs. La construction d'une feuille de route partagée est l'un des trois piliers du plan de recherche élaboré par le CORAC. Les deux autres piliers consistent en (i) « la mise en place annuelle d'un ensemble de projets sélectionnés par décision de l'État, sur la base des priorités de la feuille de route technologique, cofinancés à parité par l'État et l'industrie » et en (ii) « l'association large de toute la filière, équipementiers et PME du GIFAS, pôles de compétitivité, clusters régionaux, instituts de recherche technologiques, laboratoires académiques, et Onera »<sup>46</sup>.

Depuis 2020, le dispositif « CORAC-PME » constitue par ailleurs un relais pour intégrer davantage les PME dans les projets soutenus par la DGAC, par l'intermédiaire de deux approches : par le haut (« Top-Down ») et par le bas (« Bottom-up »).

Dans l'approche « Top-Down », le CORAC-PME diffuse les appels à compétences sur des projets proposés par de grands donneurs d'ordre dans le maillage des PME, afin de les impliquer davantage dans des projets communs<sup>47</sup>.

L'approche « Bottom-up » repose quant à elle sur la responsabilisation de PME en tant que porteuses de projets de R&D. Le CORAC-PME joue le rôle d'interlocuteur des PME souhaitant s'inscrire dans la démarche de R&D de la filière, et identifie celles susceptibles de contribuer à des briques technologiques pertinentes ou d'apporter leur propre brique. Il accompagne ensuite ces PME dans la constitution de leurs projets ou les intègre dans des consortiums existants, en proposant un éclairage sur les orientations de la feuille de route de la filière et en les aidant à structurer l'option de partenariat adéquate.

<sup>46</sup> Cour des comptes — Rapport « Le soutien public à la filière aéronautique » — Février 2022.

<sup>47</sup> Entretien avec un représentant du CORAC-PME — Juin 2022.

En complément des initiatives nationales portées par le CORAC, les régions administratives contribuent, à plus petite échelle, au financement de la recherche du secteur. À titre d'exemple, les régions Occitanie et Nouvelle-Aquitaine ont mis en place une aide au développement de l'aviation légère début 2020, portée par le pôle de compétitivité Aerospace Valley.

### **Aerospace Valley**



Aerospace Valley est l'un des trois pôles de compétitivité de l'industrie aéronautique qui animent le territoire français. Son ancrage géographique concerne les régions d'Occitanie et Nouvelle-Aquitaine. Dans ces régions, la filière représente environ 16 % de l'emploi industriel.

Il est composé de 812 membres :

- Secteur privé : grandes entreprises, ETI et PME ;
- Académiques : laboratoires et écoles ;
- Institutionnels : régions et métropoles.

Les missions du pôle sont doubles :

- Développer l'activité des filières aéronautique et spatiale *via* le levier de l'innovation, vecteur majeur de son succès ;
- Accompagner les membres sur l'export, la diversification, la recherche de financement.

Pour ce faire, le pôle mène différentes actions :

- Recherche de projets, mais aussi stimulation des acteurs de l'écosystème afin qu'ils proposent des solutions (appels à compétences) ;
- Recherche de cofinancements pour les projets.

Le pôle apporte un soutien aux plus petits acteurs (PME, TPE) de la filière en leur permettant d'aller au contact des donneurs d'ordre et des financeurs<sup>48</sup>. Aerospace Valley est classé dans le trio de tête des pôles de compétitivité mondiaux pour la performance de ses projets coopératifs de R&T. Les instances de pilotage de la R&D de la filière s'appuient sur ces pôles de compétitivité pour démultiplier leurs actions et atteindre de nouveaux acteurs.

La synchronisation des acteurs de la filière sur le développement de projets de recherche s'est ainsi organisée sous le pilotage de la DGAC, par la mise en place du CORAC puis du CORAC-PME. Il convient d'éclairer cette intervention publique à l'aune de celle d'autres grands pays de l'aéronautique civile.

### **1.2.3 L'intervention publique dans la R&D : vue comparative avec les autres pays principaux du marché de l'aviation civile**

L'intervention d'acteurs publics dans le développement technologique de la filière aéronautique n'est pas un phénomène spécifique à la France, bien que l'intervention publique puisse s'organiser différemment entre pays. L'Union européenne participe au financement de projets *via* son programme *Clean Aviation*, alors que les industries aéronautiques allemande ou britannique ont également mis en place des régimes d'aides à la recherche.

<sup>48</sup> <https://www.aerospace-valley.com/> et entretien avec un représentant d'Aerospace Valley – Juin 2022.



**Tableau 6. Les aides publiques à la R&D accordées dans différents pays**

Pays	Dispositifs d'aide	Montant annuel moyen 2020 - 2022 (M€)
France	CORAC	500
Allemagne	LUFO	175
Royaume-Uni	ATI Programme Fund	172
Union Européenne	Clean Sky 2 et CLEAN Aviation (1)	215

Source : Cour des comptes<sup>49</sup> | Aerospace Technology Institute (ATI-UK)<sup>50</sup> | The German R&T Public Funding Framework and the Aeronautics R&T – Program (LuFo)<sup>51</sup> | Site Clean Aviation<sup>52</sup>

(1) Clean Aviation prévoit 1,7 Mrd€ d'aides pour la période 2021-2027. Ce programme a été précédé par Clean Sky II, doté à hauteur de 220 M€ par an entre 2014 et 2020.

### Aides accordées par l'Union européenne

L'Union Européenne, *via* la Commission européenne, porte l'initiative *Clean Aviation* constituée dans le cadre du projet « Horizon Europe », programme-cadre de recherche et d'innovation commun à l'ensemble des États membres. Elle fait suite aux initiatives *Clean Sky* (2008 – 2014) et *Clean Sky II* (2014 – 2024).

Elle a pour objectif d'accélérer le développement de technologies de rupture pour introduire des aéronefs à faible émission dès 2030 et assurer la neutralité carbone des avions commerciaux dès 2050, suivant la feuille de route définie par l'ACARE (*Advisory Council for Aeronautics Research in Europe*). Elle met l'accent sur les briques technologiques liées aux avions court et moyen-courriers et régionaux ainsi que sur l'utilisation d'hydrogène comme source d'énergie pour les aéronefs.

Elle est dotée de 1,7 Mrd€ entre 2021-2027 et doit créer des conditions de collaboration entre acteurs publics et privés à l'échelle européenne en rassemblant des compétences complémentaires. Par ailleurs, l'initiative a pour ambition de définir les standards et préparer les règles de certification vis-à-vis de l'EASA (*European Union Aviation Safety Agency*) pour les technologies de rupture.

### Mécanismes d'aides en Allemagne (LUFO)

L'État fédéral allemand anime une stratégie nationale de l'aviation dont l'un des objectifs est d'assurer la compétitivité de la filière nationale<sup>53</sup> en matière d'innovation technologique.

Dans cette optique, le ministère fédéral de l'Économie et de l'Énergie (BMWi) a mis en place les régimes d'aides Luftfahrt-Forschungsprogramm (LUFO) depuis 1995. Ces régimes sont pilotés par le Centre allemand pour l'Aéronautique et l'Astronautique (DLR), qui est à la fois responsable de la recherche spatiale et aéronautique allemande, mais aussi de celle portant sur l'énergie et le transport.

Les régimes sont mis en place sur un horizon de temps de 4 à 5 ans et ont pour objectif de favoriser l'innovation *via* la collaboration entre les acteurs privés de la filière et les académiques.

<sup>49</sup> Cour des comptes — Rapport « Le soutien public à la filière aéronautique » — Février 2022.

<sup>50</sup> <https://www.ati.org.uk/wp-content/uploads/2022/04/ATI-Annual-Review-2020-21.pdf>

<sup>51</sup> [https://ftfsweden.se/wp-content/uploads/2019/10/FT2019-Plenary\\_LuFo-Jan-Bode.pdf](https://ftfsweden.se/wp-content/uploads/2019/10/FT2019-Plenary_LuFo-Jan-Bode.pdf)

<sup>52</sup> [https://clean-aviation.eu/sites/default/files/2022-03/CAJU-GB-2022-03-16-Amended-WP-Budget-2022-23\\_en.pdf](https://clean-aviation.eu/sites/default/files/2022-03/CAJU-GB-2022-03-16-Amended-WP-Budget-2022-23_en.pdf)

<sup>53</sup> La filière aéronautique et spatiale allemande représente environ 29 % de la filière française (cf. Figure 2).

Mis en place en 2019, le régime d'aide LUFO VI-1 soutient des projets de R&T entre 2020 et 2023. Les projets retenus ne doivent pas excéder le TRL 6. Le LUFO VI-1 alimente aussi bien des projets portant sur l'optimisation des processus de production et de maintenance opérationnelle (industrie 4.0, systèmes de production interconnectés) que sur les produits (amélioration de l'aérodynamisme, de la propulsion, etc.).

### Mécanismes d'aides au Royaume-Uni (ATI)

L'Aerospace Technology Institute (ATI) est une organisation indépendante en charge de définir les orientations technologiques des secteurs de l'aéronautique et du spatial britannique<sup>54</sup>. Elle est financée à proportion égale par l'État britannique *via* le *Department for Business, Energy and Industrial Strategy* (BEIS) et par les industriels de la filière.

Pour opérationnaliser les orientations stratégiques définies par l'ATI, le BEIS a mis en place depuis 2013 un programme de financement de la R&D de la filière aéronautique civile nationale associant secteurs privés et publics, le « *ATI programme funds* ». Ce programme est géré par l'agence rattachée au BEIS « *Innovate UK* ». L'organisation ATI joue un rôle d'expertise pour assurer l'alignement du portefeuille de projets soutenu avec la stratégie nationale. Le gouvernement britannique s'est engagé à financer le programme au côté des industriels du secteur jusque 2031.

Le montant de soutien du régime d'aide n°SA.59366 comparé à ceux accordés par les pays étrangers démontre l'importance accordée par la filière française à la recherche de solutions technologiques pour l'aviation de demain. Il convient désormais de détailler ce régime pour en présenter les spécificités.

## 1.3. Le régime n°SA.59366, des objectifs clairement définis et d'importants moyens de mise en œuvre

### 1.3.1 Contexte socioéconomique et raison d'être du régime

Le régime d'aide n°SA.59366 est un dispositif de soutien ciblé sur la filière aéronautique. Sa raison d'être repose sur différentes motivations qui ont été déterminantes dans le choix des montants investis, du calendrier du dispositif et des modalités d'intervention.

**Crise du COVID-19** : La crise sanitaire, qui a entraîné l'annulation de très nombreux vols du fait des contraintes sanitaires, a fragilisé le secteur aval de l'industrie aéronautique, celui du transport aérien. Ce choc s'est répercuté sur le secteur amont de l'industrie aéronautique, *via* l'annulation/ report de livraisons d'aéronefs. Si l'ampleur du choc a été réduite par l'importance des commandes avant crise et par les actions de soutien à la filière dans le cadre du plan de relance, le chiffre d'affaires de la filière a reculé de 29 % en 2020<sup>55</sup> et les livraisons d'avions sont retombées au niveau de 2012/2013 pour l'aviation commerciale (566 avions livrés par Airbus en 2020 contre 863 en 2019) et les prises de commandes se sont effondrées (268 commandes nettes pour Airbus en 2020 contre 768 en 2019)<sup>56</sup>.

**Importance de la transition environnementale** : Le transport aérien représente entre 2 et 3 % des émissions mondiales de CO<sub>2</sub>. C'est un secteur critiqué, en Europe, pour son impact environnemental, ce qui s'est traduit par une interdiction en France des vols lorsqu'une alternative ferroviaire de moins de 2h30 existe<sup>57</sup> ou encore l'obligation d'une compensation des émissions de carbone. Il apparaît essentiel en Europe de réduire l'empreinte environnementale du transport aérien. Cette transition est naturellement mise en œuvre par les constructeurs en

---

<sup>54</sup> La filière aéronautique et spatiale britannique représente environ 26 % de la filière française (cf. Figure 2).

<sup>55</sup> Rapport de la Cour des comptes (Le soutien public à la filière aéronautique)

<sup>56</sup> Airbus

<sup>57</sup> Loi climat et résilience, article 145.

raison de l'importance des coûts du carburant dans le transport aérien (environ 40 % de l'ensemble des coûts). Toutefois, le rythme d'évolution des émissions de CO<sub>2</sub> constaté jusqu'à présent (de l'ordre de 15 % par décennie) est insuffisant pour répondre à l'objectif européen d'une neutralité carbone à l'horizon 2050 et d'une baisse des émissions de moitié à l'horizon 2030. Ces objectifs nécessitent un saut technologique majeur dans le domaine de l'aviation : amélioration du design des appareils, changement des matériaux pour gagner en légèreté, électrification, changement dans les sources énergétiques utilisées et les motorisations associées (développement des biocarburants et de l'hydrogène), etc.

Il convient de noter qu'en termes d'impact environnemental, l'aide à la décarbonation de la filière aéronautique peut être particulièrement efficace. Elle permettra d'agir directement sur la décarbonation du transport aérien au niveau mondial et non pas uniquement à l'échelle française ou européenne. Cela devra passer notamment par la décarbonation des vols moyen et long-courriers de plus de 500 km qui représentent 95 % des émissions de la filière.

Aussi, l'aide prévue pour le secteur aérien vise non seulement à répondre aux enjeux conjoncturels liés à la crise du COVID-19, mais également à des enjeux plus structurels. A ce titre, l'investissement consenti (1,5 Mrd€ sur la période 2020 – 2023) apparaît bien supérieur aux besoins d'une intervention conjoncturelle et aux interventions réalisées dans d'autres secteurs (le fonds de soutien à la R&D de la filière automobile pour le développement des véhicules propres s'élève ainsi à 150 M€). Au regard de ces enjeux, le choix d'un soutien à la R&D apparaît pertinent. Une littérature économique souligne ainsi que le financement de la R&D en phase de difficulté conjoncturelle peut représenter un élément clé de la compétitivité future des entreprises, et qu'une intervention publique peut être à ce titre essentielle, tout particulièrement lorsque les entreprises peuvent rencontrer des difficultés à obtenir des financements sur le marché pour ces investissements (en raison d'un risque trop élevé, de contraintes financières, etc.)<sup>58</sup>.

**La raison d'être du régime d'aide est ainsi double** : permettre de sécuriser les compétences et les efforts de R&D nécessaires à la compétitivité future d'une part, et soutenir le virage technologique ambitieux requis par les objectifs européens en matière de transition environnementale d'autre part.

### 1.3.2 Contexte juridique du régime d'exemption

Afin de ne pas fausser ou menacer la concurrence au sein du marché intérieur ou d'affecter les échanges entre Etats membres, l'article 107 du Traité sur le Fonctionnement de l'Union Européenne (TFUE) présente le cadre général dans lequel les aides d'Etat peuvent être considérées comme compatibles avec le marché intérieur.

Dans le but d'évaluer le respect de ce cadre, l'article 108 du TFUE dispose, dans son paragraphe 3, que l'Etat a le devoir de notifier tout projet d'aide d'Etat à la Commission afin que cette dernière puisse se prononcer sur la compatibilité de cette aide avec le marché intérieur sur le fondement de l'article 107 du TFUE.

Toutefois, certaines aides peuvent être **réputées compatibles et exemptées de notification** selon les dispositions du Règlement Général d'Exemption par Catégorie (RGEC) n°651/2014 du 17 juin 2014, modifié par les règlements Européens 2017/1084 de la Commission du 14 juin 2017 et 2020/972 du 2 juillet 2020. Le RGEC précise ainsi les critères de compatibilité de ces aides, parmi lesquelles on retrouve notamment les aides à la recherche, au développement et à l'innovation mentionnées à l'article 25 du RGEC.

---

<sup>58</sup> Philippe Aghion, Philippe Askenazy, Nicolas Berman, Gilbert Cette, Laurent Eymard, Credit Constraints and the Cyclicity of R&D Investment: Evidence from France, *Journal of the European Economic Association*, Volume 10, Issue 5, 1 October 2012, Pages 1001–1024, <https://doi.org/10.1111/j.1542-4774.2012.01093.x>

Cet article donne les conditions de compatibilité des aides aux projets de recherche et développement qui portent sur :

- Le type de recherche menée (recherche fondamentale, industrielle, développement expérimental ou études de faisabilité) ;
- Les catégories de coûts admissibles ;
- L'intensité de l'aide, qui ne doit pas dépasser un certain seuil en pourcentage des coûts selon le type de recherche menée et du profil des entreprises bénéficiaires.

En application de son article premier, le RGEC fait toutefois dépendre l'exemption de notification des régimes excédant en moyenne 150 M€ d'aide annuelle à la notification auprès de la Commission **d'un plan d'évaluation ex-post** du fait de leur ampleur et de leurs effets potentiels sur la concurrence dans le marché intérieur.

C'est dans ce cadre que le présent régime d'aide n°SA.59366 relatif aux aides à la recherche et au développement pour la décarbonation, la compétitivité et la sécurité du transport aérien pour la période 2020 – 2023 a été exempté de notification.

Conformément aux dispositions de l'article premier du RGEC par catégorie n°651/2014, le plan d'évaluation du régime a été notifié à la Commission européenne. L'objectif de l'évaluation *ex-post* décrite par le plan d'évaluation vise à mesurer :

- L'impact direct du soutien sur les bénéficiaires notamment en termes de développement de projets stratégiques, de R&D, ou en termes d'aide à l'insertion des bénéficiaires sur le marché aéronautique ;
- L'impact indirect du soutien en termes de retombées sur les autres entreprises du secteur ou non, d'insertion des PME-ETI au sein des projets, d'encouragement à la collaboration entre les entreprises et à leur prise de risque ainsi qu'en termes d'objectif de décarbonation, de compétitivité et de sécurité du transport aérien ;
- La proportionnalité et pertinence du projet.

### 1.3.3 Objectifs du régime

Le régime d'aide n°SA.59366 a été mis en place en novembre 2020 pour accompagner l'augmentation des montants de soutien à la R&D aéronautique liée au plan « France Relance » annoncé en juillet 2020 par l'État français. Il permet de cofinancer à hauteur de 1 Mrd d'€ par an des projets portés par les acteurs de la filière entre le 1<sup>er</sup> novembre 2020 et le 31 décembre 2023 (budget annuel indicatif). Les projets sélectionnés dans le cadre du régime d'aide s'inscrivent dans la feuille de route du CORAC, construite à horizon 2027 et ont pour objectif de lever des verrous technologiques relatifs à la décarbonation, la compétitivité et la sécurité du transport aérien.

Ce plan d'aide est octroyé par la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC) qui applique notamment le décret n°2018-514 du 25 juin 2018 relatif aux subventions de l'Etat pour des projets d'investissement, ainsi que ses textes d'application, notamment les arrêtés du 21 août 2018 et du 2 août 2019 en application de ses articles 3 et 6.

Les bénéficiaires du régime sont les entreprises, quelle que soit leur taille, ayant un établissement ou une succursale en France au moment du versement de l'aide. Les projets concernent l'ensemble du territoire français.

Les projets conventionnés peuvent être de quatre natures :

- Recherche fondamentale ;
- Recherche industrielle (la quasi-totalité des projets de la DGAC relève de cette catégorie) ;
- Développement expérimental ;
- Financement d'infrastructure de recherche.

Les thématiques des travaux englobent<sup>59</sup> :

- Les aéronefs, ou parties, sous-ensembles et systèmes les composant ;
- Les briques technologiques destinées aux aéronefs, ou à leurs parties, sous-ensembles et systèmes ;
- La compréhension de phénomènes scientifiques impactant la sécurité des vols ;
- L'impact du transport aérien sur l'environnement (climat, bruit, qualité de l'air, acceptabilité sociale) ;
- La recherche amont sur les procédés de production et de maintenance liés aux aéronefs ou à leurs parties, sous-ensembles et systèmes ;
- La recherche amont sur les systèmes de gestion du trafic aérien ;
- Les infrastructures de recherche aéronautique.

En fonction du type de recherche et de la taille de l'entreprise, les projets peuvent recevoir une intensité d'aide variable.

**Tableau 7. Synthèse de l'intensité des aides du régime d'aide n°SA.59366 pour les projets de R&D<sup>60</sup> et montant maximum des aides**

	Petite entreprise	Entreprise moyenne	Grande entreprise	Montant maximum de l'aide (en M€) (1)
<b>Recherche fondamentale</b>	100%	100%	100%	40
<b>Recherche industrielle</b>	70%	60%	50%	20
En cas de collaboration effective et/ou de large diffusion des résultats du projets (2)	80%	75%	65%	
<b>Développement expérimental</b>	45%	35%	25%	15
En cas de collaboration effective et/ou de large diffusion des résultats du projets (2)	60%	50%	40%	

Source : [www.europe-en-france.gouv.fr/sites/default/files/sa.59366\\_relatif\\_aux\\_aides\\_a\\_la\\_recherche\\_et\\_au\\_developpement\\_pour\\_la\\_decarbonation\\_la\\_competitivite\\_et\\_la\\_securite\\_du\\_transport\\_aerien.pdf](http://www.europe-en-france.gouv.fr/sites/default/files/sa.59366_relatif_aux_aides_a_la_recherche_et_au_developpement_pour_la_decarbonation_la_competitivite_et_la_securite_du_transport_aerien.pdf)

(1) Une notification de l'aide à la Commission Européenne est obligatoire lorsque l'aide, en Equivalent-Subvention Brut (ESB) dépasse ces montants

(2) Une collaboration effective existe (i) entre des entreprises et au moins une PME, ou si le projet est mené dans deux États membres ; (ii) entre une entreprise et un ou plusieurs organismes de recherche et de diffusion.

NB : Classification des entreprises selon leur taille suivant la définition de la Commission européenne : une petite entreprise emploie moins de 50 personnes et son CA ou bilan n'excède pas 10 M€ ; une moyenne entreprise emploie moins de 250 personnes et son CA n'excède pas 50 M€ ou son bilan n'excède pas 43 M€ ; une grande entreprise est une entreprise ne relevant pas de la définition des petites et moyennes entreprises.

<sup>59</sup> [www.europe-en-france.gouv.fr/sites/default/files/sa.59366\\_relatif\\_aux\\_aides\\_a\\_la\\_recherche\\_et\\_au\\_developpement\\_pour\\_la\\_decarbonation\\_la\\_competitivite\\_et\\_la\\_securite\\_du\\_transport\\_aerien.pdf](http://www.europe-en-france.gouv.fr/sites/default/files/sa.59366_relatif_aux_aides_a_la_recherche_et_au_developpement_pour_la_decarbonation_la_competitivite_et_la_securite_du_transport_aerien.pdf)

<sup>60</sup> Le taux de soutien retenu par la DGAC pour les projets de recherche industrielle est de 50 %.

Dans ce contexte, d'après les réponses à la Cour des comptes formulées par la DGAC, **l'ambition majeure du régime est de (i) préparer la rupture environnementale de l'aviation (ii) tout en renforçant la compétitivité (réduction des coûts de production, accélération de la maturation des technologies, amélioration des cadences) de la filière afin de permettre la pénétration sur le marché de cette rupture environnementale dans un contexte très concurrentiel.**

*« Avec ce plan de soutien, la France peut donc à la fois **sauvegarder l'emploi de R&D et les compétences de sa filière aéronautique**, et aborder en leader technique et industriel la transition énergétique pour toutes les catégories d'appareils, compte tenu notamment de l'effet de levier en termes de lutte contre les émissions de gaz à effet de serre offert par la situation de leader mondial d'Airbus et de Safran sur les appareils court/moyen-courrier et leurs moteurs. »* (Réponse de la DGAC à la Cour des comptes).

Les projets soutenus par le régime d'aide préparent les options technologiques candidates à l'intégration dans de futurs programmes d'aéronefs civils dont les conditions de lancement ne sont pas aujourd'hui précisées et dont la mise en place est aujourd'hui envisagée sur un horizon de temps allant de 2025 à 2035 :

- **Le successeur de l'A320**, qui devra (i) être sobre énergétiquement (objectif de gain de 30 % de consommation de carburant et capable de voler avec 100 % de biocarburants) et (ii) préparer le passage à l'hydrogène comme énergie primaire (appareil « zéro émission de CO<sub>2</sub> »). La mise en service de l'appareil est envisagée à horizon 2035 ;
- **Un nouvel appareil régional**, qui sera sobre énergétiquement et permettra une consommation hybride d'énergie (carburant/électricité) ou sera alimenté à l'hydrogène. La mise en service de l'appareil est envisagée vers 2030 ;
- **Le successeur de l'hélicoptère Écureuil**, qui sera sobre énergétiquement (baisse de 40 % de la consommation), permettra une consommation hybride d'énergie (carburant/électricité) dans un premier temps, puis une consommation d'énergie reposant sur l'hydrogène dans sa dernière version ;
- **De nouveaux appareils d'affaires**, capables de voler avec 100 % de biocarburants puis d'être alimentés au moins partiellement à l'hydrogène ;
- **Des appareils d'aviation générale hybrides ;**
- **Des drones de haute performance ;**
- **L'amélioration des opérations aériennes et aéroportuaires** par l'optimisation des trajectoires des avions pour réduire les émissions de CO<sub>2</sub> (objectif de 5 % de réduction avec premiers effets dès 2025).

La commercialisation, à terme, de ces programmes par les acteurs de la filière répond aux enjeux de décarbonation, de compétitivité et de sécurité portés par le régime d'aide.

De manière plus précise, les objectifs indiqués dans le plan d'évaluation sont de :

- Favoriser les activités de R&D pour développer la décarbonation, la compétitivité et la sécurité du transport aérien ;
- Stimuler l'emploi en recherche et en R&D ;

Et dans une moindre mesure :

- Accroître les connaissances nouvelles et leur diffusion ;
- Favoriser le développement de nouveaux produits et services sur le marché ;
- Favoriser la coordination entre les acteurs privés et publics ;
- Moderniser et développer le parc des équipements et laboratoires de R&D et favoriser leur accès pour les entreprises.

### 1.3.4 Moyens mis en œuvre en réponse à ces objectifs

Subventions : La quasi-totalité des projets du régime ont un TRL final inférieur ou égal au TRL 6, correspondant à une recherche pré-compétitive. Ces projets sont soutenus dans le cadre du régime d'aide via des subventions à la recherche s'élevant à 50 % des coûts pour les acteurs industriels et à 100 % pour les acteurs académiques dans des projets à finalité de création de connaissance (et non industrielle). Il s'agit pour la DGAC :

- D'aider les acteurs à se positionner sur le marché,
- D'encourager les donneurs d'ordre à faire de la R&T avec des partenaires plutôt que de s'engager trop rapidement dans les demandes d'informations (RFI),
- De soutenir les collaborations notamment avec les laboratoires de recherche.

A noter toutefois que cette frontière s'est décalée en lien avec l'appréciation du TRL sur le couple produit/process (comprenant notamment la prise en compte dès la conception des questions de productibilité), plutôt que sur les seuls produits/composants (la question de l'intégration des composants se posant alors de manière moins significative).

Avances remboursables : La DGAC peut également intervenir (y compris au-delà du TRL 6) via des avances remboursables afin de couvrir le risque des acteurs de la filière. La DGAC, ayant une perspective de long terme, n'a en effet pas la même exigence que les prêts classiques en termes de calendrier de remboursement. Les avances remboursables constituent ainsi une assurance contre la mévente et le risque technologique puisque les bénéficiaires ne remboursent qu'au fur et à mesure des livraisons. Ces avances remboursables sont toutefois très peu présentes dans le nouveau régime d'aide (40 M€ sur 1,4 Mrd€) puisque ce dernier vise principalement la recherche amont (jusqu'au TRL 6).

Structuration des projets et accompagnement des bénéficiaires : Au-delà des instruments financiers, l'Etat intervient également pour accompagner la structuration des projets. La structuration pyramidale de la filière, les enjeux d'intégration et d'acceptation des solutions par les rangs supérieurs peuvent générer des défauts de coordination importants, d'autant que les développements technologiques sont spécifiques (et donc difficilement transposables à une autre filière). La DGAC intervient dans ce cadre afin d'assurer une meilleure coordination, grâce notamment au levier des financements et à sa connaissance des acteurs et enjeux de la filière.

Identification des projets : Les propositions de la filière sont recueillies par la DGAC par trois voies (extrait des réponses à la Cour des comptes) :

1. **Les grands industriels directement présents dans les instances du CORAC (Airbus, Airbus Helicopters, Dassault, Safran, Thales, Daher, Stelia, Liebherr Aerospace, Latécoère, Hutchinson, plus l'établissement public ONERA)** cadrent et expriment directement au sein du CORAC leurs propositions de projets, cohérentes avec la feuille de route technologique de la filière qu'élabore le CORAC. Généralement, celles-ci incluent des propositions de partenariat avec des entreprises (dont des PME) et des laboratoires publics qui ne font pas partie de ce premier cercle ;
2. **Depuis juin 2020, la DGAC a entrepris une démarche systématique de prise de contact et de recueil de propositions des acteurs importants de la filière qui ne sont pas présents directement au CORAC, des grosses ETI qui animent leur tissu régional et disposent d'une capacité de R&D structurée, ou des filiales de groupes étrangers disposant de capacités de production et d'ingénierie en France (groupe Collins Aerospace par exemple).** Lors des prises de contact, leurs besoins sont recueillis et remis en perspective avec leur stratégie de rebond, la DGAC leur donne ou vérifie qu'ils disposent d'un éclairage sur les volets de la stratégie des donneurs d'ordres qui sont pertinents pour les orienter ; leurs propositions sont intégrées dans la programmation de la DGAC ou fusionnées, lorsque c'est plus pertinent, avec d'autres. **Les**

**entreprises ne sont pas toutes prêtes à solliciter des soutiens à la R&D, certaines parce qu'elles sont trop fragilisées par la crise et que des opérations de consolidation sont en cours, ou parce que la situation actuelle amène trop d'incertitudes stratégiques et que la R&D n'est pas leur priorité, ou encore parce que leurs capacités de R&D ne sont pas assez développées.**

3. **Pour les demandes de soutien des PME/ETI de la filière, la DGAC et la DGE ont mis en place avec le GIFAS un point d'entrée unique (principalement à des fins de simplification pour celles-ci) :** les idées de projet, sous forme d'une description sommaire, sont à adresser au CORAC-PME, un tri est ensuite opéré collégalement par la DGAC, la DGE et le GIFAS pour orienter les demandes des PME/ETI vers le dispositif le plus adapté. La logique de tri est la suivante :
- les demandes d'entreprises qui relèvent principalement de la modernisation de l'outil productif, ou de diversification, sont orientées vers la DGE ;
  - les sujets de plus long terme, avec une forte composante d'innovation produit ou procédé, ou qui demandent une interaction avec un client/partenaire/donneur d'ordre, ou qui proposent des prestations de sous-traitance, sont orientées vers la DGAC.

Les **acteurs du monde de la recherche**, notamment l'ONERA, sont soit intégrés dans les projets des entreprises de la filière (directement ou suite à un cadrage commun du projet avec la DGAC), soit financés directement pour effectuer des recherches plus fondamentales visant à l'approfondissement des connaissances scientifiques, notamment sur l'impact de l'aviation sur le climat (projets de recherche sur les mécanismes de formation et de dissipation des traînées de condensation ou contrails, par exemple) et le bruit, mais aussi sur des phénomènes physiques encore mal maîtrisés (réaction au feu des matériaux composites, givrage).

**Processus de sélection :** Une fois l'éligibilité financière au soutien établie, selon les critères de la réglementation européenne, la sélection s'opère dans un souci de préserver la cohésion et l'intérêt général de la filière sur plusieurs dimensions, notamment :

- La pertinence et la maturité du cadrage technique et financier du projet ;
- L'adéquation du projet aux grandes lignes d'orientation politique (Plan de Relance et France 2030), et différentes dimensions incluant :
  - o des critères d'impacts définis, notamment en termes de bénéfices environnementaux, de création de valeur ajoutée collective à l'échelle de la filière ;
  - o de cohérence globale et d'inclusivité des programmes annuels de soutien.

La cohérence du projet avec la feuille de route technologique du CORAC est naturellement examinée, même si ce critère est en pratique appliqué de manière plus stricte pour les projets des grandes entreprises par rapport à ceux des PME/ETI.

Pour ces derniers, la DGAC a mis en place un point d'entrée dédié avec le GIFAS afin de recueillir leurs idées de projet et de les diriger vers le dispositif de soutien le plus pertinent et dans une optique de structuration des sujets en lien avec les besoins des donneurs d'ordre.

Concernant les acteurs de la filière qui ne font pas partie du CORAC (notamment les ETI du tissu régional qui ont une capacité en R&D ou les filiales de groupes étrangers avec des capacités de production et d'ingénierie en France), la DGAC prend directement contact et recueille leurs propositions.

Enfin, concernant les acteurs académiques, ces derniers sont soit directement associés par les industriels de la filière dans le cadre de leurs projets de recherche (industrielle), soit directement financés.



La DGAC entend limiter les « effets d'aubaine » du soutien et sa stratégie de mise en œuvre du Plan de Relance priorise en conséquence très fortement les entreprises avec une pratique de R&D existante et qui subissent une chute d'activité du fait de la crise, afin de préserver leurs compétences, l'évolution de leurs produits propres et plus généralement leur capacité à intégrer les programmes futurs d'aéronefs.

Comme il s'agit de structurer la filière autour de ces futurs programmes dont les phases de préparation s'étaleront sur 10 ans, la synchronisation et la cohérence des travaux de ces entreprises avec le calendrier et ce qui est, à ce jour, connu des attendus des avionneurs et intégrateurs, doivent être bien prises en compte : la question de la pertinence de lancer dès à présent des travaux sur tel ou tel sujet compte tenu du calendrier général de la filière est donc également examinée et débattue avec les porteurs de projet.

# Chapitre 2. Caractéristiques des bénéficiaires du régime n°SA.59366 et besoins évaluatifs

## 2.1. Caractéristiques des bénéficiaires du régime

La caractérisation des bénéficiaires est présentée ci-après au travers de trois dimensions :

- **Catégorie d'acteur** : Les bénéficiaires de l'aide peuvent être des grands groupes, des laboratoires de recherche, des PME ou encore des ETI sous-traitants implantés en France. Dans la filière, ces derniers peuvent jouer différents rôles, allant du rôle d'intégrateur, à celui d'équipementier, d'entité de rang 1 ou encore de sous-traitant. Les bénéficiaires peuvent également provenir de différents secteurs d'activité ;
- **Dynamiques collaboratives** existantes entre ces acteurs : La filière aéronautique est caractérisée par une organisation pyramidale, l'ampleur des investissements nécessaires en R&D au sein de cette filière rendant nécessaire la collaboration des différents acteurs dans les projets de R&D et l'intervention de la DGAC pour soutenir et mettre en relation cette multiplicité d'acteurs ;
- **Typologie de projets sur lesquels ces acteurs sont positionnés.**

### 2.1.1 Répartition des aides accordées par type d'acteurs

Les aides du régime n° SA.59366 ont bénéficié à tous les types d'acteurs présents au sein de la filière aéronautique.

L'aide accordée a concerné 224 bénéficiaires entre novembre 2020 et mai 2022, dont 7 avionneurs, 34 équipementiers<sup>61</sup>, 57 sociétés d'ingénierie, 36 laboratoires de recherche, 54 sous-traitants de rang 1 et 25 sous-traitants de rang 2 et plus<sup>62</sup>.

Le bénéficiaire moyen est une entreprise enregistrant en 2020 un chiffre d'affaires annuel moyen de 708 M€ (tous bénéficiaires confondus) et comptabilisant près de 1 800 employés<sup>63</sup>.

Sur la période allant de novembre 2020 à mai 2022, le montant octroyé s'élève à près de 1 360 M€.

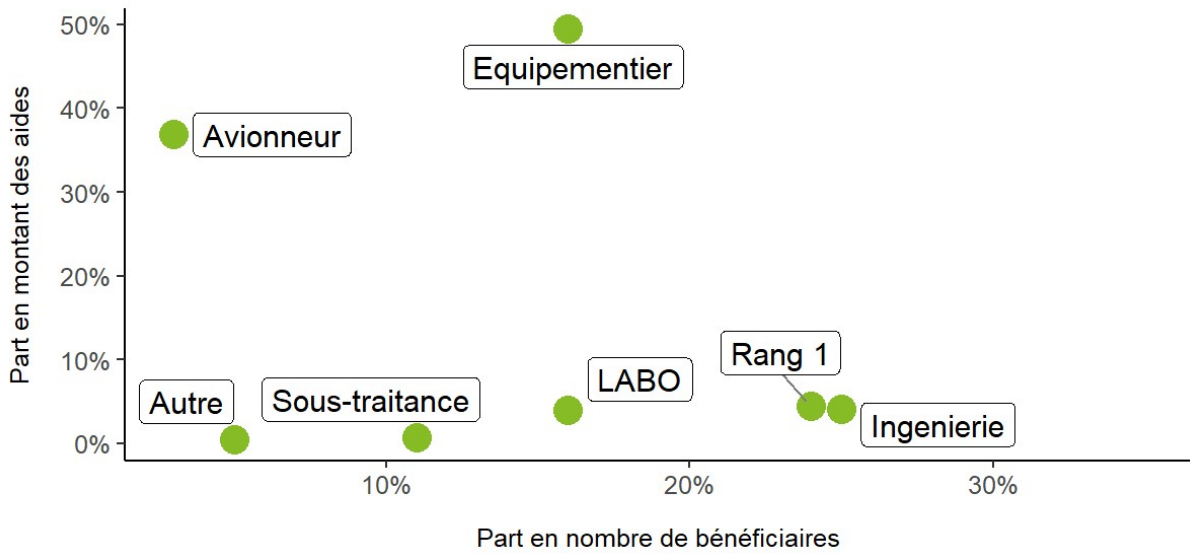
---

<sup>61</sup> Ces avionneurs et certains des équipementiers jouent le rôle d'intégrateurs au sein de la filière. En tant que donneurs d'ordre, ces intégrateurs entraînent les autres acteurs de la filière par l'intermédiaire de partenariats ou par l'achat de prestations de sous-traitance.

<sup>62</sup> 11 entreprises sont classées « Autres ».

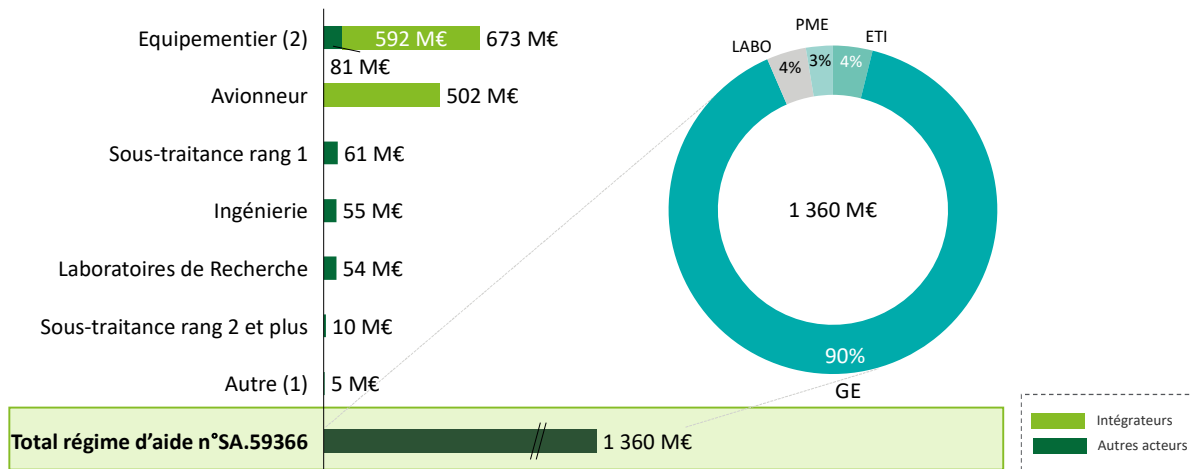
<sup>63</sup> Données DIANE et issues des conventions.

**Figure 9. Répartition de l'aide en montant et en nombre de bénéficiaires**



Source : Données DGAC, Analyses Deloitte

**Figure 10. Montant de soutiens accordés dans le cadre du régime d'aide n°SA.59366 entre novembre 2020 et mai 2022 par type d'acteur et par taille d'entreprise<sup>64</sup>**



Source : Données DGAC, Analyses Deloitte

Source : (1) Correspond principalement à des compagnies aériennes (e.g. : Air France), des acteurs du spatial (e.g. : Ariane Group) ou à des acteurs habituellement non rattachés à la filière (e.g. : Orange)

(2) 88 % du soutien financier aux équipementiers (592 M€) est accordé aux intégrateurs.

NB : Classification des types d'acteurs par la DGAC ; Taille d'entreprise suivant la définition de l'INSEE prenant en compte les états financiers consolidés des bénéficiaires

<sup>64</sup> Les analyses comprennent les tranches fermes et les tranches conditionnelles de l'ensemble des projets soutenus dans le cadre du régime d'aide.

Ce sont les équipementiers qui perçoivent le plus d'aides puisque les montants conventionnés représentent 49 % du montant total du soutien accordé sur la période allant de novembre 2020 à mai 2022, suivis des avionneurs qui ont perçu 37 % du montant des aides.

Une autre façon de considérer l'importance de ces acteurs est de considérer la catégorie « intégrateurs », qui regroupe une large majorité des constructeurs d'aéronefs, motoristes et équipementiers : ces intégrateurs représentent 15 % des bénéficiaires (en nombre) et perçoivent 80 % de la totalité de l'aide (dont 37 % pour les avionneurs).

Les entreprises en ingénierie et acteurs de rang 1 autres que les équipementiers, qui sont les plus nombreux en nombre de bénéficiaires (chacune représentant 25 % du nombre de bénéficiaires), ne pèsent en revanche que 4 % chacune en termes de montant d'aides reçues, comme le montre la Figure 9 ci-dessus.

La prédominance de la catégorie des donneurs d'ordres se retrouve dans la liste des acteurs ayant obtenu les montants de soutien les plus élevés (cf. Figure ci-dessous).

**Figure 11. Principaux acteurs ayant bénéficié du régime d'aide n° SA.59366 entre novembre 2020 et mai 2022**

Bénéficiaires	Montant de soutien accordé	Nombre de projets auxquels le bénéficiaire participe
Airbus Operations	342 M€	50
Thales AVS France	166 M€	28
Safran Aircraft Engines	134 M€	33
Dassault Aviation	96 M€	18
Safran Helicopter Engines	54 M€	21
Airbus Helicopters	51 M€	19
Safran Electrical & Power	45 M€	13
Safran	42 M€	35
ONERA	39 M€	35
Safran Electronics & Defense	39 M€	10
Autres bénéficiaires (215 bénéficiaires)	350 M€	
<b>Total régime d'aide n°SA.59366</b>	<b>1 360 M€</b>	

Source : Données DGAC, Analyses Deloitte

Tous les acteurs présents sur le haut de la pyramide de la filière (constructeurs d'aéronefs, équipementiers de rang 1 et motoristes) ont obtenu des aides dans le cadre du régime. Les montants accordés se considèrent en perspective de leur participation significative à l'effort d'investissement en R&T dans la filière. À titre d'exemple, le Groupe Safran, qui a reçu environ 392 M€ d'aides entre 2020 et 2022, a autofinancé sa R&T à hauteur de 338 M€ en 2020, et prévoit de le faire à hauteur de 560 M€ par an entre 2021 et 2025<sup>65</sup>.

Les bénéficiaires peuvent également être caractérisés par type de structure, indépendamment de leur rôle dans la filière. Le tableau ci-dessous présente la répartition par classe d'entreprises.

<sup>65</sup> Source: Capital Market Day Safran — « Driving Innovation for sustainable Growth » — Décembre 2021.

En nombre, les grandes entreprises ne représentent cependant que 40 % des bénéficiaires, le reste des bénéficiaires étant majoritairement des PME (25 %) et ETI (19 %). En 2020, les grandes entreprises généraient un chiffre d'affaires moyen de 1,4 Mrd€ avec près de 32 000 employés.

**Tableau 8. Chiffre d'affaires et nombre d'employés moyen par catégorie de bénéficiaire (2020)**

	Part, en nombre de bénéficiaires	Part, en montant d'aides	Chiffre d'affaires (M€)	Nombre d'employés
<b>PME</b>	25 %	3 %	6	70
<b>ETI</b>	19 %	4 %	73	563
<b>Grandes entreprises</b>	40 %	89 %	1 446	3 186
<b>Laboratoires académiques</b>	16 %	4 %	---	70

Source : Données DIANE, Analyses Deloitte

Enfin, en termes de secteurs représentés, les entités bénéficiaires de l'aide proviennent majoritairement du secteur de la construction aéronautique et spatiale (code NAF 3030Z) et de la fabrication d'équipements d'aide à la navigation (code NAF 2651A) : les entreprises de ces deux secteurs ont cumulé 982 M€ d'aide correspondant à 73 % du montant total de l'aide, comme le montre le tableau ci-dessous.

**Tableau 9. Classement des 10 premiers secteurs d'appartenance des bénéficiaires de l'aide**

Code NAF	Secteur	Montant de l'aide	Part de l'aide	Part des bénéficiaires
<b>3030Z</b>	Construction aéronautique et spatiale	755	56 %	14 %
<b>2651A</b>	Fabrication d'équipements d'aide à la navigation	227	17 %	2 %
<b>7219Z</b>	Recherche-développement en autres sciences physiques et naturelles	65	5 %	8 %
<b>3316Z</b>	Réparation et maintenance d'aéronefs et d'engins spatiaux	54	4 %	0.5 %
<b>2790Z</b>	Fabrication d'autres matériels électriques	47	3 %	1 %
<b>7010Z</b>	Activités des sièges sociaux	46	3 %	2 %
<b>2229A</b>	Fabrication de pièces techniques à base de matières plastiques	35	3 %	2 %
<b>7112B</b>	Ingénierie, études techniques	30	2 %	15 %
<b>2711Z</b>	Fabrication de moteurs, génératrices et transformateurs électriques	11	1 %	0.5 %
<b>6202A</b>	Conseil en systèmes et logiciels informatiques	9	1 %	3 %

Source : Données DGAC et DIANE, Analyses Deloitte

## 2.1.2 Répartition des bénéficiaires sur les projets soutenus et en termes de collaboration

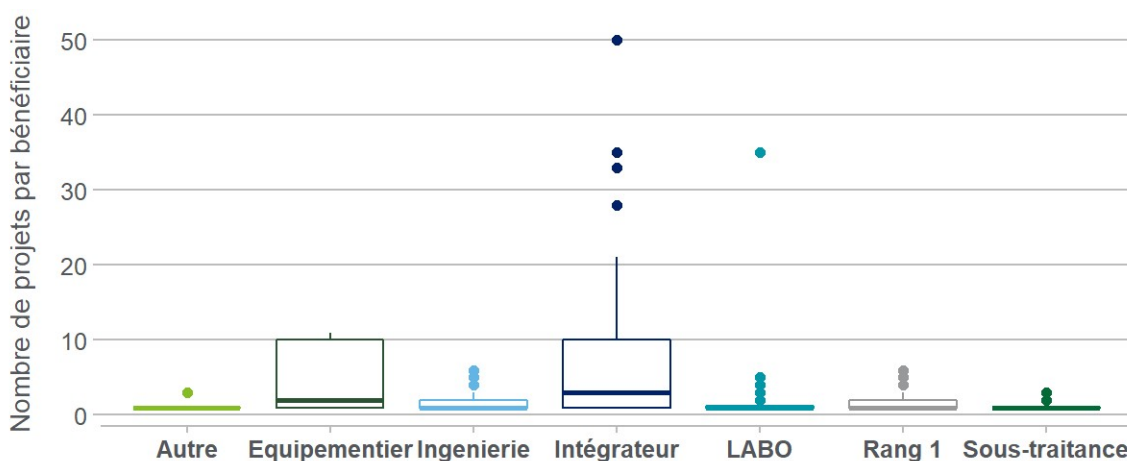
### Nombre de projets par type d'acteur

Les bénéficiaires peuvent participer à plusieurs projets dans le cadre du régime (jusqu'à 50 projets pour Airbus Operations), avec une moyenne de près de trois projets par acteur.

Sans surprise, le nombre de projets sur lesquels une entreprise est impliquée dépend beaucoup de sa taille : les grandes entreprises participent en moyenne à cinq (5), contre deux (2) projets pour les ETI et un (1) projet en moyenne pour les PME. La situation est très contrastée pour les laboratoires, avec une moyenne de deux (2) projets par acteur mais qui très tirée par l'ONERA et ses 35 projets.

Le nombre de projets est également logiquement corrélé au rôle joué dans la filière. Les intégrateurs ont le niveau de participation aux projets le plus élevé, avec en moyenne près de 9 projets par acteur. Les équipementiers participent en moyenne à près de cinq (5) projets, alors que le reste des acteurs (entreprises en ingénierie, sous-traitants de rang 1 et ceux de rang supérieur) participent en moyenne à moins de deux (2) projets.

Figure 12. Répartition du nombre de projets par rôle dans la filière des bénéficiaires



**Note de lecture :** Les pavés représentent l'écart interquartile avec le bas qui représente le 25<sup>ème</sup> percentile, le milieu représente la médiane (50<sup>ème</sup> percentile) et le haut représente le 75<sup>ème</sup> percentile. Les points représentent des valeurs extrêmes associées à la distribution.

Source : Données DGAC, Analyses Deloitte

### Nombre de participants par projet

Les projets conventionnés dans le cadre du régime d'aide impliquent le plus souvent plusieurs participants. Deux tiers des montants sont distribués à des projets coopératifs et les projets soutenus peuvent aller jusqu'à impliquer 25 acteurs bénéficiaires sur le même projet.

Un projet rassemble en moyenne quatre (4) participants, et 50 % des projets en rassemblent plus de deux (2). Ces projets ont donc bien favorisé et encouragé la collaboration, puisqu'entre novembre 2020 et mai 2022, plus d'un tiers des projets ont rassemblé au moins cinq (5) bénéficiaires.

**Tableau 10. Niveau de collaboration sur les projets**

Nombre de bénéficiaires par projet	% du soutien total accordé	# de projets
Un	34%	58
Deux	12%	32
Trois	9%	25
Quatre	6%	16
Cinq	6%	11
Six	6%	9
Sept	2%	4
Plus de 8	24%	21
<b>Total régime d'aide n°SA.59366</b>	<b>100%</b>	<b>176</b>

Source : Données DGAC, Analyses Deloitte

L'organisation de la filière française favorise et encourage cette collaboration. Entre novembre 2020 et mai 2022, près d'un quart des projets ont impliqué plus de cinq (5) bénéficiaires. Les lignes directrices du CORAC dans le cadre du régime d'aide promeuvent la constitution de consortiums menés par les grands groupes incluant les PME et ETI de la filière. À fin mai 2022, sur les 165 projets soutenus ayant intégré au moins une grande entreprise<sup>66</sup>, 52 ont entraîné des partenariats avec des PME ou des ETI.

### 2.1.3 Répartition des aides accordées par type de projet

#### Principaux projets soutenus

Entre novembre 2020 et mai 2022, 176 projets ont été soutenus par le régime d'aide n° SA.59366.

**Tableau 11. Principaux projets soutenus entre novembre 2020 et mai 2022**

Nom du Projet (1)	Montant soutien (€)	Nombre de bénéficiaires
ECOPROP - TF	38 310 500	25
PEARL - TF	36 089 500	9
PASTEL - TF	31 548 500	8
CAPTAIN - TF	27 934 000	13
FINDER - TF	26 684 500	20
STOHC - TF	25 303 500	14
ONE WAY - TF	23 492 500	14
ONE VOICE OOC - TF	23 436 000	6
TOUCANS - TF	22 525 000	21
COMAT - TF	19 996 000	1
166 autres projets	1 084 293 914	692
<b>Total régime d'aide n°SA.59366</b>	<b>1 359 613 914</b>	<b>823</b>

Source : Données DGAC, Analyses Deloitte

(1) La mention « TF » signifie « tranche ferme ».

Ces projets ont reçu en moyenne près de 8 M€ d'euros d'aides, avec une assez grande disparité de montants accordés (38 M€ pour le projet « ECOPROP »<sup>67</sup> contre 0,6 M€ pour le projet « EVA »<sup>68</sup>).

<sup>66</sup> 11 projets n'ont pas intégré de Grandes Entreprises, dont 2 uniquement portés par des laboratoires de recherche.

<sup>67</sup> Le projet ECOPROP, regroupe 25 entreprises privées (sous-traitants, sociétés d'ingénierie, équipementiers) autour d'Airbus et de Safran. Il a pour objectif de concevoir un système de propulsion décarboné.

<sup>68</sup> Le projet EVA, mené par Latécoère, l'Université Toulouse III et l'INPT, porte sur la conception d'un nouveau modèle de porte.

**Figure 13. Répartition des fonds du régime par taille de projet entre novembre 2020 et mai 2022**

Taille de projet	Part des 1,3 Mrds€ de soutien alloués	Nombre de projets
Moins de 5 M€	13%	75
Entre 5 M€ et 10 M€	30%	57
Entre 10 M€ et 20 M€	38%	35
Entre 20 M€ et 40 M€	19%	9

Source : Données DGAC, Analyses Deloitte

Le régime d'aide a en effet permis de soutenir des projets présentant des tailles variées. 75 % des projets financés (132 au total) ont un montant inférieur à 10 M€, tandis que 5 % d'entre eux (9 au total, tous multipartenaires) portaient sur un montant supérieur à 20 M€.

Les projets à plus de 5 M€ concentrent 87 % des aides allouées, traduisant l'effort financier significatif nécessaire pour les besoins en recherche de l'industrie aéronautique.

### Maturité des projets supportés (niveaux de TRL et durée du projet)

En fonction de la brique technologique, une période conséquente peut être requise entre la recherche fondamentale, le développement de la technologie et son industrialisation. L'échelle TRL (« Technology Readiness Level ») est utilisée pour normer ces étapes caractéristiques de la recherche et développement :

- Les **TRL 1 à 4** correspondent aux étapes de recherche du principe à la preuve de concept d'application (proof of concept) ;
- Les **TRL 5 et 6** correspondent aux étapes de recherche avancée et aux démonstrations technologiques ;
- Les **TRL 7 à 9** correspondent aux étapes de qualification et opérationnalité technologique<sup>69</sup>.

Chacun des projets analysés comprend une ou plusieurs briques technologiques, dont au moins l'une d'entre elles présente un niveau de maturité en début de projet caractéristique du champ d'études de la R&T, c'est-à-dire ayant un TRL initial inférieur à 6<sup>70</sup>.

<sup>69</sup> [https://www.entreprises.gouv.fr/files/files/directions\\_services/politique-et-enjeux/innovation/tc2015/technologies-cles-2015-annexes.pdf](https://www.entreprises.gouv.fr/files/files/directions_services/politique-et-enjeux/innovation/tc2015/technologies-cles-2015-annexes.pdf)

<sup>70</sup> Des avances remboursables peuvent être utilisées pour soutenir les projets dont le niveau de maturité technologique final est supérieur au TRL 6 (source : DGAC).



**Tableau 12. TRL initial et durée moyenne des projets financés entre novembre 2020 et mai 2022 et analysés en juin 2022**

TRL initial de la brique technologique la moins mature du projet	Montant soutien (M€)	Nombre de projets
TRL1	588	69
TRL2	375	52
TRL3	108	13
TRL4	67	6
n.a (1)	222	36
<b>Total régime d'aide n°SA.59366</b>	<b>1 360</b>	<b>176</b>

Source : Données DGAC, Analyses Deloitte  
(1) n.a = TRL non disponible en lecture directe

Plus de 70 % des montants versés<sup>71</sup> l'ont été sur des projets dont au moins une brique était caractérisée par un TRL inférieur à 3.

Le régime d'aide est un vecteur de développement des briques permettant de répondre aux ruptures technologiques. Il a par exemple permis à Airbus Helicopters d'accélérer le développement d'un projet regroupant un ensemble de technologies pour supporter l'hélicoptère de demain (« Flightlab »). Partant d'un TRL 3 au moment du plan France Relance, le projet a atteint un TRL 5 deux ans plus tard. L'objectif d'un TRL 6 est fixé pour 2024, avec une incorporation de ces technologies dans un produit mis sur le marché d'ici la fin de la décennie<sup>72</sup>.

### Répartition des aides par enjeux et leviers technologiques

Les fonds du régime d'aide répondent aux trois (3) axes technologiques définis dans la feuille de route du CORAC (voir section 1.2.2).

**Tableau 13. Répartition des montants de l'aide entre novembre 2020 et mai 2022 selon les axes technologiques définis dans la feuille de route du CORAC**

Axes technologiques - Feuille de Route du CORAC	Montant du soutien (M€)	Part du soutien	Nombre de projets
Révolution de l'énergie	551	41%	75
Révolution des opérations	318	23%	34
Révolution de la compétitivité	249	18%	25
n.a (1)	242	18%	42
<b>Total régime d'aide n°SA.59366</b>	<b>1 360</b>	<b>100%</b>	<b>176</b>

Source : Données DGAC – Analyse Deloitte  
(1) n.a = Révolutions concernées non identifiables

- (2) NB : Des projets peuvent concerner plusieurs axes technologiques de la feuille de route du CORAC. Il est rappelé que l'objectif de décarbonation n'est pas seulement présent dans la « révolution de l'énergie », mais aussi dans celle des « opérations », et dans une moindre mesure, dans celle de la « compétitivité ».

<sup>71</sup> 588 M€ en TRL 1 et 375 M€ en TRL 2 soit 963 des 1 360 M€.

<sup>72</sup> Entretiens avec un représentant d'Airbus Helicopters — Juin 2022.

Sur le périmètre analysé, près de la moitié des aides (41 %) concerne des projets visant à développer des technologies répondant à l'axe « **Révolution de l'énergie** » de la feuille de route du CORAC.

Plus précisément, au sein de cet axe, environ 43 % des montants d'aide visent l'allègement de l'avion et l'amélioration de son aérodynamisme, tandis que 24 % portent sur la réduction de la consommation de carburant des moteurs. Le reste des projets de cet axe se focalise sur des technologies dont l'horizon de développement et d'industrialisation se conçoit à plus long terme, par exemple l'utilisation d'hydrogène dans les aéronefs.

L'axe « **Révolution des opérations** » de la feuille de route regroupe près de 30 % des aides accordées. Le régime a majoritairement soutenu des projets d'assistance au pilotage, mais aussi d'optimisation des opérations aériennes pour réduire les émissions. Ils visent, à court terme, à mettre en place des aides au pilotage manuel (capteurs, revue des commandes de vols). À plus long terme, l'évolution technologique doit permettre de converger vers une autonomie accrue des aéronefs et une meilleure compréhension et prise en compte de l'impact environnemental des vols afin de le réduire.

Enfin, les projets associés à l'axe « **Compétitivité** » de la feuille de route du CORAC ont fait l'objet de 18 % du soutien. Ces projets se concentrent sur des solutions technologiques (principalement digitales) cherchant à améliorer la collaboration entre les acteurs de la filière et réduire les durées de cycle, tant dans la conception des aéronefs que dans leur fabrication.

La feuille de route du CORAC, dans laquelle s'inscrivent ces trois axes technologiques, fixe pour « enjeu prioritaire la transition environnementale de l'aviation, avec l'ambition de faire de l'industrie française et européenne la pionnière de la décarbonation du transport aérien »<sup>73</sup>. Dans cette optique, des acteurs majeurs tels que le Groupe Safran se sont par exemple engagés vis-à-vis de leurs investisseurs à dédier une part significative de leurs efforts R&T aux enjeux de décarbonation<sup>74</sup>.

Ainsi, le régime s'inscrit en parfaite cohérence avec la feuille de route du CORAC, à travers ces trois axes technologiques en répondant aux enjeux de compétitivité, de sécurité et de décarbonation.

## 2.2. La mise en œuvre d'une évaluation *in itinere* du régime n° SA.59366 pour en mesurer les impacts

### 2.2.1 Rappel des besoins évaluatifs

Le budget annuel prévisionnel du régime n°SA.59366 dépassant le seuil de 150 M€ fixé par le Règlement Général d'Exemption par Catégorie (RGEC) de la Commission européenne, le régime fait l'objet d'un plan d'évaluation *ex post* notifié à la Commission européenne et approuvé par cette dernière dans sa décision du 16 avril 2021. Ce plan d'évaluation prévoit, en plus d'une évaluation *ad hoc* basée sur le seul périmètre des bénéficiaires de l'aide, une évaluation économétrique fondée sur une méthode contrefactuelle, plus précisément la méthode des doubles différences avec appariement. Les principaux objectifs de cette évaluation sont d'évaluer :

- L'efficacité et les impacts directs de l'aide sur les bénéficiaires ;
- L'efficacité et les impacts indirects de l'aide ;
- La proportionnalité et le caractère approprié du régime d'aides.

---

<sup>73</sup> <https://aerorechercheorac.com/feuille-de-route-corac/>

<sup>74</sup> Dans son « Capital Market Day – Driving innovation for sustainable growth » de 2021, Safran s'est engagé auprès de ses investisseurs à allouer 75 % de ses investissements autofinancés en R&T dans des efforts de décarbonation. Cet engagement est audité par leur commissaire aux comptes en tant qu'engagement extra-financier.

Ces objectifs sont détaillés dans le cadre de questions évaluatives présentées dans la section ci-dessous.

## 2.2.2 Questions évaluatives

Les méthodologies proposées dans le cadre du plan d'évaluation doivent répondre, dans la mesure du possible, selon les différents objectifs visés, aux questions qui sont résumées ci-après.

**Tableau 14. Questions d'évaluation**

Objectif d'évaluation	Numéro de question	Intitulé de la question
<b>Impact direct du soutien sur les bénéficiaires</b>	1	L'aide a-t-elle permis de développer des projets stratégiques pour les bénéficiaires ?
	2	L'aide a-t-elle permis de lever des verrous technologiques rencontrés par les entreprises ?
	3	L'aide a-t-elle permis le développement de connaissances, compétences chez ses bénéficiaires ?
	4	L'aide a-t-elle conduit à la réalisation de projets qui n'auraient pas pu être lancés sans cette aide ou dans un temps beaucoup plus long ?
	5	L'aide a-t-elle permis aux bénéficiaires dans le contexte lié à la pandémie de COVID-19 de protéger leur stratégie de R&D ? Hors de ce contexte, l'aide a-t-elle permis aux bénéficiaires d'augmenter leurs dépenses de R&D ?
	6	L'aide a-t-elle eu des effets sur l'emploi au sein des entreprises bénéficiaires (recrutement, maintien des postes) ?
	7	L'aide a-t-elle conduit au développement de nouveaux produits / technologies à l'issue du projet ?
	8	L'aide a-t-elle permis aux bénéficiaires d'intégrer le marché aéronautique ?
	9	L'aide a-t-elle eu un impact potentiel négatif sur le commerce ou la compétition dans le secteur du transport aérien ou dans d'autres secteurs ?
<b>Impact indirect du soutien</b>	10	L'aide a-t-elle eu des retombées (notamment en termes de dissémination des connaissances) sur l'activité d'autres entreprises du même secteur ou d'autres secteurs ?
	11	L'aide a-t-elle permis d'insérer les PME/ETI au sein de projets de grande ampleur ?
	12	L'aide a-t-elle permis de renforcer les collaborations et la prise de risque des bénéficiaires ?
<b>Proportionnalité et pertinence du projet</b>	13	L'aide a-t-elle contribué à l'atteinte des objectifs de décarbonation, de compétitivité et de sécurité du transport aérien définis dans le régime d'aides ?
	14	L'aide était-elle proportionnée aux problématiques abordées ?
	15	Serait-il possible d'obtenir le même résultat avec une aide moindre ou sous forme différente ?

Source : Plan d'évaluation du régime n°SA.59366

Afin de répondre à ces questions, le plan d'évaluation liste un certain nombre d'indicateurs. Le tableau ci-dessous résume les indicateurs proposés ainsi que la question à laquelle chacun de ces indicateurs apporte un élément de réponse.

**Tableau 15. Liste des indicateurs prévus dans le plan d'évaluation**

Indicateur	Numéro de question associé à l'indicateur
Nombre de brevets déposés dans le cadre du projet	1, 2, 3, 4, 7, 10
Nombre de publications scientifiques produites dans le cadre du projet	1, 2, 3, 4, 7, 10
Niveau de maturité atteint en fin de projet (TRL)	2, 3, 4, 7
Potentiel d'application des résultats du projet (concepts, architectures, briques technologiques...) aux futurs programmes d'aéronefs (cet indicateur est à apprécier de manière qualitative)	1, 2, 3, 4, 7, 8, 10
Nombre d'emplois directs (en ETP) mobilisés dans le cadre du projet	6
Nombre d'emplois (directs et indirects) créés ou maintenus grâce à l'aide	6
Dépenses totales de R&D par projet et par bénéficiaire	5
Nombre de sous-traitants associés au projet et emplois indirects (en ETP) associés mobilisés dans le cadre du projet	6, 8, 11
Nombre et part en montant des PME-ETI et laboratoires associés au projet de façon directe ou indirecte	8, 11
Nombre de contrats de collaboration passés	12
Contribution du projet aux objectifs environnementaux fixés au niveau européen pour 2050	13
Part du financement privé de la R&D	9, 14, 15
Montants d'aides versés par forme d'instrument	14, 15

Source : Plan d'évaluation du régime n°SA.59366

### 2.2.3 L'évaluation est centrée sur un mix d'approches complémentaires en raison de forts défis méthodologiques auxquels elle est sujette

La filière aéronautique est caractérisée par une organisation pyramidale. Les avionneurs sont les grands donneurs d'ordre autour desquels gravitent les motoristes, les équipementiers et les partenaires sous-traitants de différents rangs (rang 1, rang 2, rang 3)<sup>75</sup>. Cette organisation pyramidale et l'ampleur des investissements nécessaires en R&D au sein de cette filière rendent nécessaire la collaboration des différents acteurs dans les projets de R&D et l'intervention de la DGAC pour soutenir et mettre en relation cette multiplicité d'acteurs dans le cadre du régime.

Par conséquent, le plan d'évaluation propose une évaluation du régime autour de trois volets :

- 1) Un volet descriptif du régime d'aides et de la filière,
- 2) Un volet *ad hoc* d'analyse globale, et
- 3) Un volet d'analyse économétrique.

<sup>75</sup> Toutefois, à l'échelle nationale, les acteurs de rang 1 ont une politique produit propre visant à servir le marché mondial. Ceci leur procure donc une certaine indépendance vis-à-vis des avionneurs locaux.

La méthodologie d'évaluation retenue est toutefois sujette à deux grands défis :

1. Alors que la méthode des doubles différences est l'une des méthodes contrefactuelles généralement préconisées par la Commission européenne dans son guide méthodologique pour l'évaluation d'aides d'Etat, **cette organisation de la filière soulève un premier défi méthodologique qui est celui de l'absence de groupe de comparaison pour les entreprises situées en haut de la pyramide**. En effet, la présence limitée de grands donneurs d'ordre en haut de la pyramide rend difficile la comparaison avec des acteurs de taille/rôle semblable. Ainsi, la Commission européenne a validé la mise en œuvre d'une évaluation économétrique basée sur le seul périmètre des PME/ETI. Cependant, cette approche soulève également un certain nombre de questions complémentaires auxquelles il est important de répondre : accès aux données, disponibilité temporelle des données, multiplicité d'aides concomitantes, etc.
2. Le plan d'évaluation préconise la mise en place d'une méthodologie d'évaluation *ad hoc* sur l'ensemble des entreprises. **La mise en place de cette méthodologie *ad hoc* présente également un défi lié à la collecte de données détenues par les acteurs (bénéficiaires et autorité d'octroi), constituant ainsi le second défi méthodologique.**

La construction d'une méthodologie d'évaluation est ainsi nécessaire afin de répondre aux questions d'identification pertinentes. La mise en place de la méthodologie nécessite également de mener des réflexions consistant à identifier les indicateurs pertinents adaptés au cas d'espèce. Les aides à la R&D consistent en effet en un montant octroyé à une entité qui peut être une entreprise, un établissement ou un laboratoire académique (ci-après « les bénéficiaires ») afin de mener de la recherche et du développement qui peuvent aboutir à un produit final dans un temps plus ou moins long. Les demandeurs de ces aides soumettent un ou des projets sur lesquels ils peuvent travailler en partenariat avec d'autres entités.

En pratique, les effets des aides à la R&D et à l'innovation se mesurent d'abord directement au niveau de ses bénéficiaires. Les effets directs mesurés correspondent aux effets de levier du régime sur :

- Les ressources mises en œuvre pour innover (**additionnalité de l'input**) : Dans le cas d'espèce, le régime consiste en un soutien amont de projets de R&D. Il s'agit principalement d'aides à la R&T sous la forme de subventions. Ainsi, en termes d'additionnalité de l'input, les effets attendus portent sur la favorisation des activités de R&D et la stimulation de l'emploi en R&D.
- Les résultats en termes d'innovation ou de performance économique (**additionnalité de l'output**) : Les aides portant uniquement sur la R&T dans un contexte de cycles longs de fabrication d'aéronefs de la filière aéronautique, elles ne permettent pas d'aboutir à un produit fini dans le court/moyen terme. Ainsi, les indicateurs de performance financière, de niveau d'activité ou de niveau de production ne semblent donc pas pertinents dans le cas présent. Par conséquent, en termes d'additionnalité de l'output, les effets attendus portent uniquement sur l'accroissement des connaissances nouvelles.
- Les comportements de coopération (**additionnalité comportementale**) : en ce qui concerne l'additionnalité comportementale, l'effet attendu du régime est de favoriser la coordination entre les acteurs privés et publics.

Afin de répondre aux besoins évaluatifs et en adéquation avec le plan d'évaluation, les sections qui suivent présentent la mise en œuvre de l'évaluation et les résultats associés. Le reste du document est organisé comme suit :

- Le chapitre 3 présente la méthodologie économétrique mise en œuvre dans le cadre de l'évaluation, ainsi que les résultats associés.
- Le chapitre 4 présente la méthodologie d'évaluation *ad hoc* mise en œuvre, et les différentes réponses aux questions évaluatives. Dans le cadre de la mise en œuvre de la méthode, une étude de cas sur les non-bénéficiaires de l'aide est également présentée. La finalisation de la mise en œuvre de la méthodologie *ad hoc* sera présentée dans le cadre du rapport final qui sera soumis dans le courant du premier trimestre 2024, conformément aux recommandations de la Commission européenne.

# Chapitre 3. Mise en œuvre de l'évaluation économétrique de l'impact du régime

Les méthodes économétriques contrefactuelles sont l'approche la plus souvent préconisée par la Commission européenne pour déterminer l'incidence causale d'un régime d'aides.

Le plan d'évaluation prévoit ainsi de mener une analyse contrefactuelle<sup>76</sup> limitée aux seules PME et ETI du secteur de la construction aéronautique. Il propose de se limiter à ces entreprises puisque « [c]es dernières occupent [...] une place à part dans la chaîne de valeur de la filière : la part des entreprises soutenues est relativement faible (de 15 à 20 % environ, sur un nombre total d'un millier d'entreprises ce qui permet malgré tout de constituer un échantillon significatif) et leur modèle économique est plus orienté sur le court terme, leur taille ne permettant pas des investissements sur plus d'une décennie qui sont pourtant la norme parmi les grands groupes »<sup>77</sup>.

Dans ce cadre, le plan d'évaluation propose d'utiliser la méthode des doubles différences par appariement pour mesurer l'impact du plan d'aide sur les PME et ETI bénéficiaires. La méthode des doubles différences est l'une des méthodes préconisées par la Commission européenne dans son guide méthodologique pour l'évaluation d'aides d'Etat.

Par conséquent, l'évaluation économétrique des impacts du régime n°SA.59366 se fonde sur la méthode des doubles différences par appariement. La méthode des doubles différences consiste à estimer l'effet d'un régime d'aides en comparant les résultats des bénéficiaires du régime à ceux d'un groupe de contrôle, composé de non-bénéficiaires, avant et après l'introduction du régime.

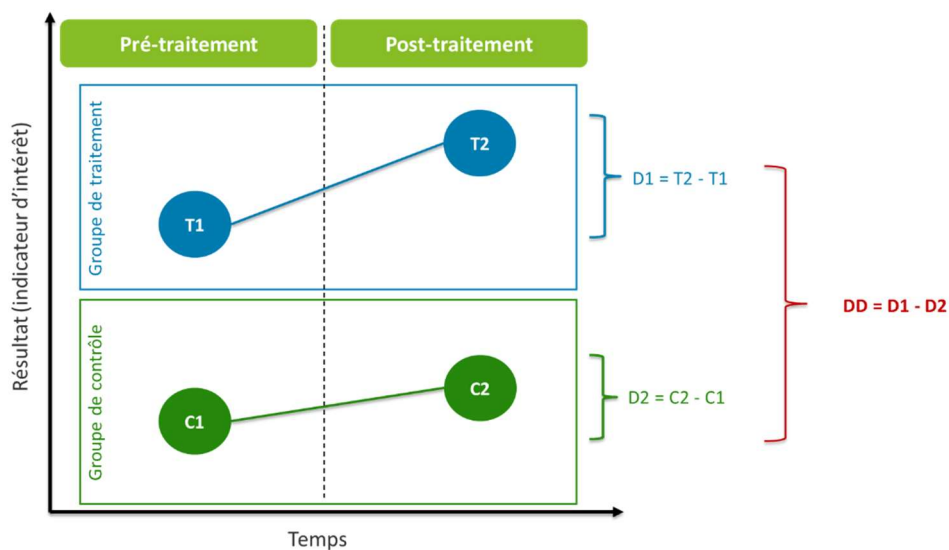
L'application de cette méthode dans sa version la plus simple est illustrée par la Figure ci-dessous. La première étape consiste à comparer l'indicateur d'intérêt pour les bénéficiaires (groupe de traitement) au cours de la période précédant le régime (T1) et au cours de la période du régime (T2). La différence entre ces deux résultats ( $T2 - T1$ ) permet de déterminer l'évolution de l'indicateur pour les bénéficiaires d'une période à l'autre (D1). L'étape suivante consiste à effectuer le même exercice, mais pour le groupe de comparaison, pour obtenir ( $D2 = C2 - C1$ ) dans la Figure infra. Enfin, la différence de ces deux écarts appelée double différence ( $DD = D1 - D2$ ), permet de déterminer s'il existe une différence dans l'évolution des résultats des deux groupes qui pourrait être attribuée au régime.

---

<sup>76</sup> Dans le cadre de l'évaluation d'un régime d'aides, ces analyses consistent à construire un scénario dit « contrefactuel » permettant de placer les bénéficiaires dans la situation où ces derniers n'auraient pas perçu l'aide.

<sup>77</sup> Notification du plan d'évaluation du régime exempté de notification n°59366 relatif aux aides à la recherche et au développement pour la décarbonation, la compétitivité et la sécurité du transport aérien pour la période 2020-2023 p.7.

Figure 14. Schéma explicatif de la méthode des doubles différences



Source : Deloitte Finance

La mise en œuvre de la méthode des doubles différences avec appariement nécessite plusieurs étapes :

1. Définition des indicateurs de résultat sur lesquels l'impact du régime doit être mesuré : il s'agit de définir la variable qui devrait être affectée par le régime.
2. Définition de la variable de traitement permettant de mesurer l'impact incitatif du régime : dans le cadre des méthodes contrefactuelles, on appelle variable de traitement (ou traitement) la variable dont on cherche à mesurer l'effet. Dans le cadre de l'évaluation d'un régime d'aides, elle correspond donc au régime d'aides lui-même.
3. Sélection d'un groupe de comparaison pertinent pour l'évaluation, dont les caractéristiques sont similaires à celles des entreprises bénéficiaires du traitement. Le choix de ce groupe de comparaison constitue l'enjeu majeur de la mise en œuvre de la méthode.
4. Identification des variables de contrôle nécessaires à inclure dans le modèle pour s'assurer que l'estimation réalisée mesure bien l'effet du régime évalué et ne soit pas biaisée par d'autres facteurs extérieurs au régime. Ces variables de contrôle peuvent être utilisées en tout ou en partie pour le choix du groupe de contrôle dans le cadre d'une procédure d'appariement.

La mise en œuvre de l'ensemble de ces travaux nécessite l'utilisation de données **pertinentes** et ayant une **couverture temporelle suffisante**. La détermination des sources de données pertinentes a ainsi constitué une première étape importante de la démarche d'évaluation.

Les sections ci-dessous présentent en détail (i) la méthodologie de l'évaluation économétrique, incluant le choix des indicateurs de résultat ainsi que la définition du traitement ; (ii) les données mobilisées ainsi que la stratégie de collecte associée ; (iii) la mise en œuvre de l'appariement ; (iv) les statistiques descriptives associées ; et (v) la mise en œuvre de la méthode des doubles différences.



# 3.1. Présentation de la méthodologie d'évaluation

## 3.1.1 Choix des indicateurs de résultat

### 3.1.1.1 Rappel des indicateurs de résultat pertinents identifiés dans le rapport intermédiaire

Le rapport intermédiaire transmis à la Commission européenne le 15 novembre 2022 dresse la liste d'un ensemble d'indicateurs de résultat sur lesquels il serait pertinent de mener l'analyse. Cette liste est rappelée dans cette section.

Pour rappel, les effets des aides à la R&D et à l'innovation se mesurent d'abord directement au niveau de leurs bénéficiaires. Les effets directs mesurés correspondent aux effets de levier du régime sur :

- Les ressources mises en œuvre pour innover (additionnalité de l'input) ;
- Les résultats en termes d'innovation ou de performance économique (additionnalité de l'output) ;
- Les comportements de coopération (additionnalité comportementale).

Dans le cas d'espèce, au vu des caractéristiques du régime et de la filière, les indicateurs jugés pertinents sont :

- La R&D : dépenses, emploi, etc. ;
- L'accroissement des connaissances ;
- Les collaborations créées à travers les projets soutenus.

Le tableau ci-après présente la liste des indicateurs identifiés avec leur source et leur période de disponibilité.

**Tableau 16. Liste des indicateurs de résultat pertinents pour la mise en œuvre de l'analyse économétrique**

Nature de l'effet	Effet	Indicateur	Base de données source	Période de disponibilité de la base de données source	
<b>Additionnalité de l'input</b>	<i>Favoriser les activités de R&amp;D</i>	<b>Dépenses totales de R&amp;D</b>	Enquête R&D	1980-2020	
			Enquête CIS	1990 - 2020	
			Base GECIR	2008 - 2019	
			DIANE <sup>78</sup>	2015-2021 <sup>79</sup>	
<b>Additionnalité de l'output</b>	<i>Stimuler l'emploi en R&amp;D</i>	<b>Part du financement privé de la R&amp;D</b>	Enquête R&D	1980-2020	
			<b>Nombre d'emplois R&amp;D (directs et indirects) créés ou maintenus grâce à l'aide</b>	Enquête R&D	1980-2020
				Base BTS-postes	1993-2021
<b>Additionnalité de l'output</b>	<i>Accroître les connaissances nouvelles et leur diffusion</i>	<b>Nombre de brevets<sup>80</sup></b>	Enquête BMO	2021-2022	
			Enquête R&D	1980-2020	
<b>Additionnalité comportementale</b>	<i>Favoriser la coordination entre les acteurs privés et publics</i>	<b>Part de R&amp;D réalisée en sous-traitance ou partenariat avec des entreprises ou des laboratoires publics</b>	PATSTAT <sup>81</sup>	2005- printemps 2022	
			Enquête R&D	1980-2020	
			Base GECIR	2008 - 2019	

Source : Analyse Deloitte Finance

<sup>78</sup> A partir d'une collecte de données préliminaire, il semblerait que les informations concernant les frais de R&D contenues dans DIANE soient peu souvent renseignées pour les bénéficiaires du régime.

<sup>79</sup> Disponibilité variable d'une entreprise à l'autre.

<sup>80</sup> Une autre source de données existe pour cet indicateur : des bases open source sur les publications et les brevets. Néanmoins, les bases open source sont très incomplètes et décalées temporellement.

<sup>81</sup> Difficultés de traitement du fait de l'absence d'identifiant (Siret/Siren) et d'homogénéité des libellés d'entreprises/établissements.

### 3.1.1.2 Parmi les indicateurs de résultat pertinents identifiés, seul le volume d'emplois R&D est disponible à date pour être analysé

Pour identifier les indicateurs de résultat exploitables dans le cadre de l'analyse, un travail exploratoire des bases de données mobilisables a été réalisé. Ce travail a consisté à interroger le domaine public sur les bases de données relatives à ces variables qui sont disponibles à la fois dans le domaine public et via le Centre d'Accès Sécurisé aux Données (CASD), d'une part, et d'autre part, de vérifier le degré de couverture de ces données en termes d'entités et de temporalité.

- **Dimension entité :** En pratique, l'un des enjeux des méthodes économétriques contrefactuelles est de disposer de données à la fois pour les bénéficiaires de l'aide et pour le groupe de comparaison. Comme le précise la Commission européenne dans son guide méthodologique : « *Exception faite des données relatives aux demandes d'aides (y compris celles émanant des candidats éliminés lorsqu'elles sont disponibles), les sources d'information relatives aux bénéficiaires d'aides et au groupe de contrôle doivent être identiques, pour des raisons de comparabilité des données* »<sup>82</sup>.
- **Dimension temporelle :** Les indicateurs disponibles pour les deux groupes à comparer doivent l'être sur une période suffisamment longue couvrant tant la période pour laquelle se conduit l'évaluation (novembre 2020 à décembre 2023), qu'une période précédant et/ou postérieure à celle-ci. Dans le cas d'espèce, le régime étant en cours au moment de l'évaluation, il est nécessaire de disposer d'indicateurs sur la période précédant le régime et durant celui-ci. Ce dernier point a représenté en l'espèce la contrainte la plus forte, car l'évaluation doit être conduite avec un faible recul temporel (2 à 3 ans), qui est, pour la plupart des bases de données, inférieur au délai de mise à disposition de données publiques ou soumises au secret statistique.

Il ressort du travail exploratoire qui a été réalisé que seul **le volume d'emplois R&D** remplit toutes les conditions d'exploitabilité. En effet, la base de données « BTS – Postes » a une couverture temporelle suffisante (1993 – 2021) et est exhaustive puisqu'elle contient les données de l'ensemble des entreprises ayant des salariés.

Pour tous les autres indicateurs proposés, les conditions d'exploitabilité ne sont pas remplies, soit parce que la couverture temporelle n'est pas suffisante (cf. colonne « Période de disponibilité de la base de données source » du Tableau 16), soit parce que la complétude des données n'est pas suffisante (indicateurs avec beaucoup de données manquantes ou bases de données ne contenant pas l'ensemble des bénéficiaires).

## 3.1.2 Définition de la variable de traitement

### 3.1.2.1 Rappel des définitions de la variable de traitement proposées dans le rapport intermédiaire

Le rapport intermédiaire transmis à la Commission européenne le 15 novembre 2022 propose plusieurs définitions de la variable de traitement qu'il est possible d'utiliser pour l'analyse. Cette section rappelle les différentes définitions proposées.

Pour rappel, le montant et la temporalité du régime d'aides sont différents pour chaque bénéficiaire puisque chaque bénéficiaire commence à bénéficier de l'aide à une date différente et perçoit un montant différent. Ainsi, il est très vraisemblable que le régime présente des effets hétérogènes qu'il sera nécessaire de prendre en compte dans la mise en œuvre de la méthode d'évaluation et dans la définition de la variable de traitement (cf. Annexe 1).

---

<sup>82</sup> Commission européenne (2014), Document de travail des services de la commission, Méthodologie commune pour l'évaluation des aides d'État, SWD (2014), p. 10.

Comme indiqué dans le rapport intermédiaire, il est possible de définir le traitement de plusieurs façons :

1. Par une variable dichotomique permettant d'identifier pour chaque bénéficiaire l'année à partir de laquelle il bénéficie du régime (e.g. l'année de la notification de la convention du premier projet auquel participe le bénéficiaire).
  - Elle serait égale à 0 pour les bénéficiaires avant l'année de la notification de la convention du premier projet auquel ils participent, ainsi que pour les entreprises dans le groupe de contrôle pendant toute la période d'analyse ;
  - Elle serait égale à 1 pour les bénéficiaires à partir de l'année de notification de la convention du premier projet auquel participe le bénéficiaire.
2. Par le montant d'aide total octroyé au bénéficiaire dans le cadre du régime, tous projets confondus. Dans ce cas, la date d'application du traitement correspondrait à l'année de notification de la convention du premier projet auquel participe le bénéficiaire. Cette définition permettrait d'introduire une intensité de l'aide différente par bénéficiaire.
3. Par le montant des aides ajusté par la temporalité des projets. Ainsi, on retiendrait d'abord le montant de l'aide relatif au premier projet auquel participe un bénéficiaire à la date de signature de la convention. Ensuite, lorsque les bénéficiaires participent à plusieurs projets, ce montant serait ajusté en additionnant le montant de l'aide relatif aux projets ultérieurs aux dates de traitement correspondantes. Cette option permettrait de capturer l'effet incitatif global de l'aide et un changement de l'intensité en cas de participation à plusieurs projets.
4. Il serait également possible de définir la variable de traitement telle que proposé dans l'option 3 ci-dessus, en prenant compte également du calendrier théorique de versement des aides prévu dans les différentes conventions.
5. Enfin, il serait aussi possible de définir la variable de traitement comme étant les montants réels d'aide versés sur facture après le constat de l'avancement des travaux lors de chaque comité de suivi des projets.

### 3.1.2.2 La définition de la variable de traitement la plus pertinente est celle d'une variable dichotomique identifiant les bénéficiaires de l'aide à partir de l'année à laquelle ils bénéficient de l'aide

Parmi les définitions proposées à la section précédente, les options (4) et (5) semblent trop fines temporellement par rapport aux effets incitatifs attendus du régime.

L'option (3) est également trop fine temporellement par rapport à la disponibilité des données et leur fréquence. En effet, les données disponibles pour observer l'indicateur de résultat pertinent identifié à la section précédente (l'emploi R&D) ont une fréquence annuelle et ne couvrent qu'une année complète du régime puisqu'elles ne couvrent qu'une période allant jusqu'en 2021 alors que le régime débute en novembre 2020 et prendra fin en décembre 2023. Ainsi, capter l'effet d'un changement d'intensité de l'aide en cas de participation à plusieurs projets n'est pas possible sur la base de données annuelles ne permettant d'observer qu'une année complète de mise en œuvre du régime.

En outre, étant donné le délai assez court après le traitement (le traitement commence au plus tôt en novembre 2020 et les données disponibles pour l'analyse ne couvrent une période n'allant que jusqu'en 2021) et le nombre « réduit » de bénéficiaires, il semble pertinent de privilégier la simplicité dans le choix de la variable de traitement et de faire davantage porter les efforts sur le choix du groupe de contrôle. Ainsi, la variable de traitement privilégiée pour l'analyse est la variable dichotomique égale à 1 à partir du moment où un bénéficiaire est considéré comme étant traité.

### 3.1.3 Sélection du groupe de comparaison

La participation au régime d'aides n'étant pas aléatoire, il est nécessaire de construire un groupe de comparaison sur la base de caractéristiques observables.

Dans le cadre des méthodes contrefactuelles, la qualité du groupe de comparaison est une condition fondamentale pour la validité de l'évaluation, comme le rappelle la Commission européenne dans son guide méthodologique (« *C'est de la qualité de ce groupe de contrôle que dépendra la validité de l'évaluation* »<sup>83</sup>).

Pour assurer la validité des méthodes contrefactuelles, notamment celle des doubles différences, les individus présents dans le groupe de comparaison doivent disposer de caractéristiques similaires aux individus bénéficiaires du régime.

- Lorsque la participation à un programme d'aides est aléatoire, un groupe de contrôle composé des non-bénéficiaires du régime se dégage naturellement.
- En revanche, lorsque la participation à un programme d'aides n'est pas aléatoire, les bénéficiaires sont alors sélectionnés sur la base de certains critères. Dans ce cas, l'utilisation des non-bénéficiaires comme groupe de contrôle fait alors apparaître un biais de sélection dû au fait que les non-bénéficiaires risquent d'avoir des caractéristiques différentes de celles des bénéficiaires. L'enjeu d'identification du groupe de contrôle devient d'autant plus important lorsque les bénéficiaires décident eux-mêmes de participer ou non à un régime d'aides. Comme le rappelle la Commission européenne dans son guide méthodologique : « *Il est [...] essentiel que les entreprises du groupe de contrôle [...] fassent partie de ce groupe pour des motifs dépourvus d'effets sur les résultats mesurés. Or, cette condition risque de ne pas être remplie lorsque les entreprises se sont auto-sélectionnées et ont décidé elles-mêmes, volontairement, de ne pas solliciter d'aides* »<sup>84</sup>.

**Dans le cas présent, la participation au programme d'aides n'est pas aléatoire.** En effet, l'octroi des aides est le résultat d'un processus de structuration des projets et de sélection impliquant des décisions des bénéficiaires et de la DGAC :

1. Les bénéficiaires doivent d'abord décider de participer à un (plusieurs) projet(s) de R&T, d'élaborer une proposition et de demander le soutien de l'Etat (auto-sélection). Dans ce cadre, la DGAC intervient afin d'assurer une meilleure coordination, grâce notamment à sa connaissance des acteurs et enjeux de la filière.
2. La DGAC décide de co-financer ou non les projets selon les critères suivants :
  - La pertinence et cohérence des projets proposés avec la feuille de route de l'industrie ;
  - La maturité technique des projets et celle du consortium si le projet n'est pas mono-bénéficiaire ;
  - L'existence d'une pratique de la R&D / R&T par l'entreprise<sup>85</sup> ;
  - L'existence d'une implantation en France de l'entreprise<sup>86</sup> ;

---

<sup>83</sup> Commission européenne (2014), Document de travail des services de la commission, Méthodologie commune pour l'évaluation des aides d'État, SWD (2014), p. 7.

<sup>84</sup> Commission européenne (2014), Document de travail des services de la commission, Méthodologie commune pour l'évaluation des aides d'État, SWD (2014), p. 8.

<sup>85</sup> Le régime de soutien est focalisé sur le soutien à la R&D : la DGAC ne peut soutenir des entreprises n'ayant pas de capacités internes de R&D.

<sup>86</sup> Conformément au RGEC, il n'est pas requis que le siège de l'entreprise soit en France. Il suffit d'y avoir une implantation.

- La solidité financière de chaque entreprise<sup>87</sup> (éligibilité financière au titre du RGEC et capacité financière à mener le projet).

Par conséquent, il convient de construire un groupe de comparaison composé de non-bénéficiaires sur la base de caractéristiques observables qui sont similaires à celles des entreprises bénéficiaires de l'aide octroyée dans le cadre du régime. Pour ce faire, le recours à une méthode d'appariement pour construire le groupe de comparaison est essentiel.

La construction du groupe de comparaison se fait en choisissant le périmètre d'entreprises à considérer, ainsi que les caractéristiques pertinentes sur lesquelles sa comparabilité avec le groupe des bénéficiaires va être appréciée.

### 3.1.3.1 Périmètre d'entreprises à considérer dans le groupe de comparaison

Comme indiqué dans le rapport intermédiaire transmis à la Commission européenne le 15 novembre 2022, les entreprises bénéficiaires sont de toutes tailles et appartiennent à des secteurs divers. Se posent alors les questions de la typologie d'entreprises à inclure dans l'analyse et du périmètre sectoriel à considérer.

#### En termes de typologie d'entreprises

A mai 2022, le régime concerne 225 bénéficiaires dont 25 % de PME, 19 % d'ETI, 40 % de grandes entreprises et 16 % de laboratoires académiques.

Le plan d'évaluation prévoyait de concentrer l'analyse économétrique sur les bénéficiaires hors grandes entreprises en raison de leur spécificité et de la difficulté à leur trouver des comparables. Il a cependant été décidé de tester empiriquement la capacité à trouver des comparables aux grandes entreprises.

Le périmètre d'analyse inclut donc les PME, les ETI et les grandes entreprises pour lesquelles il sera possible de trouver des entreprises comparables lors de l'étape de l'appariement.

#### En termes de périmètre sectoriel

Si le régime d'aides est destiné aux entreprises faisant partie de projets de R&D/R&T sur des thématiques en lien avec la décarbonation, la sécurité et la compétitivité spécifiques au secteur aéronautique, les bénéficiaires appartiennent en pratique à des secteurs divers de l'économie allant de la construction aéronautique et spatiale à la fabrication de vis et de boulons, en passant par la programmation de logiciels ou la fabrication de peintures, vernis, encres et mastics.

Au vu de la diversité des secteurs représentés, il apparaît discutable (et pénalisant en termes de capacité à trouver des comparables) de restreindre l'analyse économétrique uniquement aux entreprises du secteur de la construction aéronautique et spatiale comme prévu dans le plan d'évaluation.

Ainsi, le groupe de comparaison inclura des entreprises non-bénéficiaires du régime appartenant à l'ensemble des secteurs dont font partie les entreprises bénéficiaires.

---

<sup>87</sup> Tel que précisé dans les rapports d'instruction des projets, la DGAC analyse pour chacun des partenaires industriels du projet, les résultats financiers des deux derniers exercices à partir des liasses fiscales fournies avec leur demande de soutien. Dans le respect des exigences du RGEC, elle vérifie qu'il n'est pas à classer en « entreprise en difficulté » au sens du régime SA.59366 en contrôlant qu'il ne fait pas l'objet d'une procédure collective d'insolvabilité, que la moitié du capital social souscrit n'a pas disparu en raison des pertes accumulées et, pour les partenaires industriels non PME, que depuis les deux exercices précédents, le ratio emprunts/capitaux propres est inférieur à 7,5 et que le ratio de couverture des intérêts, calculé sur la base de l'EBITDA, est supérieur à 1. Par ailleurs, l'analyse permet d'évaluer de manière objective la situation financière des partenaires industriels en regardant plus particulièrement les performances d'exploitation (évolutions du chiffre d'affaires et des taux de rentabilité économique), la robustesse de la structure financière, le niveau d'endettement ainsi que la situation de trésorerie.

### 3.1.3.2 Caractéristiques pertinentes pour constituer un groupe d'entreprises comparable à celui des bénéficiaires

Pour constituer un groupe d'entreprises comparable au groupe des bénéficiaires, il est nécessaire d'identifier les caractéristiques individuelles nécessaires pour un appariement pertinent sur la base des caractéristiques du régime d'aides et de ses bénéficiaires. Il est notamment nécessaire d'intégrer les critères de sélection des bénéficiaires pour la participation au régime explicités précédemment et les caractéristiques individuelles observables des entreprises.

Ainsi, les caractéristiques individuelles nécessaires pour la constitution d'un groupe de comparaison pertinent sont les suivantes :

- L'existence d'une implantation en France de l'entreprise
- L'existence d'une pratique de la R&D / R&T par l'entreprise
- La taille de l'entreprise : effectif, chiffre d'affaires
- La catégorie d'entreprises et son appartenance ou non à un groupe
- Le secteur de l'entreprise : code APE
- La solidité financière de l'entreprise selon les critères exigés par le régime pour ses bénéficiaires :
  - Capital social
  - Ratio Emprunts/Capitaux propres

L'ensemble des variables listées ci-dessus seront donc intégrées dans la procédure d'appariement pour sélectionner le groupe de comparaison.

### 3.1.4 Variables de contrôle

La méthodologie convenue avec la Commission européenne et explicitée dans le rapport intermédiaire du 15 novembre 2022 indique qu'il est nécessaire de contrôler pour les facteurs qui pourraient avoir une évolution ou un effet différencié entre le groupe des bénéficiaires et le groupe de contrôle.

Les facteurs identifiés sont notamment :

- La crise du COVID-19 ;
- Les autres aides à la R&D éventuellement perçues par les entreprises ;
- Le régime qui a précédé le régime évalué dont la mise en œuvre a eu lieu entre 2017 et 2020.

Ainsi, des variables de contrôle permettant de contrôler pour ces trois facteurs seront intégrées au modèle économétrique estimé. Le modèle inclura également les caractéristiques des entreprises comme variables de contrôle.

### 3.1.5 Choix de la période d'évaluation

Pour mettre en œuvre un modèle de doubles différences, il est nécessaire de définir la période sur laquelle l'évaluation doit porter. Pour évaluer le régime n°SA.59366, la période 2016 – 2021 a été identifiée comme étant pertinente.

Le choix de l'année 2016 est expliqué par le fait que le régime d'aide a débuté en novembre 2020 et que la mise en œuvre d'un modèle de doubles différences requiert de remonter suffisamment dans le temps pour capter les évolutions de la variable de résultat avant le traitement. Mais il ne faut pas non plus prendre une période trop longue afin de minimiser les chocs ayant pu impacter les entreprises sur la période étudiée. Par ailleurs, le régime évalué fait suite à un précédent régime dont il est nécessaire de contrôler l'effet. Ce précédent régime a été mis en œuvre entre 2017 et 2020, 2016 correspond donc à l'année précédant la mise en place de l'ancien régime pour laquelle les effets sont contrôlés dans l'analyse économétrique.

Le travail exploratoire des bases de données mobilisables dans le cadre de l'analyse confirme que l'ensemble des bases pertinentes identifiées sont disponibles dès 2016. En revanche, leur disponibilité s'arrête en 2021, raison pour laquelle la période d'évaluation ne s'étend que jusqu'en 2021.

### 3.1.6 Conclusion sur la méthodologie de l'évaluation économétrique mise en œuvre

La méthode économétrique à mettre en œuvre consiste à évaluer l'effet du régime d'aides n°SA.59366 sur l'emploi R&D des entreprises bénéficiaires par un modèle de doubles différences qui aura pour variable de traitement une variable dichotomique identifiant les bénéficiaires à partir de l'année à laquelle ils bénéficient de l'aide et qui considèrera la période 2016 – 2021 comme période d'évaluation.

La participation au régime d'aides n'étant pas aléatoire, la démarche méthodologique adoptée consiste à construire le groupe de comparaison à l'aide d'une méthode d'appariement. Ce groupe sera constitué de PME, ETI et grandes entreprises pour lesquelles il sera possible de trouver des entreprises comparables lors de l'étape de l'appariement. Par ailleurs, les entreprises présentes dans le groupe de comparaison devront appartenir aux mêmes secteurs d'activité que les entreprises bénéficiaires, être implantées en France et pratiquer de la R&D ou de la R&T.

La stratégie d'appariement consiste à appairer les entreprises du groupe de comparaison avec des entreprises du groupe des bénéficiaires selon les caractéristiques observables suivantes :

- La taille de l'entreprise : effectif, chiffre d'affaires ;
- La catégorie d'entreprises et son appartenance ou non à un groupe ;
- Le secteur de l'entreprise défini à l'aide de son code APE ;
- La solidité financière de l'entreprise selon les critères exigés par le régime pour ses bénéficiaires, à savoir : le capital social et le ratio Emprunts/Capitaux propres.

En outre, des variables de contrôle seront intégrées au modèle afin de contrôler pour :

- La crise du COVID-19 ;
- Les autres aides à la R&D éventuellement perçues par les entreprises ;
- Le régime qui a précédé le régime évalué dont la mise en œuvre a eu lieu entre 2017 et 2020.

## 3.2. Présentation détaillée des données utilisées et de leurs traitements

### 3.2.1 Bases de données et sources

La mise en œuvre de l'analyse économétrique des impacts du régime n° SA.59366 requiert l'utilisation d'un ensemble de bases de données. Ces bases de données permettent à la fois de disposer de données concernant les indicateurs de résultat d'intérêt, de mettre en œuvre la méthodologie d'appariement pour constituer le groupe de comparaison (cf. section 3.3) et la méthode des doubles différences (cf. section 3.5).

Le travail exploratoire des bases de données mobilisables pour l'analyse a permis d'identifier plusieurs sources de données à la fois issues de la DGAC et du domaine public disponibles à partir de 2016 et jusqu'en 2020 ou 2021, permettant de mettre en œuvre l'analyse. Il s'agit précisément :

- **Des données de reporting/suivi** qui sont détenues par la DGAC et qui fournissent des informations sur les bénéficiaires de l'aide ;

- **Des bases de données disponibles par le biais du CASD**, qui fournissent des informations sur les bénéficiaires et les non-bénéficiaires de l'aide concernant les caractéristiques d'emploi, les caractéristiques financières et comptables, l'impact de la crise du COVID-19, ainsi que des informations sur d'autres aides reçues par les entreprises. Il s'agit notamment des bases de données ci-après :
  - *La Base Tous Salariés : fichier Postes (BTS-Postes)* : il s'agit d'une base fournissant des informations, pour chaque salarié au sein de chaque établissement, ses caractéristiques, la nature de l'emploi occupé (durée, condition, qualification, rémunération) ainsi que le type de poste occupé (employé R&D, etc.).
  - *Le Fichier approché des résultats d'Esane (FARE)* : la base de données fournit des données individuelles comptables des entreprises (chiffre d'affaires, bilans comptables, etc.).
  - *Les Bénéfices industriels et commerciaux - tous régimes (BIC-IS)* : il s'agit d'une base de données recensant l'ensemble des déclarations des bénéfices industriels commerciaux, y compris des informations sur le chiffre d'affaires, le bilan, les plus-values, le résultat fiscal, etc. de l'établissement.
  - *La base Reports Covid – régime général (REP\_COVID RG)* : la base fournit des informations sur les demandes de report de cotisations employeur en raison du COVID-19.
  - *La base Jeunes Entreprises Innovantes (JEI)* : il s'agit d'une base de données fournissant des informations sur les entreprises investissant dans la recherche et développement, et bénéficiant d'exonérations fiscales et sociales.
- **Des bases de données complémentaires**, y compris celle fournissant des informations sur les bénéficiaires de l'ancien régime, ainsi que la base DIANE permettant de collecter des informations complémentaires sur les bénéficiaires.

Le tableau ci-dessous présente, pour chacune des bases mobilisées, la couverture temporelle et les variables collectées pour mettre en œuvre l'analyse économétrique.

**Tableau 17. Résumé des bases de données mobilisables et des variables collectées**

Base de données	Couverture temporelle	Variables <sup>88</sup>
Base Tous Salariés : fichier Postes (BTS-Postes)	2016 - 2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emploi R&amp;D</li> <li>• Emploi total</li> <li>• Recours à l'activité partielle</li> <li>• Code APE de l'entreprise</li> </ul>
Fichier approché des résultats d'Esane (FARE)	2016 -2020	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chiffre d'affaires</li> <li>• Appartenance à un groupe<sup>89</sup></li> <li>• Capital social</li> <li>• Emprunts</li> <li>• Capitaux propres</li> </ul>
Bénéfices industriels et commerciaux - tous régimes (BIC-IS)	2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chiffre d'affaires</li> </ul>
Jeunes Entreprises Innovantes (JEI)	2016 – 2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Montant des exonérations en faveur des JEI</li> </ul>
Reports Covid – régime général (REP_COVID RG)	2020	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recours au report de cotisations employeur</li> <li>• Nombre d'échéances reportées</li> </ul>

Source : Deloitte Finance

<sup>88</sup> La catégorie d'entreprise n'apparaît pas dans la liste des variables car elle a été construite à partir du chiffre d'affaires, de l'effectif et du total du bilan. La catégorie d'entreprise pour l'année 2021 a été considérée comme étant la même qu'en 2020.

<sup>89</sup> L'appartenance à un groupe pour l'année 2021 a été considérée comme étant la même qu'en 2020.



Certaines de ces bases de données sont disponibles au niveau des établissements, alors que d'autres sont disponibles au niveau des entreprises. En particulier, l'emploi R&D n'a pu être construit de façon complète qu'au niveau des entreprises. Ainsi, l'ensemble des analyses ont été effectuées à ce niveau.

### 3.2.2 Traitements effectués sur la base de données et taille de la base finale

Une fois les bases identifiées, un travail de consolidation ainsi que des traitements ont été effectués afin d'aboutir à une base de données finale qui soit prête pour la mise en œuvre de l'analyse économétrique, en accord avec la méthode présentée en section 3.1. Ces traitements ont été réalisés à la fois sur les bénéficiaires et les non-bénéficiaires potentiels.

Plusieurs filtres ont été effectués au niveau des bénéficiaires :

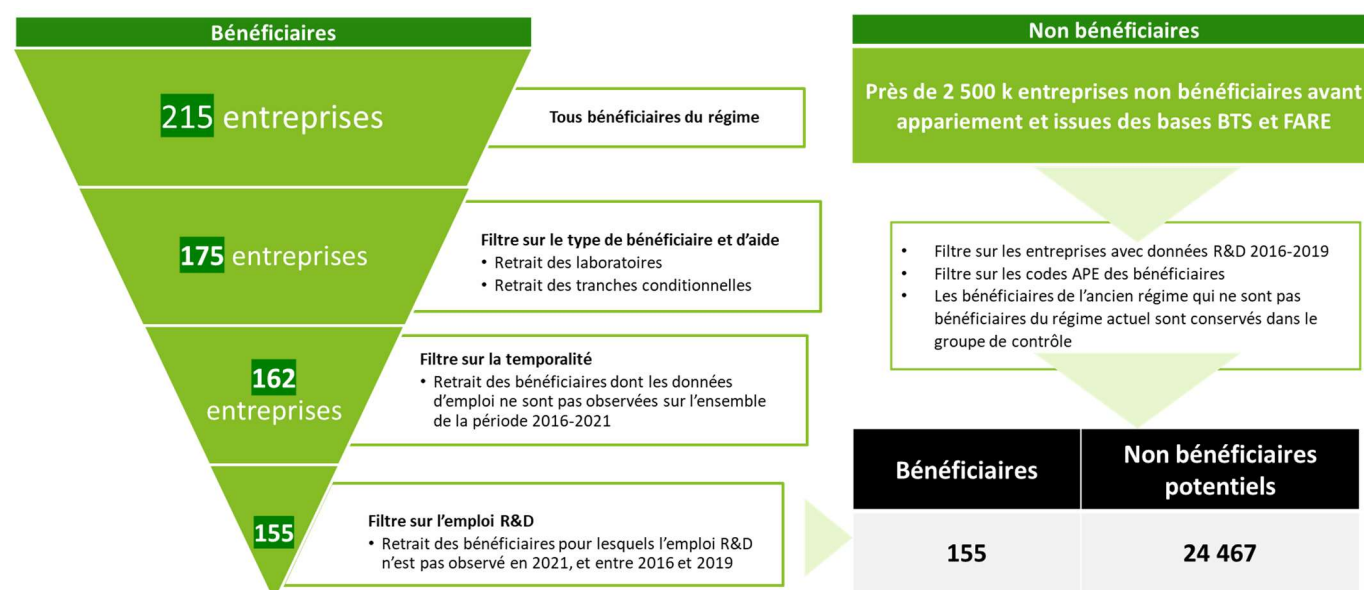
- **Le type de bénéficiaire et d'aide** : Dans le cadre de l'analyse, seules les tranches fermes d'aides ont été conservées. Les laboratoires ont été exclus de l'analyse en raison de modalités de décision et de financement différents, qui ne permettent pas de mesurer de manière similaire l'effet des aides.
- **Temporalité** : Afin de respecter la couverture temporelle 2016-2021, tous les bénéficiaires pour lesquels les données d'emploi ne sont pas observées sur l'ensemble de la période 2016-2021 ont été retirés de la base de données pour l'analyse.
- **Emploi R&D** : Les bénéficiaires pour lesquels l'emploi R&D n'est pas observé en 2021, et au moins une fois entre 2016 et 2019 ne sont pas conservés.

Plusieurs filtres ont également été appliqués au niveau des non-bénéficiaires :

- **Emploi R&D** : Afin de ne conserver que les non-bénéficiaires pratiquant de la R&D avant la mise en place du régime, les non-bénéficiaires n'ayant eu aucun emploi R&D entre 2016 et 2019 ne sont pas conservés.
- **Activité des entreprises** : Les entreprises dont le code d'activité (NAF ou APE) n'est partagé par aucun bénéficiaire ont été exclus.

Sur la base de l'ensemble de ces traitements, la base de données finale sur laquelle l'appariement a été effectué se compose de 155 entreprises bénéficiaires (sur 215, soit 72 %) et 24 467 entreprises potentiellement comparables.

Figure 15. Récapitulatif des traitements réalisés et taille de la base finale



Source : Illustration Deloitte Finance

## 3.3. Mise en œuvre de l'appariement

Comme expliqué en section 3.1.3, pour mettre en œuvre la méthodologie des doubles différences, il est nécessaire de disposer d'un groupe de comparaison, composé d'entreprises non-bénéficiaires de l'aide et dont les caractéristiques sont similaires à celles des entreprises bénéficiaires. La participation au régime d'aide n'étant pas aléatoire, la construction d'un groupe de comparaison à partir de méthodes statistiques est alors nécessaire. La méthodologie d'évaluation se fonde sur les méthodes d'appariement.

Dans ce cadre, deux hypothèses sont requises pour la validité des méthodes d'appariement :

- Un support commun (individus avec des caractéristiques similaires dans le groupe de traitement et de contrôle), ainsi chaque observation traitée peut être associée à au moins une observation non-traitée dans le groupe de contrôle ;
- L'absence de biais de sélection découlant des caractéristiques inobservables : les variables explicatives doivent permettre de caractériser entièrement l'appartenance au groupe de traitement.

Cette section présente la procédure d'appariement réalisée et les résultats qui en découlent.

### 3.3.1 Procédure d'appariement et choix méthodologiques

Le choix de la procédure d'appariement se fait en deux étapes :

- i. La première étape consiste à définir la distance entre deux entreprises, c'est-à-dire la mesure de la similarité entre deux entreprises. Dans le cas d'espèce, la distance utilisée est celle entre les **scores de propension** qui correspondent à la probabilité d'être traité étant donné les covariables observées.
- ii. La seconde étape consiste à choisir la méthode d'appariement. Dans le cas d'espèce, la méthode d'appariement utilisée est celle **par plus proche voisin**. Cette méthode consiste à sélectionner pour chaque entreprise  $i$  traitée, le (ci-après  $knn1$ ) ou les  $n$  (ci-après  $knn2$ ,  $knn3$ , ...) premières entreprises du groupe de contrôle ayant la plus petite distance avec elle.

L'appariement a été réalisé sur la base des caractéristiques des entreprises observées en 2018. Le choix de l'année 2018 s'explique par les contraintes suivantes :

- La méthode d'estimation : la mise en œuvre d'une méthode de doubles différences nécessite la réalisation de l'appariement avant le traitement. Par conséquent, dans le cas d'espèce, l'appariement doit se faire sur la base d'observations avant 2020.
- La nécessité d'avoir des caractéristiques observables les plus proches possible : les caractéristiques observables doivent être les plus récentes possible afin de s'assurer d'une bonne qualité d'appariement. Ainsi, les années 2016 et 2017 ont été exclues.
- L'effet COVID-19 : les entreprises ont pu être impactées par les marchés étrangers en 2019 (tout comme l'année 2020 qui a marqué le début de la pandémie en France). Afin de ne pas considérer une année qui a potentiellement pu être affectée par ce choc, l'année 2018 a été considérée comme étant la plus pertinente.

Le tableau ci-dessous récapitule les hypothèses d'appariement, y compris la liste des variables observées permettant de construire le score de propension.

**Tableau 18. Récapitulatif des hypothèses d'appariement**

Dimension	Choix méthodologique	
<b>Méthode</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Score de propension</li> <li>Modèle Logit pour estimer la probabilité d'être bénéficiaire sur la base des caractéristiques (variables) observables</li> </ul>	
<b>Algorithme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plus proche voisin (<i>knn1</i>) avec appariement exact sur le code APE et la catégorie d'entreprise</li> <li>3 plus proches voisins (<i>knn3</i>) avec appariement exact sur le code APE et la catégorie d'entreprise</li> </ul>	
<b>Caractéristiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Code APE</li> <li>Catégorie d'entreprise (GE, ETI, PME, MICRO)</li> <li>Chiffre d'affaires</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capital social</li> <li>Ratio emprunts/capitaux propres</li> <li>Effectif au 31/12</li> <li>Appartenance à un groupe (variable 0 1)</li> </ul>

Source : Deloitte Finance

Une fois l'appariement effectué et un groupe de comparaison déterminé, la qualité de cet appariement doit être vérifiée, en l'occurrence à partir de deux types de contrôles :

- **La comparaison de la densité des scores de propension et covariables avant et après l'appariement** permet de valider visuellement la qualité de ce dernier. Ainsi, avoir des densités davantage similaires après appariement est un indicateur de qualité.
  - Avec un score de propension de qualité, les différences significatives entre les groupes traité et témoin à la période initiale ne devraient plus subsister, et ce, pour chacune des variables utilisées dans la construction du score.
  - La distribution du score de propension permet de s'assurer que le support commun (zone de superposition des deux groupes sur l'ensemble des valeurs du score de propension) est suffisamment important pour qu'un maximum de bénéficiaires trouve un non-bénéficiaire ayant les mêmes caractéristiques initiales (similitude appréciée par le score de propension).
- **La comparaison des distributions des covariables** dans l'échantillon des individus traités et dans l'échantillon de contrôle en utilisant par exemple un test de différences de moyennes ou une différence de moyennes standardisées, pour vérifier que l'appariement a bien permis de réduire fortement les différences entre les groupes des individus traités et non traités.

## Focus sur l'appariement des grandes entreprises

*La filière aéronautique est caractérisée par une organisation pyramidale. Les avionneurs sont les grands donneurs d'ordre autour desquels gravitent les motoristes, les équipementiers et les partenaires sous-traitants de différents rangs (rang 1, rang 2, rang 3). Les acteurs positionnés dans le haut de la pyramide (constructeurs d'aéronefs, équipementiers de rang 1 et motoristes) sont majoritairement des grandes entreprises qui ont tous obtenu des aides dans le cadre du régime. En effet, ces grandes entreprises représentent une part très importante des bénéficiaires, à la fois en nombre (40 %) et en montant de l'aide perçue (80 %).*

*L'enjeu pour les grandes entreprises réside alors dans le fait de leur trouver des entreprises comparables au vu de leur positionnement sur la chaîne de valeur et des spécificités de la filière. Ce positionnement va souvent de pair avec une taille importante et des spécificités qui les rendent uniques sur la base des critères qui sont considérés comme cruciaux pour assurer la validité des comparaisons dans le cadre de la méthode des doubles différences.*

*L'appariement pour cette catégorie d'entreprise avec une entreprise non-bénéficiaire peut ainsi être complexe, particulièrement s'agissant des quatre gros intégrateurs de la filière (Airbus, Safran Aircraft Engines, Thales AVS et Dassault). En effet, la présence limitée de grands donneurs d'ordre en haut de la pyramide rend difficile la comparaison avec des acteurs de taille/rôle semblable. Ainsi, la Commission européenne a validé la mise en œuvre d'une évaluation économétrique basée sur le seul périmètre des PME/ETI, ainsi qu'une évaluation ad hoc qui devra également permettre d'inclure les grandes entreprises au regard de leurs spécificités.*

*Compte tenu de ces éléments, notre choix méthodologique consiste dans un premier temps à inclure, dans le périmètre d'analyse, les PME, les ETI et les grandes entreprises pour lesquelles il a été possible de trouver des entreprises comparables lors de l'étape de l'appariement. La mise en œuvre de la méthodologie des doubles différences considérera également ce périmètre ainsi que des tests de robustesse consistant à ne se limiter que sur le seul périmètre des PME et ETI (et microentreprises).*

### 3.3.2 Résultats de l'appariement

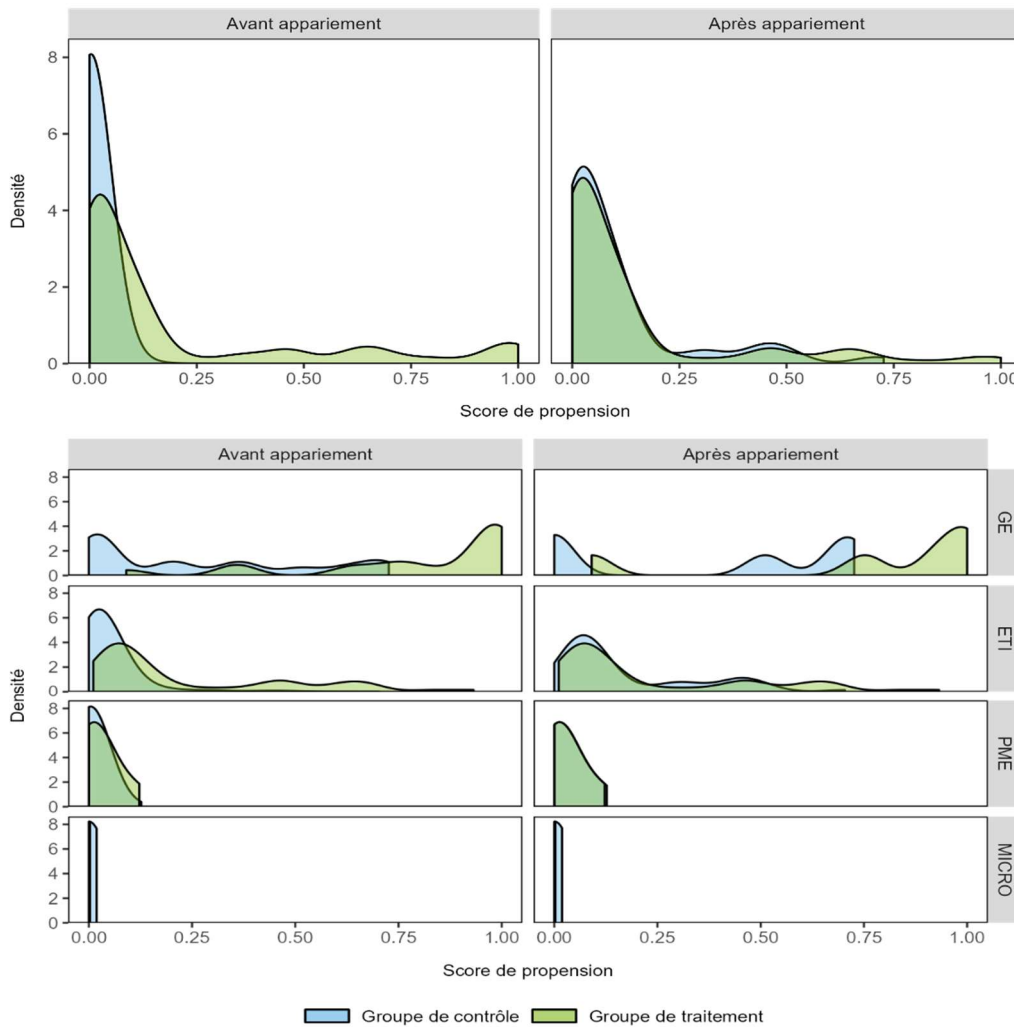
Les résultats de l'appariement pour l'algorithme *knn1* sont présentés ci-dessous. Les résultats concernant l'algorithme *knn3* sont détaillés dans l'Annexe 2.

La mise en œuvre de l'appariement par score de propension a été réalisée sur la base de données de non-bénéficiaires potentiels, constituée de près de 24 500 entreprises candidates pour 155 bénéficiaires.

**Cette méthode d'appariement n'a pas permis de trouver de comparable pour 14 entreprises bénéficiaires, qui sont toutes des grandes entreprises. Ce résultat, anticipé du fait de la spécificité des grandes entreprises bénéficiaires, conforte le choix du plan d'évaluation, qui consiste à utiliser prioritairement l'analyse économétrique pour les PME/ETI, et à doubler l'analyse économétrique d'une approche par la théorie du changement, pour les grandes entreprises notamment.**

Concernant le reste des entreprises, i.e. les 141 entreprises pour lesquelles un comparable a été trouvé, la comparaison des densités des scores de propension et covariables avant et après appariement tend à confirmer l'hypothèse de support commun et la qualité de l'appariement. La figure ci-dessous montre en effet que les scores de propension après appariement sont davantage similaires entre les deux groupes.

**Figure 16. Comparaison des scores de propension avant et après appariement entre bénéficiaires et non bénéficiaires (haut : toutes catégories d'entreprise ; bas : par catégorie d'entreprise)**

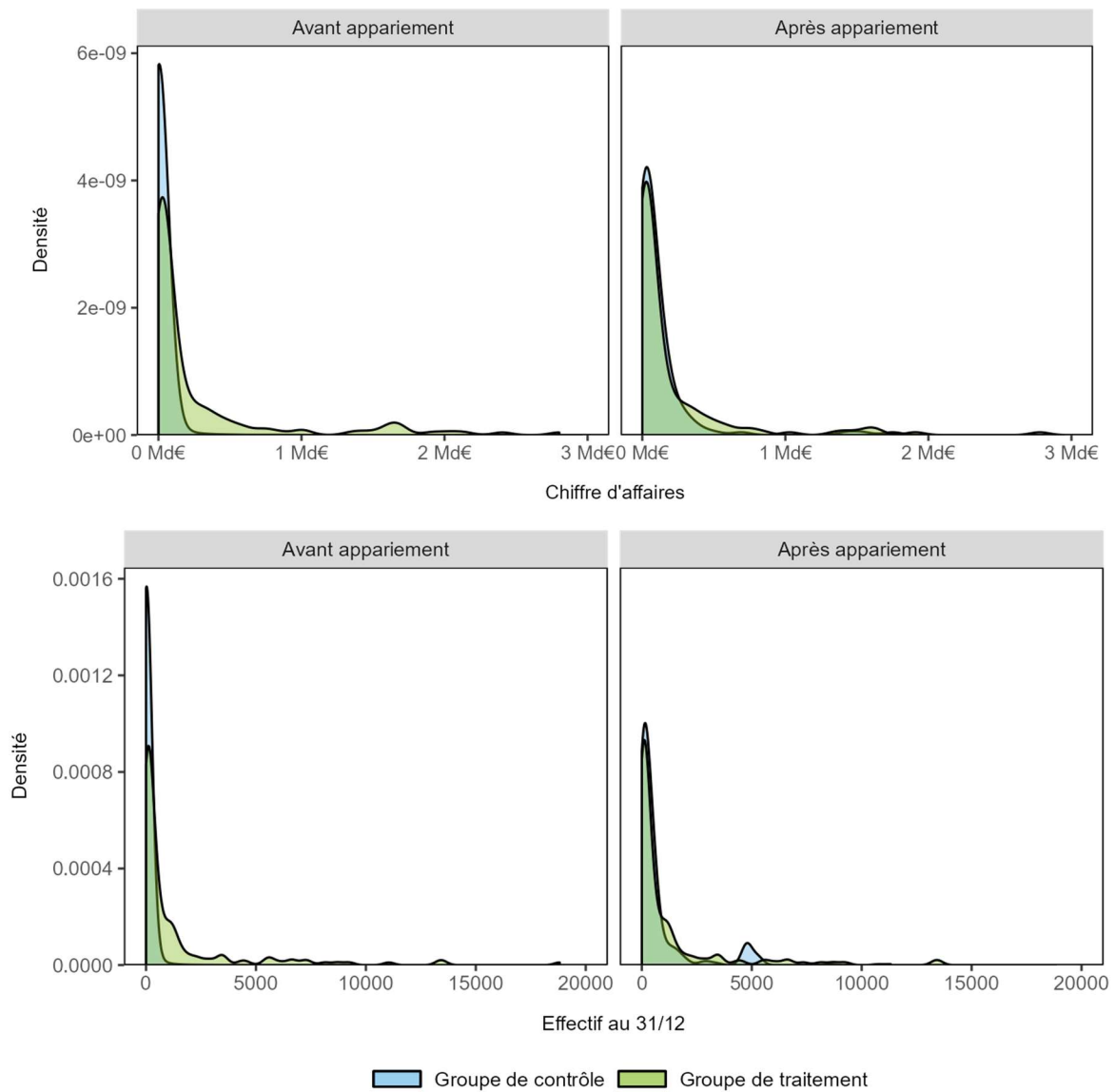


Source : Données BIC-IS, BTS-Poste, FARE, JEI, REP\_COVID RG, Analyse Deloitte Finance

En distinguant la comparaison par catégorie d'entreprise, il ressort assez nettement que l'hypothèse de support commun est validée pour les ETI, PME et Microentreprises, mais pas pour les grandes entreprises. Ce résultat conforte encore une fois le choix du plan d'évaluation, qui consiste à utiliser prioritairement l'analyse économétrique pour les PME/ETI.

En plus de la comparaison des scores de propension entre les deux groupes, avant et après appariement, les caractéristiques observables ayant permis de définir le groupe de comparaison sont comparées entre les deux groupes. Les résultats issus de ces comparaisons sont satisfaisants puisqu'ils permettent de conclure visuellement que l'appariement permet d'équilibrer la distribution du chiffre d'affaires et de l'effectif total, comme le montrent les Figures ci-après.

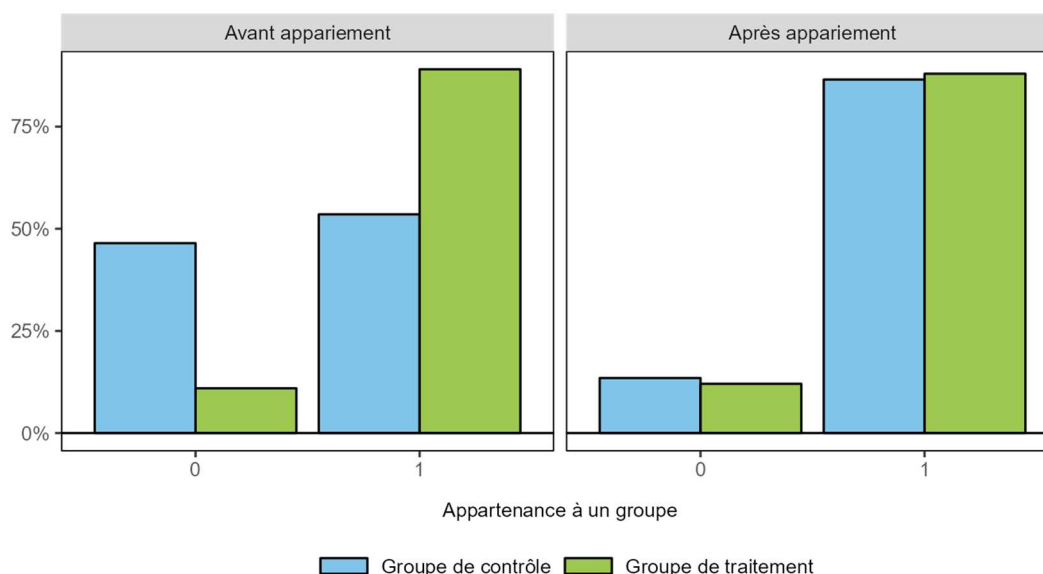
**Figure 17. Comparaison du chiffre d'affaires et de l'effectif au 31/12 avant et après appariement entre bénéficiaires et non bénéficiaires (haut : chiffre d'affaires ; bas : effectif au 31/12)**



Source : Données BTS et FARE, Analyse Deloitte Finance

La distribution de la variable « appartenance à un groupe » est également plus équilibrée entre les deux groupes après appariement.

**Figure 18. Comparaison la répartition des entreprises selon l'appartenance à un groupe, avant et après appariement entre bénéficiaires et non bénéficiaires**



Source : Données FARE, Analyse Deloitte Finance

Par ailleurs, des tests de différence de tendance centrale (équivalents à des tests de différence de moyenne) ont été menés pour comparer le groupe des bénéficiaires et le groupe de comparaison composé de non-bénéficiaires sur les variables quantitatives ayant permis de définir le groupe de comparaison. Ces derniers démontrent qu'il n'y a pas de différence (en termes de tendance centrale) entre les deux groupes : les p-values sont toutes supérieures à 5 %.

**Tableau 19. Résultat des tests de différence de tendance centrale (tests de Wilcoxon)<sup>90</sup>**

Variable	Taille du groupe 1 Non bénéficiaires	Taille du groupe 2 Bénéficiaires	Statistique	P-value
Chiffre d'affaires	141	141	9206	0,284
Effectif au 31/12	141	141	9159	0,254
Capital social	141	141	9419	0,447
Ratio Emprunts/Capitaux propres	141	141	8701	0,0703

Source : Analyse Deloitte Finance

Ces résultats confortent la conclusion selon laquelle aucune différence significative entre le groupe de bénéficiaires et le groupe de comparaison n'est observée sur les caractéristiques retenues. L'appariement respecte donc à la fois l'hypothèse de support commun et celle d'absence de biais de sélection.

<sup>90</sup> Des tests de Wilcoxon ont été réalisés et non pas des tests de Student (tests de différence de moyenne) car la distribution des variables ne suit pas une loi normale. Pour le test de Wilcoxon, l'hypothèse nulle correspond au cas où il n'y a pas de différence (en termes de tendance centrale) entre les deux groupes de la population. Ainsi, une P-Value supérieure à 0,05 conduit à ne pas rejeter l'hypothèse nulle et donc à considérer qu'il n'y a pas de différence (en termes de tendance centrale) entre les deux groupes de la population.

L'ensemble des résultats présentés confirme ainsi la réussite de l'appariement mis en œuvre, i.e. par score de propension et selon l'algorithme du plus proche voisin (*knn1*). Les résultats de l'appariement selon l'algorithme des trois plus proches voisins (*knn3*) sont présentés dans l'Annexe 2. Ces derniers sont moins concluants, notamment au niveau des tests de différence de tendance centrale qui montrent la présence de différences significatives entre les variables observées.

L'emploi R&D des entreprises bénéficiaires peut ainsi être comparé avec celui des non-bénéficiaires résultant de l'appariement et ce, en mettant en place la méthodologie des doubles différences. Les deux sections suivantes présentent ainsi les statistiques descriptives des entreprises de l'échantillon (section 3.4), puis les résultats de l'analyse économétrique par la méthode des doubles différences (section 3.5).

## 3.4. Analyse des statistiques descriptives après appariement

Comme expliqué à la section précédente, l'appariement a pour objectif de créer un groupe de comparaison composé de non-bénéficiaires qui est comparable au groupe des bénéficiaires. Cette étape d'appariement est essentielle pour s'assurer de la validité de la mise en œuvre de la méthode des doubles différences.

Les statistiques descriptives après appariement, sont présentées ci-après. L'analyse des évolutions de la variable de résultat est présentée en section 3.4.1 et celle des caractéristiques observables du groupe des bénéficiaires et du groupe de comparaison en section 3.4.2.

### 3.4.1 Analyse de la variable de résultat : l'emploi R&D

**Avant la mise en place du régime**, soit entre 2016 et 2019, les évolutions de l'effectif R&D moyen sont similaires entre le groupe des bénéficiaires et le groupe de comparaison composé de non-bénéficiaires (cf. Figure 19), notamment pour les PME et ETI.

Dans le cadre de l'implémentation d'un modèle de doubles différences, cette similarité entre le groupe des bénéficiaires et le groupe de comparaison avant la mise en place du régime est un élément essentiel qui conforte la validité de l'hypothèse centrale du modèle (l'hypothèse de tendances parallèles). Cette hypothèse et la vérification de sa validité sont discutées en détail à la section 3.5.2.1.2.

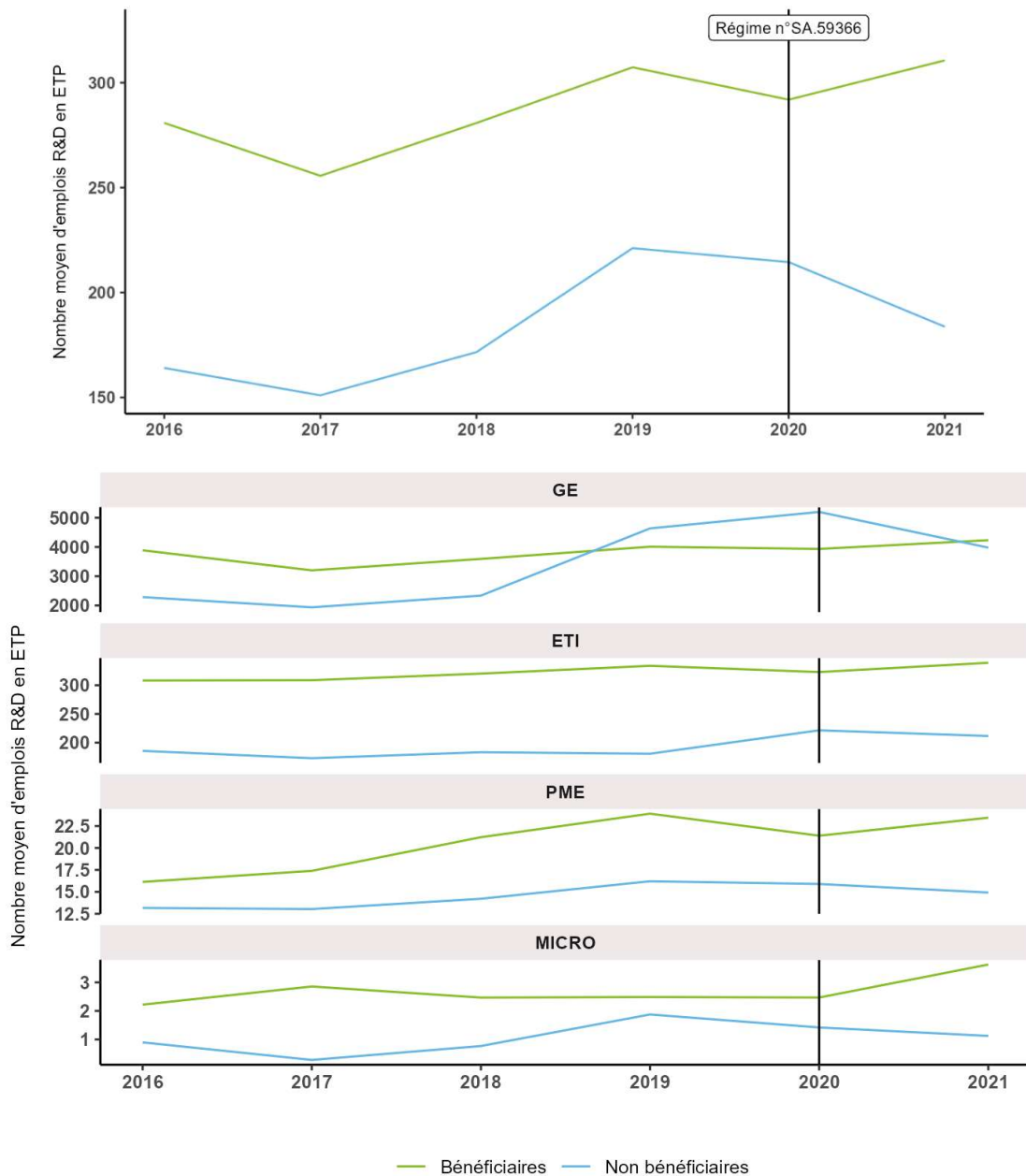
**Après la mise en place du régime**, intervenue en novembre 2020, on constate une évolution de l'effectif R&D moyen différente entre les deux groupes avec :

- Une hausse de l'effectif R&D en ETP moyen chez les bénéficiaires ;
- Une baisse dans le groupe de comparaison composé de non-bénéficiaires, notamment pour les ETI, les PME et les Microentreprises (cf. Figure 19).

Cette différence d'évolution pourrait être attribuée à un effet positif du régime d'aides sur l'emploi R&D, permettant de conclure ainsi à l'additionnalité de l'input. Toutefois, cet effet pourrait être attribuable à d'autres caractéristiques observables. La mise en œuvre de l'analyse économétrique (cf. section 3.5) permettra de vérifier quantitativement ce résultat.



**Figure 19. Evolution du nombre moyen d'emplois R&D en ETP entre 2016 et 2021 pour les bénéficiaires et non-bénéficiaires du régime d'aides (haut : toutes entreprises ; bas : par catégorie d'entreprise)**



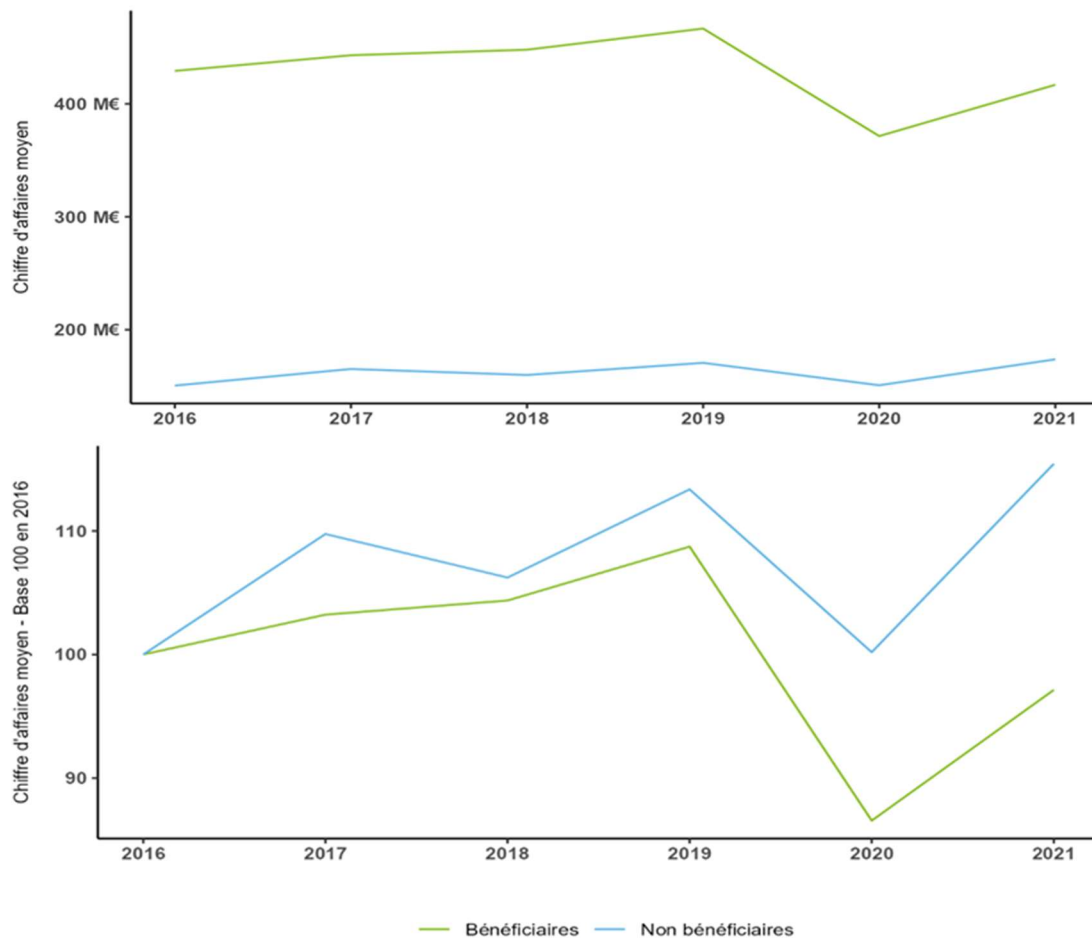
Source : Données BTS, Analyse Deloitte Finance

### 3.4.2 Analyse des caractéristiques observables du groupe des bénéficiaires et du groupe de comparaison

#### 3.4.2.1 En termes de chiffre d'affaires, d'effectif et d'appartenance à un groupe

Les entreprises bénéficiaires ont en moyenne sur la période 2016-2021, un chiffre d'affaires supérieur à celui des entreprises du groupe de comparaison. Toutefois, les entreprises non-bénéficiaires ont des évolutions plus marquées, avec une baisse moins marquée en 2020 et une reprise plus marquée en 2021.

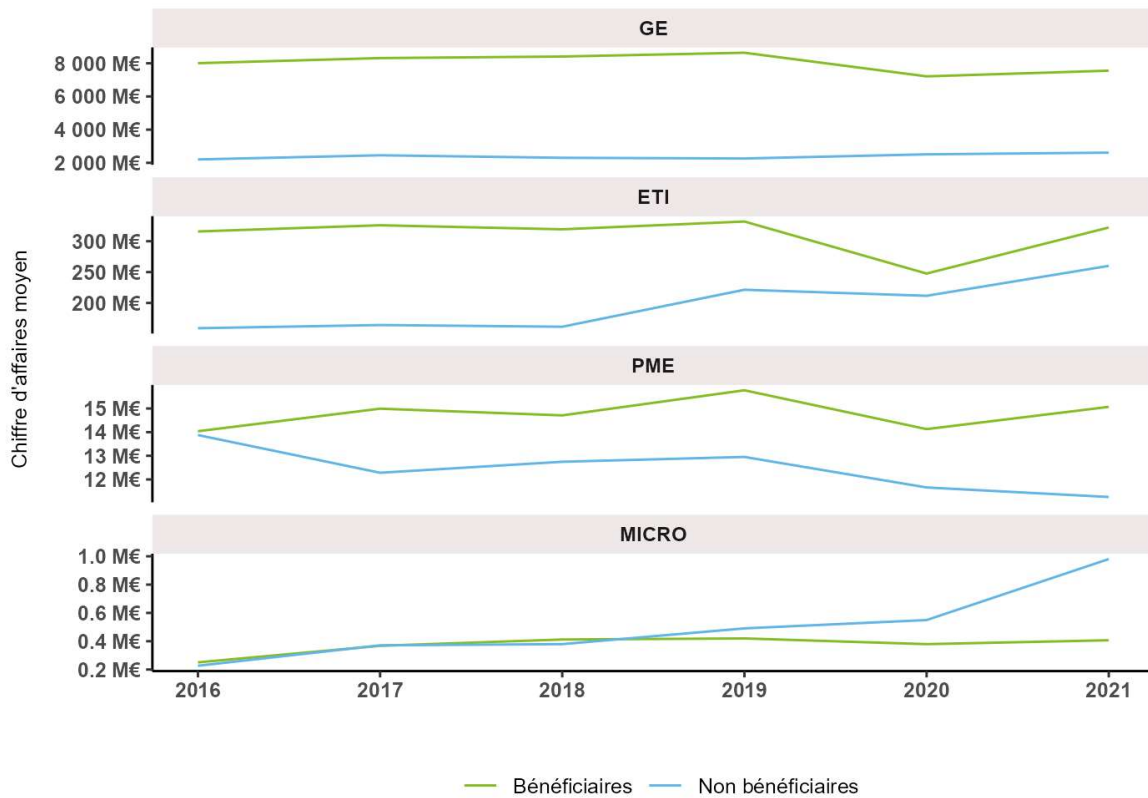
**Figure 20. Evolution du chiffre d'affaires moyen en valeur et en base 100 en 2016 entre 2016 et 2021 pour les bénéficiaires et non-bénéficiaires du régime d'aides**



Source : Données FARE et BIC-IS, Analyse Deloitte Finance

Les différences observées sur le niveau de chiffre d'affaires entre bénéficiaires et non-bénéficiaires peuvent s'expliquer principalement par le niveau de chiffre d'affaires des grandes entreprises (les grandes entreprises bénéficiaires ont un chiffre d'affaires qui varie entre 6 et 8 Mrds €, contre 2 Mrds € pour les grandes entreprises non-bénéficiaires), et dans une moindre mesure, par les écarts de chiffres d'affaires entre les PME et entre les ETI.

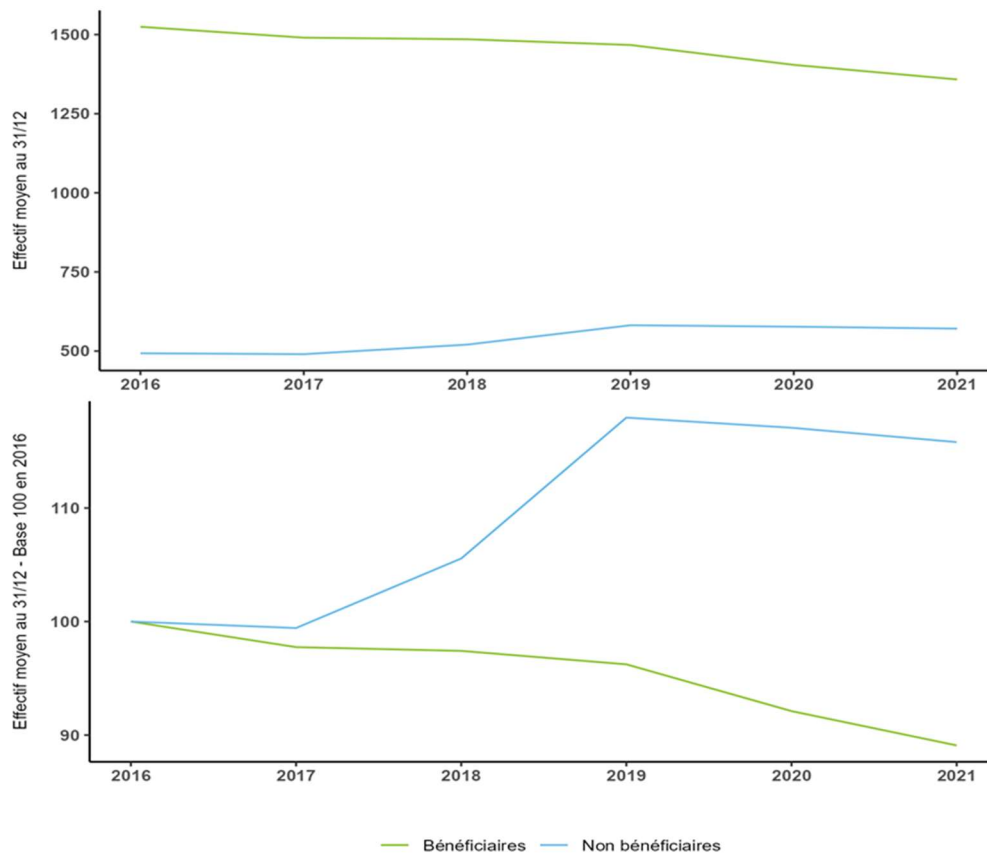
**Figure 21. Evolution du chiffre d'affaires moyen entre 2016 et 2021 par catégorie d'entreprise pour les bénéficiaires et non-bénéficiaires du régime d'aides**



Source : Données FARE et BIC-IS, Analyse Deloitte Finance

Les entreprises bénéficiaires ont en moyenne un plus grand nombre d'employés que les entreprises du groupe de comparaison. Toutefois, par rapport à leurs effectifs 2016, les entreprises non-bénéficiaires observent une hausse de leurs effectifs entre 2017 et 2019 alors que les entreprises bénéficiaires observent une baisse.

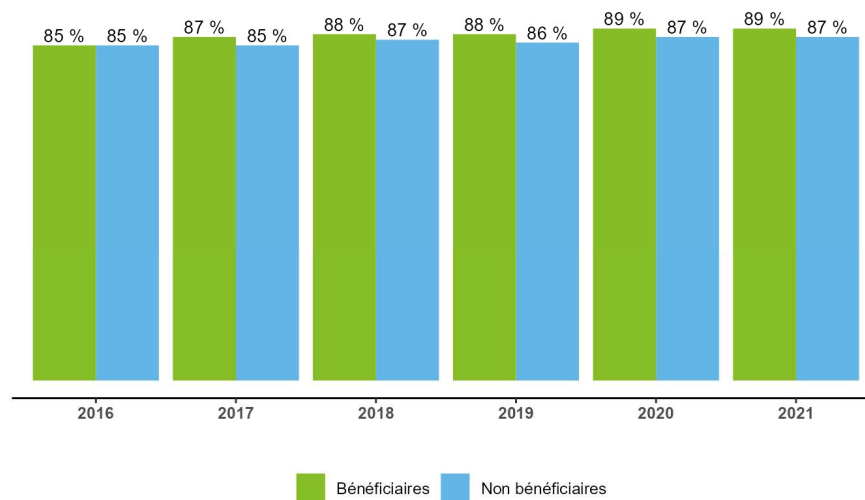
**Figure 22. Evolution sur la période 2016 et 2021 de l'effectif moyen au 31/12, en valeur et en base 100 (2016), pour les bénéficiaires et non-bénéficiaires du régime d'aides**



Source : Données BTS, Analyse Deloitte Finance

L'appartenance à un groupe est assez similaire entre les entreprises bénéficiaires et les entreprises du groupe de comparaison.

**Figure 23. Evolution de la part d'entreprises appartenant à un groupe entre 2016 et 2021 pour les bénéficiaires et non-bénéficiaires du régime d'aides**



Source : Données FARE, Analyse Deloitte Finance

### 3.4.2.2 En termes d'impact de la crise du COVID-19

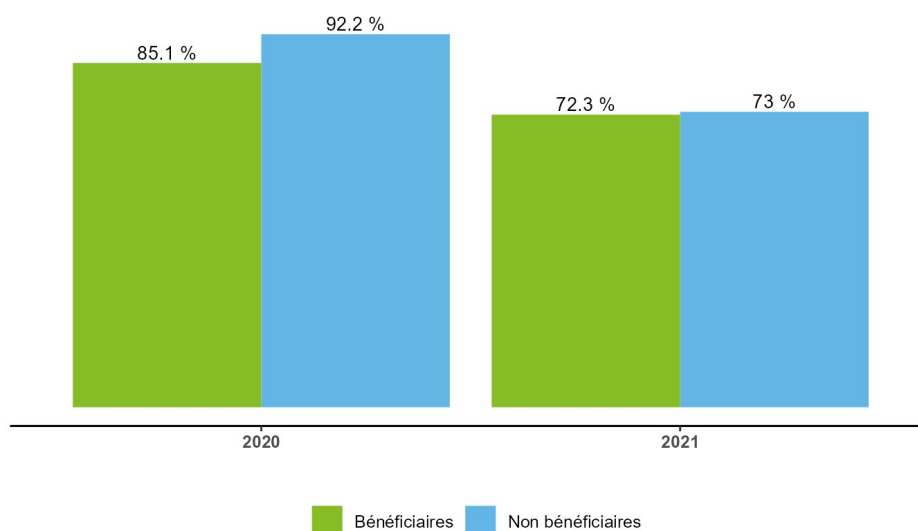
Dans les données à disposition pour mener l'analyse, deux variables peuvent approximer l'impact de la crise du COVID-19 sur les entreprises :

- Le fait d'avoir bénéficié de l'activité partielle en 2020 et 2021 ;
- Le fait d'avoir eu recours au report de cotisations employeur en 2020.

En ce qui concerne l'activité partielle, les entreprises ont eu plus recours à l'activité partielle en 2020 qu'en 2021.

La part d'entreprises ayant bénéficié de l'activité partielle est similaire entre le groupe des entreprises bénéficiaires et le groupe de comparaison en 2021. En 2020, les entreprises du groupe de comparaison ont eu un peu plus recours à l'activité partielle (92 % contre 85 % pour les bénéficiaires).

**Figure 24. Evolution de la part d'entreprises ayant bénéficié de l'activité partielle en 2020 et 2021 pour les bénéficiaires et non-bénéficiaires du régime d'aides**



Source : Données BTS, Analyse Deloitte Finance

En ce qui concerne le recours au report de cotisations employeur, il ressort que la majorité des entreprises, qu'elles soient bénéficiaires ou non, en a bénéficié puisque 95 % des bénéficiaires et 92 % des non-bénéficiaires ont eu recours au report de cotisations employeur en 2020. Au sein des catégories d'entreprises, il existe toutefois une différence chez les grandes entreprises, puisque 100 % des bénéficiaires de cette catégorie ont bénéficié de reports de cotisations, contre 67 % chez les non-bénéficiaires.

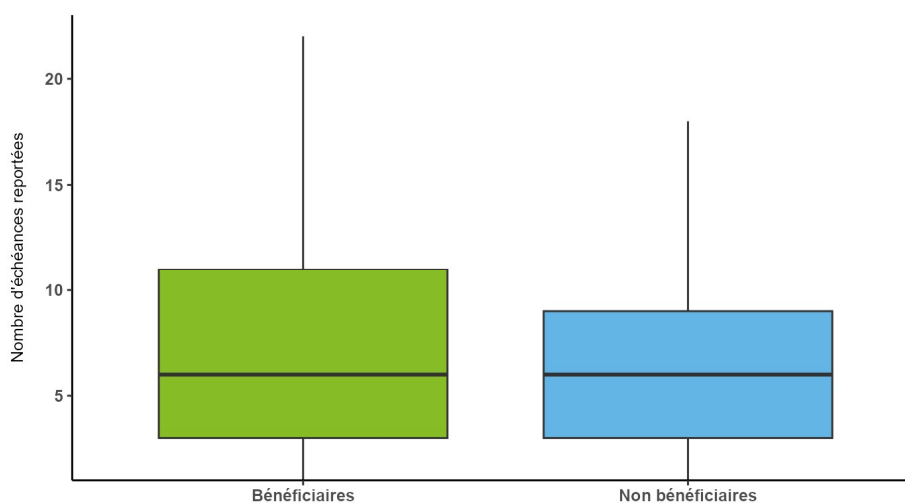
**Tableau 20. Part d'entreprises ayant eu recours au report de cotisations employeur en 2020 pour les bénéficiaires et non-bénéficiaires du régime d'aides**

	Bénéficiaires	Non bénéficiaires
GE	100 %	67 %
ETI	98 %	95 %
PME	93 %	92 %
MICRO	83 %	83 %
Toutes catégories d'entreprises	95 %	92 %

Source : Données REP COVID, Analyse Deloitte Finance

Le nombre d'échéances reportées permet de mesurer l'intensité du recours au report de cotisations employeur. Il ressort que le nombre d'échéances reportées est assez proche entre les deux groupes (11,2 en moyenne pour le groupe des bénéficiaires et 11,7 pour le groupe de comparaison et 6 en médiane pour les deux groupes).

**Figure 25. Distribution du nombre d'échéances reportées lorsqu'une entreprise a recours au report de cotisations employeur en 2020 pour les bénéficiaires et non-bénéficiaires du régime d'aides**



Source : Données REP COVID, Analyse Deloitte Finance

### 3.4.2.3 En termes d'autres aides à la R&D perçues

La seule autre aide à la R&D pour laquelle les données sont disponibles via le CASD sont les exonérations en faveur des Jeunes Entreprises Innovantes (JEI).

Peu d'entreprises ont bénéficié d'exonérations en faveur des JEI entre 2016 et 2021 (4 % en moyenne pour le groupe des bénéficiaires et 1 % pour le groupe de comparaison). Les bénéficiaires du régime ont tout de même légèrement plus bénéficié de cette exonération que les non-bénéficiaires du groupe de comparaison.

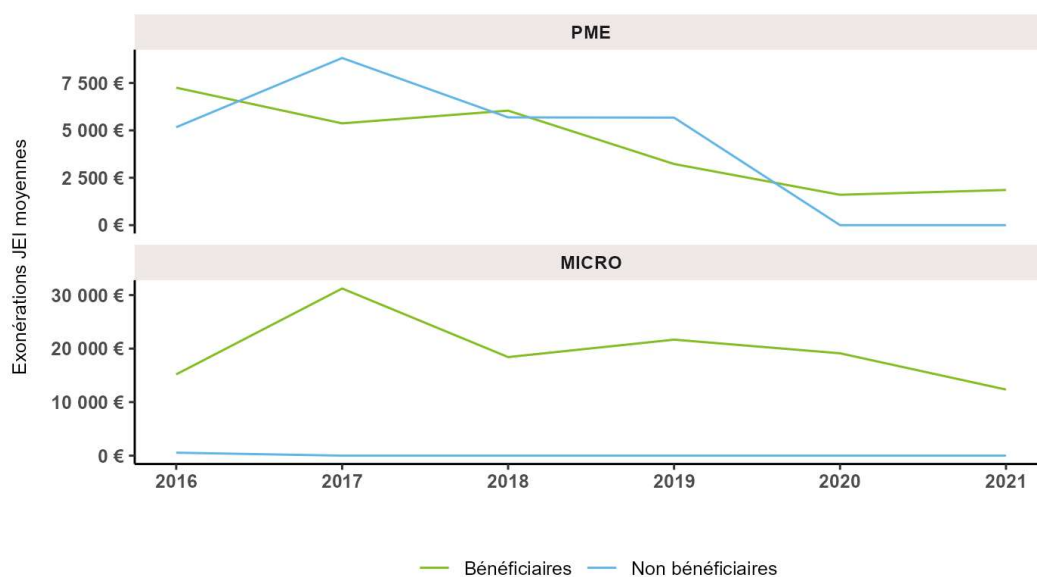
**Tableau 21. Part d'entreprises bénéficiant de l'exonération en faveur des JEI entre 2016 et 2021 pour les bénéficiaires et non-bénéficiaires du régime d'aides**

	Bénéficiaires	Non bénéficiaires
2016	5,67%	2,13%
2017	5,67%	2,84%
2018	4,96%	1,42%
2019	4,26%	0,71%
2020	2,84%	0%
2021	2,13%	0%

Source : Données JEI, Analyse Deloitte Finance

Les exonérations en faveur des JEI ne sont perçues que par des PME et des Microentreprises et les entreprises du groupe de bénéficiaires et du groupe de comparaison bénéficient de moins au moins au fil du temps de ces exonérations. Par conséquent, en moyenne, leur montant était plus important entre 2016 et 2018 qu'entre 2019 et 2021.

**Figure 26. Evolution du montant moyen d'exonérations en faveur des JEI entre 2016 et 2021 pour les bénéficiaires et non-bénéficiaires du régime d'aides**



Source : Données JEI, Analyse Deloitte Finance

En conclusion de cette section, les résultats de l'appariement et l'analyse des statistiques descriptives qui en résultent permettent ainsi de confirmer la bonne réussite de la procédure d'appariement, ainsi que la vérification :

- De l'hypothèse de support commun entre les deux groupes ;
- De l'hypothèse d'absence de biais entre les deux groupes ;
- De la présence de tendances parallèles sur la période en amont du régime.

En sus, l'observation des évolutions, entre les périodes avant et après le début du régime, du volume d'emploi R&D (ETP) permet de mettre en lumière des évolutions différenciées entre les deux groupes après la mise en place du régime n°SA.59366 : alors que le groupe des non bénéficiaires observe une baisse du volume d'emploi R&D (ETP), le groupe des bénéficiaires observe une hausse de cette variable de résultat, en particulier s'agissant des PME et des ETI bénéficiaires.

Ce résultat intermédiaire tend à supposer un effet positif sur l'emploi R&D (ETP) attribuable au régime d'aides. Toutefois, cet effet pourrait également être attribuable à d'autres caractéristiques observables qui ont pu influencer la variable d'intérêt. La mise en œuvre de l'analyse économétrique à la section ci-dessous a pour objectif de vérifier ce résultat de façon quantitative.

## 3.5. Présentation des résultats de l'analyse économétrique fondée sur la méthode des doubles différences

### 3.5.1 Présentation du modèle utilisé

#### 3.5.1.1 Discussion relative au type de modèles de double différence à utiliser

Le régime exempté de notification n°SA.59366 relatif aux aides à la recherche et développement pour la décarbonation, la compétitivité et la sécurité du transport aérien débute en novembre 2020 et prendra fin en décembre 2023, sauf autorisation de prolongation de la Commission européenne.

Du fait de la multiplicité des projets accompagnés par le régime d'aide, de la multiplicité des entreprises participant à chaque projet et des temps d'instruction différents, les bénéficiaires du régime ne perçoivent pas tous l'aide au même moment, mais à une date différente comprise entre novembre 2020 et décembre 2023.

Dans ce cadre, l'estimation de l'effet du régime d'aide par une double différence classique peut être biaisée dans le cas où l'effet du régime serait hétérogène (i.e. l'effet est différent pour chaque bénéficiaire). Des développements récents de la littérature proposent des estimateurs de doubles différences robustes aux biais pouvant être générés dans le cas d'effets hétérogènes qu'il serait préférable d'utiliser dans le cas d'espèce, sous réserve de recul temporel et de disponibilité suffisante des données. Le rapport intermédiaire a en particulier noté l'intérêt d'utiliser l'estimateur développé par Clément de Chaisemartin et Xavier D'Haultfoeuille<sup>91</sup> (cf. Annexe 1).

Mais ce modèle ne peut être utilisé au stade de cette première évaluation du régime, dans un contexte de faible recul temporel et donc de disponibilité limitée des données. En effet, les données disponibles pour observer la variable de résultat (l'emploi R&D) ont un **niveau de granularité annuel**, alors que les premières aides du régime ont été notifiées en novembre 2020. Dans ce contexte, considérer l'année 2020 comme étant l'année de début du traitement est nécessairement biaisé, en attribuant au régime des effets qui n'en résultent pas, puisque le niveau en 2020 de la variable observée reposerait aux trois quarts (10 mois sur 12) sur une période antérieure au régime. Ce risque de biais est accentué par deux considérations complémentaires :

---

<sup>91</sup> Leur méthode consiste à calculer un estimateur de doubles différences pour chaque paire de périodes  $t-1$  et  $t$  et pour chaque valeur du traitement  $d$  (dans le cas d'espèce, 0 ou 1 car le traitement est une variable dichotomique) qui compare l'évolution du résultat parmi les "switchers" (groupe d'individus dont le traitement change de  $d$  à une autre valeur entre  $t-1$  et  $t$ ) à l'évolution du résultat du groupe de contrôle composé d'individus dont le traitement reste égal à  $d$  en  $t-1$  et  $t$ . Finalement, l'estimateur est égal à la moyenne de ces doubles différences sur toutes les paires de périodes consécutives et sur toutes les valeurs du traitement.



- Le mois de novembre 2020 a été la date des premières notifications de l’octroi de l’aide. Or la perception réelle de l’aide intervient plus tardivement (sur décaissement, après présentation des factures) ;
- L’année 2020 étant marquée par la crise du COVID-19, les évolutions observées entre janvier et novembre ont pu être fortement impactées par cet élément extérieur.

Dans ce cadre, il est préférable de considérer que l’année de début du traitement est 2021, y compris pour les bénéficiaires dont la date de notification est intervenue dans les deux derniers mois de l’année 2020. Or, les données disponibles pour observer la variable de résultat (l’emploi R&D) et les variables explicatives ont une couverture temporelle allant de 2016 à 2021 et qui n’inclut donc que l’année 2021 comme année de traitement.

Ainsi, à date, le traitement n’étant observé dans les données qu’en 2021, l’implémentation d’un modèle de doubles différences robuste aux effets hétérogènes n’est pas pertinente. En effet, tous les bénéficiaires observés dans les données sont considérés comme commençant à bénéficier du régime d’aides en 2021 et ne sont observés qu’en 2021, l’estimation par doubles différences classique n’est donc pas susceptible d’être biaisée en cas d’effets hétérogènes. Dans ce cadre, l’utilisation d’un modèle de doubles différences classique est sans biais et doit être privilégié.

A titre de variante, une spécification dans laquelle les bénéficiaires dont l’aide a été notifiée entre novembre et décembre 2020 sont inclus à la fois en 2020 et en 2021, est testée<sup>92</sup>. Ces derniers sont alors considérés comme ayant bénéficié du régime en 2020. Modulo le biais expliqué concernant l’intégration des 10 premiers mois pré-traitement dans la mesure de l’effet du traitement, la méthode utilisée est alors celle des estimateurs de doubles différences robustes aux effets hétérogènes associés à plusieurs dates de traitement.

La méthode d’estimation robuste aux effets hétérogènes pourrait être implémentée de manière satisfaisante lors de l’évaluation ex-post du régime, lorsque les données 2022 et 2023 seront disponibles, en distinguant les entreprises dont le traitement a débuté en 2021, 2022 ou 2023.

### 3.5.1.2 Présentation du modèle principal estimé et des variables de contrôle

Le modèle estimé est un modèle de **doubles différences classique avec effets fixes individuels et temporels** (*Two Way Fixed Effects*) en considérant que les entreprises sont toutes bénéficiaires à partir de 2021, année qui correspond également à la dernière année observée dans les données. Le modèle estimé prend ainsi la forme suivante :

$$Y_{it} = \alpha_i + \gamma_t + \beta^{TWFE} D_{it} + \delta X_{it} + \varepsilon_{it}$$

où :

- $Y_{it}$  correspond à la variable de résultat (indicateur de performance d’intérêt) pour une entreprise  $i$  observée à l’année  $t$  ;
- $\alpha_i$  correspond à un effet fixe individuel. Il s’agit de variables indicatrices identifiant chaque entreprise dans la base de données ;
- $\gamma_t$  correspond à un effet fixe temporel. Il s’agit de variables indicatrices identifiant l’année ;
- $D_{it}$  correspond à la variable de traitement. Il s’agit d’une variable dichotomique (0|1) identifiant les bénéficiaires de l’aide à partir de l’année à laquelle ils bénéficient de l’aide (2021 dans ce cas) ;
- $X_{it}$  correspond à l’ensemble des variables de contrôle sélectionnées ;
- $\varepsilon_{it}$  correspond au terme d’erreur dont la distribution suit une loi normale de moyenne nulle.

<sup>92</sup> Il s’agit des bénéficiaires qui perçoivent l’aide à partir de novembre 2020, mais qui, dans la spécification précédente, n’étaient considérés comme traités qu’en 2021. Dans cette spécification, ces bénéficiaires sont considérés comme traités à la fois en 2020 et en 2021.

Les principaux paramètres d'intérêt estimés par ce modèle sont :

- $\beta^{TWFE}$  qui correspond à l'impact de l'aide sur la variable de résultat pour les bénéficiaires, par rapport au groupe de comparaison ;
- $\delta$  qui correspond aux effets associés aux variables de contrôle et expliquant la variable de résultat.

La variable de résultat qui est étudiée dans le cas d'espèce est le logarithme du volume d'emplois R&D en ETP, i.e. :

$$Y_{it} = \log (\text{Emploi R\&D en ETP}_{it})$$

Dans ce cadre, le paramètre qui mesure l'impact de l'aide ( $\beta^{TWFE}$ ), lorsqu'il est multiplié par 100, **approxime** le pourcentage de changement de la variable de résultat pour le groupe des bénéficiaires par rapport au groupe de contrôle. Plus formellement, le coefficient doit être transformé comme suit pour obtenir le pourcentage **précis** de changement de la variable de résultat pour le groupe des bénéficiaires par rapport au groupe de contrôle :  $(e^{\beta^{TWFE}} - 1) * 100$ .

Pour s'assurer de la validité de l'effet mesuré, il convient de contrôler l'estimation par des facteurs ou chocs qui pourraient impacter différemment le groupe des bénéficiaires et le groupe de comparaison, en dehors du régime. Il est notamment nécessaire de contrôler pour l'impact de la crise du COVID-19 et pour les autres aides R&D éventuellement perçues par les entreprises. Le modèle inclut également les caractéristiques des entreprises comme variables de contrôle.

Ainsi, les variables de contrôle intégrées dans le modèle sont les suivantes :

- **Pour contrôler pour l'impact de la crise du COVID-19 :**
  - o Le recours à l'activité partielle en 2020 et/ou 2021 (variable dichotomique 0|1), OU
  - o Le nombre d'échéances reportées lorsqu'une entreprise a eu recours au report de cotisations employeur en 2020.

Dans ce cadre, deux spécifications sont ainsi testées : une première incluant le recours à l'activité partielle et une autre incluant le nombre d'échéances reportées.

- **Pour contrôler pour les autres aides R&D perçues par les entreprises :**
  - o Le montant des exonérations en faveur des JEI.
- **Pour contrôler pour les évolutions de caractéristiques des entreprises :**
  - o La catégorie d'entreprise (GE, ETI, PME, MICRO) ;
  - o L'appartenance à un groupe (variable dichotomique 0|1).

Comme expliqué à la section 3.3, la méthode d'appariement la plus robuste est celle du plus proche voisin (*knn1*). Le modèle (principal) a donc été estimé sur la base de l'échantillon constitué à partir de cette méthode d'appariement. L'estimation sur la base de l'échantillon constitué à partir de la méthode d'appariement des trois plus proches voisins (*knn3*) est toutefois réalisée et présentée en test de robustesse (cf. section 3.5.2.2).

Par ailleurs, l'appariement ayant démontré des difficultés à trouver un comparable pour certaines grandes entreprises bénéficiaires, l'estimation est réalisée dans un premier temps en intégrant les grandes entreprises et dans un second temps en les retirant de l'échantillon, afin de tester la robustesse du paramètre d'impact estimé.

Un autre test de robustesse a été réalisé au niveau des variables de contrôle :

- Une première spécification est testée sans variables de contrôle (*modèle V0*) ;
- Une seconde spécification avec variables de contrôle est testée en intégrant le recours à l'activité partielle pour contrôler l'impact de la crise du COVID-19 (*modèle V1*) ;
- Une troisième spécification avec variables de contrôle est testée en intégrant le nombre d'échéances reportées lorsque l'entreprise a eu recours au report de cotisations employeur pour contrôler l'impact de la crise du COVID-19 (*modèle V2*).

Ainsi, trois tests de robustesse ont été réalisés, en plus de l'estimation effectuée dans le cadre du modèle principal. Les résultats de ces estimations sont présentés dans les sections ci-après.

## 3.5.2 L'évaluation économétrique démontre que l'aide a eu des effets significatifs sur l'emploi R&D des bénéficiaires

### 3.5.2.1 Résultats du modèle principal

#### 3.5.2.1.1 Résultats des estimations

L'analyse économétrique permet de conclure à un effet positif et significatif du régime d'aides n° SA.59366 sur l'emploi R&D des bénéficiaires. Comme le résume le tableau ci-dessous, il ressort des estimations des modèles incluant les variables de contrôle que **les bénéficiaires de l'aide ont en 2021 un effectif R&D en ETP supérieur de 15 % à celui des entreprises du groupe de contrôle qui n'ont pas bénéficié de l'aide.**

**Tableau 22. Synthèse des résultats de la spécification principale (*knn1*)**

Modèle	Méthode d'appariement	Spécification	Echantillon	Coefficient associé à la variable de traitement ( $\beta^{TWFE}$ )	Effet du traitement ( $e^{\beta^{TWFE}} - 1$ )	P-Value associée au coefficient $\beta^{TWFE}$
TWFE	<i>knn1</i>	Sans variables de contrôle (modèle V0)	Complet	0.150**	0.162**	0.0198
			Sans les GE	0.149**	0.161**	0.0243
		Avec variables de contrôle (modèle V1)	Complet	0.138**	0.148**	0.028
			Sans les GE	0.139**	0.149**	0.0311
		Avec variables de contrôle (modèle V2)	Complet	0.138**	0.148**	0.03
			Sans les GE	0.138**	0.148**	0.0337

Note:

\*p<0.1; \*\*p<0.05; \*\*\*p<0.01

Toutes les spécifications sont estimées avec un effet fixe individuel (entreprise) et temporel (année).

Les écarts-types calculés dans toutes les spécifications sont des écarts-types robustes clusterisés au niveau de l'entreprise.

Nombre d'observations de l'échantillon complet : 1 692.

Nombre d'observations de l'échantillon sans les GE : 1 632.

Source : Analyse Deloitte Finance

Ce résultat est stable et significatif à 5 % quel que soit le modèle (avec ou sans variable de contrôle) et l'échantillon (avec ou sans grandes entreprises) considérés. Le détail des résultats de chaque spécification est présenté en Annexe 3.

Les résultats montrent que l'absence de prise en compte des grandes entreprises pour lesquelles une grande entreprise comparable a pu être trouvée n'a pas d'incidence sur le paramètre d'impact et ce, quelle que soit la spécification dans le cadre du modèle principal. Toutefois, les grandes entreprises incluses dans l'appariement ne sont qu'au nombre de cinq (5). Ainsi, cette absence d'impact de l'inclusion ou non des grandes entreprises doit être interprétée avec précaution.

### 3.5.2.1.2 Hypothèse de tendances parallèles

La méthode des doubles différences repose sur une hypothèse centrale dont il convient de s'assurer qu'elle est respectée : l'hypothèse de **tendances parallèles**. Cette dernière correspond au fait qu'en l'absence du régime d'aides, l'évolution moyenne de la variable de résultat pour les bénéficiaires aurait été la même que celle observée au sein du groupe de comparaison.

La validité de cette hypothèse peut être confortée par le fait qu'avant la mise en place du régime, la variable de résultat (i.e. l'emploi R&D) a évolué de la même façon dans les deux groupes.

Graphiquement, il ressort de la section 3.4.1 (Figure 19) qu'avant la mise en place du régime, soit entre 2016 et 2019, les évolutions de l'effectif R&D moyen sont similaires entre le groupe des bénéficiaires et le groupe de comparaison composé de non-bénéficiaires. Cela suggère que l'hypothèse de tendances parallèles entre les deux groupes serait respectée sur l'échantillon global (toutes entreprises). En revanche, lorsque l'on se concentre sur les évolutions de l'emploi R&D par catégorie d'entreprise, l'hypothèse de tendances parallèles ne semble respectée que pour les PME et ETI, et pas pour les grandes entreprises (cf. Figure 19). Cette observation est cohérente avec la moindre qualité de l'appariement déjà mentionnée pour les grandes entreprises.

Il existe dans la littérature académique des tests dits « Placebo » qui permettent d'évaluer la plausibilité de l'hypothèse de tendances parallèles, en vérifiant qu'il n'y a pas d'effet significatif du traitement pour chaque année pré-traitement. En effet, ce test consiste à introduire des traitements placebos dans l'estimation du modèle à chaque période exceptée pour la période juste avant la mise en place du régime (2020).

L'équation suivante est alors estimée :

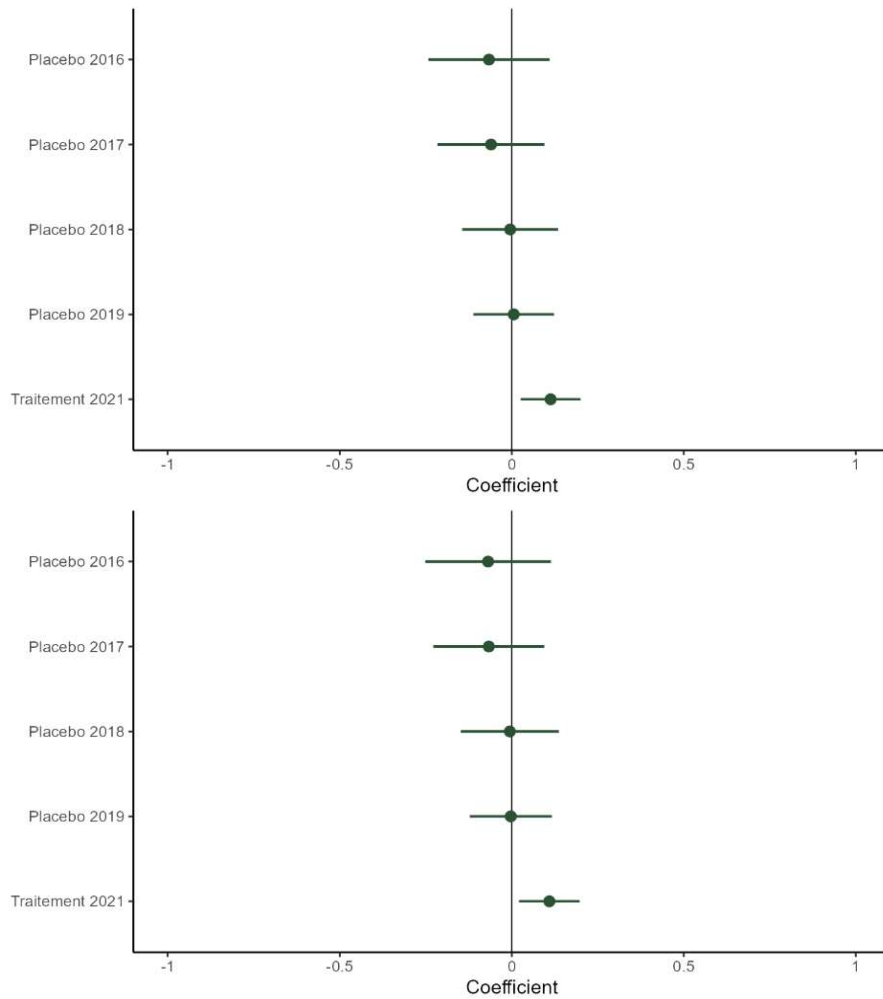
$$Y_{it} = \alpha_i + \gamma_t + \theta_s \sum_{s \neq 2020} (T_i * I(t = s)) + \delta X_{it} + \varepsilon_{it}$$

où :

- $Y_{it}$ ,  $\alpha_i$ ,  $\gamma_t$ ,  $X_{it}$  et  $\varepsilon_{it}$  sont les mêmes paramètres que ceux explicités en section 3.5.1.2.
- $T_i$  identifie les entreprises bénéficiaires. Il s'agit d'une variable dichotomique (0|1).
- $I(t = s)$  est une variable indicatrice identifiant les années sur la période 2016 à 2021, à l'exception de 2020 qui est l'année juste avant la mise en place du régime.
- $\theta_s$  correspond aux coefficients associés aux traitements placebos. Pour les périodes qui précèdent la dernière période avant le régime, ces coefficients sont des tests placebos qui indiquent si les traitements placebos ont un effet différent sur la variable de résultat pour le groupe des bénéficiaires par rapport au groupe de contrôle, ce qui ne devrait pas être le cas si l'hypothèse des tendances parallèles est respectée.

Afin de vérifier de façon plus formelle l'hypothèse de tendances parallèles dans le cas d'espèce, un test placebo est implémenté. Il en ressort que, pour l'ensemble des spécifications du modèle principal testées (avec et sans variables de contrôle, sur l'échantillon complet ou sans les grandes entreprises), les coefficients associés aux traitements placebos sont tous non significativement différents de 0, suggérant qu'il n'y a pas de différence d'emploi R&D entre les groupes des bénéficiaires et de contrôle sur la période avant le régime (cf. Figure 27), confirmant ainsi l'hypothèse des tendances parallèles et attestant de la validité des résultats présentés à la section précédente.

**Figure 27. Coefficients associés aux traitements placebos (haut : échantillon complet ; bas : échantillon sans les grandes entreprises)<sup>93</sup>**



Source : Analyse Deloitte Finance

### 3.5.2.2 Résultats des tests de robustesse

Afin d'évaluer la robustesse des résultats présentés précédemment, des spécifications supplémentaires ont été testées, à savoir :

1. Estimation de la spécification principale (TWFE) sur l'échantillon apparié par la méthode d'appariement des trois plus proches voisins (*knn3*) (cf. section 3.5.2.2.1) ;
2. Prise en compte d'un début de traitement en 2020 et estimation de l'impact du régime d'aides sur le logarithme de l'emploi R&D en ETP par un modèle de doubles différences robuste aux effets hétérogènes (cf. section 3.5.2.2.2) ;

<sup>93</sup> Le graphique représente les coefficients associés aux traitements placebos estimés sur la base du modèle principal présenté en section 3.5.1.2 incluant les variables de contrôle selon la spécification « *modèle V2* », les résultats sans variables de contrôle et avec variables de contrôle selon la spécification « *modèle V1* » étant similaires.

3. Prise en compte d'une variable de résultat alternative en estimant le modèle de doubles différences classique (TWFE) avec pour variable de résultat le logarithme du volume total d'employés R&D :  $Y_{it} = \log(\text{Volume total d'employés R\&D}_{it})$  (cf. section 3.5.2.2.3).

Des tests placebo ont été réalisés pour chaque estimation réalisée en test de robustesse. Il ressort de ces tests que l'hypothèse des tendances parallèles est globalement respectée pour chaque spécification.

### 3.5.2.2.1 Robustesse de l'appariement

Pour tester la robustesse de l'appariement, la spécification principale (double différence classique avec pour variable de résultat le logarithme du nombre d'emplois R&D en ETP) est estimée sur l'échantillon apparié par la méthode des trois plus proches voisins (*knn3*).

Comme le montre le tableau ci-dessous, les résultats des estimations révèlent que les bénéficiaires du régime ont en 2021 un effectif R&D en ETP supérieur de 8 à 9 % à celui des entreprises du groupe de contrôle qui n'ont pas bénéficié de l'aide. L'effet mesuré est plus faible que pour l'estimation sur l'échantillon apparié par le plus proche voisin (qui est de 15 %). Par ailleurs, l'effet estimé n'est significatif (à un seuil de 10 %) que sur l'échantillon qui exclut les grandes entreprises.

**Tableau 23. Synthèse des résultats de l'estimation du modèle TWFE sur l'échantillon apparié par la méthode *knn3***

Modèle	Méthode d'appariement	Spécification	Echantillon	Coefficient associé à la variable de traitement ( $\beta^{TWFE}$ )	Effet du traitement ( $e^{\beta^{TWFE}} - 1$ )	P-Value associée au coefficient $\beta^{TWFE}$
TWFE	<i>knn3</i>	Sans variables de contrôle (modèle V0)	Complet	0.083*	0.086*	0.0818
			Sans les GE	0.094*	0.099*	0.062
		Avec variables de contrôle (modèle V1)	Complet	0.076	0.079	0.1017
			Sans les GE	0.088*	0.092*	0.0725
		Avec variables de contrôle (modèle V2)	Complet	0.076	0.079	0.1041
			Sans les GE	0.088*	0.092*	0.0728

Note:

\*p<0.1; \*\*p<0.05; \*\*\*p<0.01

Toutes les spécifications sont estimées avec un effet fixe individuel (entreprise) et temporel (année).

Les écarts-types calculés dans toutes les spécifications sont des écarts-types robustes clusterisés au niveau de l'entreprise.

Nombre d'observations de l'échantillon complet : 2 964.

Nombre d'observations de l'échantillon sans les GE : 2 838.

Source : Analyse Deloitte Finance

Rappelons que la qualité de l'appariement par la méthode des trois plus proches voisins (*knn3*) est moins bonne que celle de l'appariement par le plus proche voisin (*knn1*).

Dans ce contexte, le fait de capter un effet positif qui est significatif à un seuil de 10 %, et ce, malgré un échantillon moins pertinent tend plutôt à renforcer la conclusion sur l'impact positif du régime.

### 3.5.2.2.2 Prise en compte d'un traitement débutant en 2020

Comme expliqué en section 3.5.1.2, considérer que le régime a débuté en 2020, alors que les données disponibles sont à un niveau annuel et que le régime a débuté en novembre 2020, risque de biaiser l'effet mesuré en attribuant au régime des effets qui n'en résultent pas.

Néanmoins, une spécification qui considère que les bénéficiaires dont les projets ont débuté entre novembre et décembre 2020 sont traités dès 2020, est testée. Dans ce cadre, les bénéficiaires ne commençant pas tous à bénéficier du régime d'aides la même année, le modèle robuste aux effets hétérogènes développé par Clément de Chaisemartin et Xavier d'Haultfoeuille (cf. section 3.5.1.1) est estimé.

L'effet estimé est plus faible que celui estimé dans la spécification principale, puisqu'il est compris entre 7 et 8 % et non plus de 15 %. Par ailleurs, l'effet estimé n'est significatif que pour le modèle sans variables de contrôle (à un seuil de 10 % sur l'échantillon qui inclut les grandes entreprises et à 5 % sur celui qui les exclut, cf. tableau ci-dessous).

L'estimation est également réalisée sur un périmètre restreint aux PME et Microentreprises. Dans ce cas, l'effet estimé est plus élevé puisqu'il est de 18 %. L'effet mesuré est là encore significatif uniquement pour le modèle sans variables de contrôle et est significatif à un seuil de 5 %.

**Tableau 24. Synthèse des résultats de l'estimation du modèle de doubles différences robuste à l'hétérogénéité**

Modèle	Méthode d'appariement	Spécification	Echantillon	Coefficient associé à la variable de traitement ( $\beta^{TWFE}$ )	Effet du traitement ( $e^{\beta^{TWFE}} - 1$ )	P-Value associée au coefficient $\beta^{TWFE}$
Robuste à l'hétérogénéité	km1	Sans variables de contrôle (modèle V0)	Complet	0.08*	0.083*	0.0603
			Sans les GE	0.08**	0.083**	0.0317
			PME et MICRO	0.164**	0.178**	0.0104
			Complet	0.079	0.082	0.4158
			Sans les GE	0.079	0.082	0.3997
			PME et MICRO	0.166	0.181	0.2427
		Avec variables de contrôle (modèle V1)	Complet	0.071	0.074	0.4941
			Sans les GE	0.073	0.076	0.4305
			PME et MICRO	0.163	0.177	0.2624
			Complet	0.079	0.082	0.4158
			Sans les GE	0.079	0.082	0.3997
			PME et MICRO	0.166	0.181	0.2427
Avec variables de contrôle (modèle V2)	Complet	0.071	0.074	0.4941		
	Sans les GE	0.073	0.076	0.4305		
	PME et MICRO	0.163	0.177	0.2624		
	Complet	0.079	0.082	0.4158		
	Sans les GE	0.079	0.082	0.3997		
	PME et MICRO	0.166	0.181	0.2427		

Note:

\*p<0.1; \*\*p<0.05; \*\*\*p<0.01

Toutes les spécifications sont estimées avec un effet fixe individuel (entreprise) et temporel (année).

Les écarts-types calculés dans toutes les spécifications sont des écarts-types robustes clusterisés au niveau de l'entreprise.

Nombre d'observations de l'échantillon complet : 1 692.

Nombre d'observations de l'échantillon sans les GE : 1 632.

Nombre d'observations de l'échantillon PME et MICRO : 876.

Source : Analyse Deloitte Finance

Le fait d'obtenir un effet plus faible et qui n'est pas significatif n'est pas étonnant étant donné les limites inhérentes à cette spécifications explicitées précédemment.

### 3.5.2.2.3 Prise en compte d'une variable de résultat alternative

Pour tester la robustesse des résultats à une autre mesure de l'emploi R&D, la spécification principale (double différence classique) est estimée avec pour variable de résultat, le logarithme du volume total d'employés R&D :  $Y_{it} = \log(\text{Volume total d'employés R\&D}_{it})$ .

L'effet estimé est similaire à celui estimé sur la variable de résultat en ETP ( $Y_{it} = \log(\text{Emploi R\&D en ETP}_{it})$ ) puisqu'il est compris entre 14 % et 15 %. Cet effet est significatif à un seuil de 5 % sur l'échantillon qui inclut les grandes entreprises et sur celui qui les exclut.

Ce résultat confirme la robustesse de l'effet estimé dans la spécification principale.

**Tableau 25. Synthèse des résultats du modèle TWFE avec pour variable explicative**  
 $Y_{it} = \log(\text{Volume total d'employés R\&D}_{it})$

Modèle	Méthode d'appariement	Spécification	Echantillon	Coefficient associé à la variable de traitement ( $\beta^{TWFE}$ )	Effet du traitement ( $e^{\beta^{TWFE}} - 1$ )	P-Value associée au coefficient $\beta^{TWFE}$
TWFE	<i>knn1</i>	Sans variables de contrôle (modèle V0)	Complet	0.145**	0.156**	0.0145
			Sans les GE	0.144**	0.155**	0.0171
		Avec variables de contrôle (modèle V1)	Complet	0.134**	0.143**	0.0216
			Sans les GE	0.136**	0.146**	0.0225
		Avec variables de contrôle (modèle V2)	Complet	0.134**	0.143**	0.0224
			Sans les GE	0.135**	0.144**	0.0235

Note:

\*p<0.1; \*\*p<0.05; \*\*\*p<0.01

Toutes les spécifications sont estimées avec un effet fixe individuel (entreprise) et temporel (année).

Les écarts-types calculés dans toutes les spécifications sont des écarts-types robustes clusterisés au niveau de l'entreprise.

Nombre d'observations de l'échantillon complet : 1 692.

Nombre d'observations de l'échantillon sans les GE : 1 632.

Source : Analyse Deloitte Finance

#### 3.5.2.2.4 Synthèse conclusive sur les résultats principaux et les tests de robustesse

La mise en œuvre du modèle de doubles différences dans le cadre de la spécification principale permet de conclure que les bénéficiaires de l'aide ont un effectif R&D en ETP en moyenne supérieur de 15 % à celui des entreprises du groupe de comparaison, avec un niveau de significativité de 5 %.

Les trois tests de robustesse tendent à conforter le constat d'un effet positif du régime :

- Les résultats sont très similaires lorsqu'on réalise l'estimation de la spécification principale sur une autre mesure de l'emploi R&D ;
- Même lorsqu'on réalise des estimations sur des modèles ou échantillons moins pertinents, les effets restent du même ordre de grandeur et ce, même s'ils sont moins significatifs.



## 3.6. Conclusion sur l'évaluation économétrique

Conformément au plan d'évaluation, une analyse contrefactuelle a été mise en œuvre pour mesurer l'impact du régime d'aides n°SA.59366 sur ses bénéficiaires. Plus précisément, une évaluation économétrique basée sur la méthode des doubles différences par appariement a été réalisée.

Une première étape exploratoire de revue de la littérature et d'identification des bases de données mobilisables dans le cadre de l'analyse a permis de constituer une méthodologie d'évaluation précise. Il est ressorti de cette étape exploratoire que :

- La méthode économétrique à mettre en œuvre consiste à évaluer l'effet du régime d'aides n°SA.59366 sur l'emploi R&D des entreprises bénéficiaires par un modèle de doubles différences avec pour variable de traitement une variable dichotomique identifiant les bénéficiaires à partir de l'année à laquelle ils bénéficient de l'aide.
- La participation au régime d'aides n'étant pas aléatoire, la démarche méthodologique adoptée consiste à construire le groupe de comparaison à l'aide d'une méthode d'appariement. Ce groupe est constitué de PME, ETI et grandes entreprises pour lesquelles il est possible de trouver des entreprises comparables lors de l'étape de l'appariement. Par ailleurs, les entreprises présentes dans le groupe de comparaison doivent appartenir aux mêmes secteurs d'activité que les entreprises bénéficiaires, être implantées en France et pratiquer de la R&D ou de la R&T. La stratégie d'appariement consiste à appairer les entreprises du groupe de comparaison avec des entreprises du groupe des bénéficiaires selon les caractéristiques observables suivantes :
  - o La taille de l'entreprise : effectif, chiffre d'affaires ;
  - o La catégorie d'entreprises et son appartenance ou non à un groupe ;
  - o Le secteur de l'entreprise défini à l'aide de son code APE ;
  - o La solidité financière de l'entreprise selon les critères exigés par le régime pour ses bénéficiaires, à savoir : le capital social et le ratio Emprunts/Capitaux propres.
- Des variables de contrôle sont intégrées au modèle afin de contrôler pour :
  - o La crise du COVID-19 ;
  - o Les autres aides à la R&D éventuellement perçues par les entreprises ;
  - o Les évolutions des caractéristiques des entreprises.

Une fois la méthodologie d'évaluation clairement définie, l'évaluation a été réalisée en deux temps : dans un premier temps, le groupe de comparaison a été construit par appariement et dans un second temps, le modèle économétrique de doubles différences a été estimé.

Pour la première étape de construction du groupe de comparaison par appariement :

- L'appariement réalisé utilise comme mesure de similarité entre deux entreprises le score de propension (probabilité d'être traité étant donné les covariables observées en 2018) estimé à partir d'un modèle Logit.
- La méthode d'appariement utilisée est celle par plus proche voisin qui consiste à sélectionner pour chaque entreprise  $i$  traitée, le ( $knn1$ ) ou les  $n$  ( $knn2$ ,  $knn3$ , ...) premières entreprises du groupe de contrôle ayant la plus petite distance avec elle. Deux méthodes d'appariement ont été réalisées : une par le plus proche voisin ( $knn1$ ) et une par les trois plus proches voisins ( $knn3$ ).

- L'analyse des résultats des deux méthodes d'appariement réalisées (*knn1* et *knn3*) permet de conclure que l'appariement par le plus proche voisin (*knn1*) est satisfaisant. En revanche, l'appariement par les trois plus proches voisins (*knn3*) présente des résultats moins concluants, notamment au niveau des tests de différence de tendance centrale qui montrent la présence de différences significatives entre les variables observées. Ainsi, l'analyse économétrique a été menée sur la base de l'échantillon d'entreprises constitué à partir de l'appariement par le plus proche voisin (*knn1*). L'analyse sur la base de l'échantillon d'entreprises constitué à partir de l'appariement par les trois plus proches voisins (*knn3*) a été réalisée en test de robustesse.

En ce qui concerne la seconde étape d'estimation du modèle économétrique :

- La spécification principale estime l'impact du régime d'aides n°SA.59366 sur le logarithme de l'emploi R&D en ETP des bénéficiaires par un modèle de doubles différences classique en considérant que les bénéficiaires sont tous traités en 2021 (année de début du régime considérée et dernière année observée dans les données). Comme indiqué précédemment, cette estimation a été réalisée sur la base de l'échantillon d'entreprises constitué à partir de l'appariement par le plus proche voisin (*knn1*).
- Pour s'assurer de la robustesse des résultats, trois spécifications secondaires ont été estimées :
  - o Estimation de la spécification principale sur la base de l'échantillon d'entreprises constitué à partir de l'appariement par les trois plus proches voisins (*knn3*) ;
  - o Prise en compte d'un début de traitement en 2020 et estimation de l'impact du régime d'aides sur le logarithme de l'emploi R&D en ETP par un modèle de doubles différences robuste aux effets hétérogènes ;
  - o Prise en compte d'une variable de résultat alternative en estimant le modèle de doubles différences classique (TWFE) avec pour variable de résultat le logarithme du volume total d'employés R&D.

**La mise en œuvre du modèle de doubles différences dans le cadre de la spécification principale permet de conclure que les bénéficiaires de l'aide ont un effectif R&D en ETP en moyenne supérieur de 15 % à celui des entreprises du groupe de comparaison, avec un niveau de significativité de 5 %.**

**Les trois tests de robustesse réalisés tendent à conforter les résultats :**

- Les résultats sont très similaires lorsqu'on réalise la modélisation de la spécification principale sur une autre mesure de l'emploi R&D ;
- Même lorsque l'on réalise des estimations sur des modèles ou échantillons moins pertinents (sans variables de contrôle, appariement *knn3*, avec grandes entreprises, etc.), les effets restent du même ordre de grandeur et ce, même si leur niveau de significativité décroît.

Ces résultats sont issus d'une évaluation qui, pour des raisons inhérentes à la disponibilité des données, ne considère qu'une seule année d'application du régime (2021). En raison de ce recul temporel insuffisant, les analyses devront être de nouveau effectuées dans le cadre d'une seconde évaluation du régime qui pourrait avoir lieu en 2026, comme suggéré par la Commission européenne, dans le cas où le régime serait prolongé.

# Chapitre 4. Mise en œuvre de l'évaluation *ad hoc* par la théorie du changement

La méthodologie d'analyse *ad hoc* vise à permettre une analyse fine de la performance du régime d'aide et de sa capacité à modifier le comportement des acteurs. Elle intervient de manière complémentaire à l'analyse économétrique (Chapitre 3), sur laquelle elle peut par ailleurs capitaliser.

La théorie du changement en évaluation de politiques publiques est une méthodologie reconnue<sup>94</sup> largement utilisée. Elle est particulièrement pertinente au regard du contexte de cette évaluation :

- La filière est marquée par une structuration particulière, très verticale, et les collaborations y jouent un rôle important. Elles prennent souvent la forme de relations durables dont l'appréciation suppose de mobiliser des éléments qualitatifs afin d'en comprendre la portée, l'importance, ainsi que les effets que peut avoir le régime d'aide ;
- Le régime d'aide soutient des projets très en amont de la phase de commercialisation (qui sont inférieurs au TRL 6), avec des enjeux de complémentarité marqués entre les technologies et les projets, des délais de maturation longs, des risques importants aussi bien techniques que commerciaux. L'appréciation des impacts des projets et de la possibilité pour les acteurs de réaliser ces investissements en l'absence du régime d'aide requiert une collecte d'informations détaillée sur les différents projets. Par ailleurs, la mesure quantitative des impacts est complexe en raison des délais inhérents à la recherche et à la production de résultats mesurables (brevets, publications, et a fortiori, produits et chiffre d'affaires). Il apparaît donc essentiel de disposer d'une bonne compréhension qualitative de l'évolution des projets et de leurs perspectives post-intervention ;
- Enfin, le régime d'aide s'inscrit dans un contexte particulier pour la filière en raison de la crise du COVID-19 et de son impact (cf. infra) et plus généralement, des incertitudes sur le futur du transport aérien dans un contexte de transition environnementale. Les pertes de chiffres d'affaires ont un impact fort sur les activités d'innovation, qui sont largement financées à partir des résultats économiques. Le contexte particulier de la filière, qui a été le secteur industriel le plus affecté par la crise du COVID-19, doit être pris en compte dans l'appréciation des performances du régime d'aide.

Pour ces différentes raisons, une analyse complémentaire à l'analyse strictement quantitative réalisée par ailleurs est nécessaire. L'usage de la théorie du changement apparaît à ce titre important par sa structuration, qui permet une forme d'analyse causale qualitative permettant de compléter et préciser l'analyse causale quantitative du chapitre 3. Le recours à cette méthodologie d'évaluation *ad hoc* est d'ailleurs validé directement dans le cadre du plan d'évaluation du régime d'aide.

---

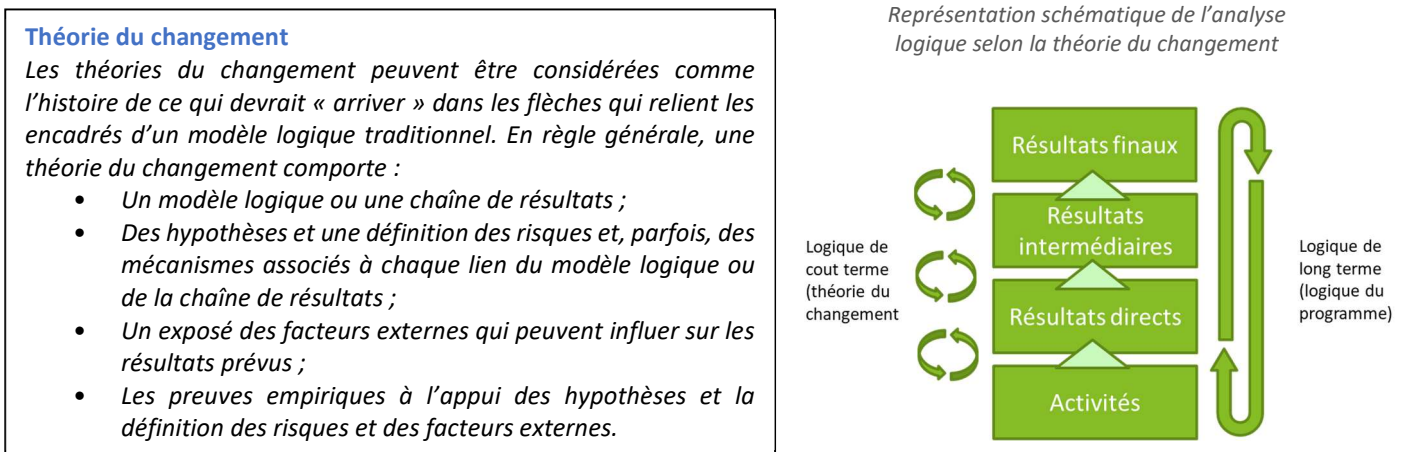
<sup>94</sup> Voir par exemple, le guide Evasled sur méthodes et techniques d'évaluation publiée par la Commission européenne (voir [https://ec.europa.eu/regional\\_policy/en/policy/evaluations/guidance/](https://ec.europa.eu/regional_policy/en/policy/evaluations/guidance/)).

L'enjeu de l'évaluation est :

- D'identifier et de mesurer/apprécier les impacts directs et indirects des différents projets et d'apprécier proportionnalité et pertinence du régime d'aide ;
- D'analyser le rôle du régime d'aide dans l'obtention des résultats (causalité) en prenant en compte (i) le contexte dans lequel s'est déroulée l'intervention de la DGAC dans le cadre du régime d'aide, mais également (ii) les différents financements accordés par ailleurs qui peuvent concourir à ces résultats ;
- D'apprécier dans quelle mesure les effets positifs apparaissent supérieurs aux potentielles distorsions créées (distorsions de concurrence, distorsions liées à une focalisation particulière sur certaines technologies pouvant assécher d'autres viviers porteurs, etc.).

## 4.1. Présentation globale de la méthodologie de l'analyse *ad hoc*

**Figure 28. Présentation de la théorie du changement**



Source : Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada, 2012

La structuration de l'analyse *ad hoc* a été réalisée selon les étapes suivantes :

- Une analyse préalable du positionnement particulier du régime d'aide afin d'en identifier le modèle logique (cf. 4.1.1 et 4.1.2) et les hypothèses sous-jacentes qui pourront être testées. À noter que cette logique d'impact est ciblée sur le lien entre activités et impacts. L'identification des objectifs du régime d'aide a déjà été réalisée dans le cadre de la première partie de ce rapport ;
- La formalisation des questions évaluatives permettant d'approfondir l'analyse des points d'intérêt identifiés afin d'apprécier les performances du régime d'aide, et notamment, les changements qu'il a permis d'induire et leurs conséquences selon le modèle logique (cf. 4.1.1 et 4.1.2) ;
- La définition des modalités de collecte de l'information permettant de répondre aux questions préalablement identifiées (cf. 4.2 et Annexe 7).

Structuration de l'évaluation

Cette structuration guidera l'évaluation *ad hoc*. L'implémentation du dispositif de collecte permettra de disposer de l'ensemble des informations nécessaires pour répondre aux questionnements tels que présentés dans la grille d'évaluation en Annexe 8.

#### 4.1.1 Mise en œuvre, résultats, impacts attendus, et rôle présumé du régime (focus sur les subventions)

Le schéma logique d'intervention présente les principales hypothèses qui vont transformer l'action en impacts et les premiers points de vigilances à retenir. Cette partie concerne les subventions versées dans le cadre de 166 projets (à date), centrées sur un TRL en fin de projet inférieur au TRL 6 (soit 97,6 % des 170 projets représentant 97,3 % des aides prévues).

Figure 29. Diagramme logique d'impact (focus subvention)



**Note de lecture :** Ce schéma présente la chaîne logique entre l'intervention (en jaune), les résultats (en rose) et les impacts (en violet) en détaillant les leviers par lesquels chaque étape conduit à la suivante (en bleu) et les points de vigilance à analyser (en rouge). L'ordre au sein de chacune des catégories (verticales) relève d'impératifs de présentation et ne reflète pas une hiérarchisation. Ces différents aspects sont détaillés ci-dessous.

#### 4.1.1.1 Attendus de la mise en œuvre du régime d'aide

##### **Présentation**

Les attendus opérationnels associés à la mise en place du régime d'aide relèvent de deux ordres :

1. La réalisation de projets dans la cible visée : (i) dans les orientations technologiques visées, (ii) répondant aux besoins de la demande et (iii) susceptibles d'être plus ouverts, plus partenariaux.

Cette réalisation est directement liée au mode de sélection des projets et à l'un des objectifs globaux du régime d'aide : favoriser les activités de R&D pour développer la décarbonation, la compétitivité et la sécurité du transport aérien.

Focus technologique (i) : Le régime d'aide doit permettre d'engager une rupture nécessaire dans les technologies pour répondre aux enjeux de décarbonation, la sécurité du transport aérien et la compétitivité des acteurs (indispensable pour assurer l'exploitation effective des solutions décarbonées). Le ciblage du régime d'aide appelle à plusieurs interrogations qui pourront faire l'objet de questionnements évaluatifs :

- Liens entre les projets financés et les grandes feuilles de route (notamment celle du CORAC, et un ciblage principal) avec notamment la question d'une surreprésentation de certains champs technologiques ou au contraire, d'un sous-investissement dans certains champs ;
- Le caractère de rupture et/ou la dimension stratégique de ces projets et les risques commerciaux ou technologiques que cela implique ;
- Le caractère opportuniste d'une partie des développements (anticipation de travaux déjà prévus, y compris à court et moyen terme).

Focus demande (ii) : Dans un contexte très pyramidal, l'exploitation effective des technologies développées suppose généralement l'intérêt d'un donneur d'ordre. Dans ce contexte, la présence d'un donneur d'ordre (qui ne sera pas forcément celui avec lequel la commercialisation effective sera réalisée) parmi les partenaires ou l'existence d'un « parrain » dans un projet permet une bonne prise en compte des attendus des clients potentiels et représente un facteur de succès pour la commercialisation effective des produits, services développés dans le cadre des projets. Cela appelle toutefois à plusieurs interrogations :

- Dans quelle mesure cette pratique est-elle généralisée ?
- L'implication de la demande dans les projets permet-elle effectivement d'avoir des produits en ligne avec les attendus des clients potentiels (rang supérieur dans la filière) ?
- Cette implication peut-elle limiter l'ambition de certains acteurs de la filière en termes d'innovation ?

Focus sur la dimension coopérative (iii) : Les projets, grâce à l'effet incitatif des subventions et à l'action de la DGAC, présentent un caractère plus ouvert qu'en l'absence du régime d'aide. Plus particulièrement, des efforts ont été engagés en direction des PME/ETI et des laboratoires.

Les points de vigilance à avoir à cet égard sont :

- Dans quelle mesure ces participations sont-elles effectivement supérieures dans le cadre du régime d'aide à ce qu'elles auraient été en l'absence des financements et de l'action de la DGAC ?
- Est-ce que des collaborations pourraient trouver leur place en dehors de ce cadre (via d'autres types de financement ou hors financement) ?

- Quelle est la place laissée aux « petits acteurs » (plus particulièrement aux PME et laboratoires) : la participation est-elle équilibrée en termes de volume, le projet est-il partenarial ou s'inscrit-il dans un contexte de dépendance forte ?

## 2. La hausse des dépenses de R&D et des moyens humains consacrés à la R&D

Ce résultat est important car il est directement en lien avec l'effet incitatif réel du régime d'aide et plus particulièrement, avec ses effets d'entraînement sur les efforts de R&D. Il repose d'une part sur l'abaissement du coût de la R&D permis par la subvention (qui doit être pondéré notamment au regard des risques supérieurs pris dans le cadre de ces projets), par l'apport de financement dans un contexte où le cashflow et / ou les contraintes financières pouvaient réduire la capacité de financement de la R&D.

Toutefois, il convient d'être prudent dans l'analyse de ces effets en raison de l'existence d'autres dispositifs y contribuant. Par ailleurs, les efforts de R&T réalisés dans le cadre du régime d'aide ont pu être réalisés au détriment d'autres projets de recherche. Il apparaît donc essentiel de contrôler le niveau de R&T ou éventuellement de R&D global des bénéficiaires et d'analyser économétriquement les effets d'entraînement.

Ces différents facteurs doivent faire l'objet d'un approfondissement dans un contexte où du fait de la crise du COVID-19, en l'absence de l'intervention, une baisse des efforts de R&D aurait pu intervenir. A l'inverse, il convient également d'être vigilant sur les contraintes de main-d'œuvre susceptibles d'entraîner un effet inflationniste sur certaines compétences et réduire ainsi l'efficacité du régime d'aide.

### **Questions évaluatives (les éléments en vert correspondent à des questionnements ajoutés)**

#### **Questions du plan d'évaluation liées aux attendus de la mise en œuvre et liens avec la matrice d'évaluation (Annexe 8) :**

- L'aide a-t-elle permis de développer des projets stratégiques pour les bénéficiaires ? **La prise en compte des attendus des donneurs d'ordre permet-elle de renforcer l'efficacité des efforts d'innovation ? (Q1)**
- L'aide a-t-elle conduit à la réalisation de projets qui n'auraient pas pu être lancés sans cette aide ou dans un temps beaucoup plus long ? **(Q4)**
- L'aide a-t-elle permis d'insérer des PME-ETI au sein de projets de grande ampleur ? **(Q11)**
- L'aide a-t-elle permis aux bénéficiaires dans le contexte lié à la pandémie de COVID-19 de protéger leur stratégie de R&D ? A-t-elle permis aux bénéficiaires d'augmenter leurs dépenses de R&D ? **(Q5)**
- L'aide a-t-elle permis de renforcer les collaborations et la prise de risque des bénéficiaires, **notamment sur les partenariats publics-privés ? (Q12)**
- L'aide était-elle proportionnée aux problématiques abordées ? **(Q14)**
- Serait-il possible d'obtenir le même résultat avec une aide moindre ou sous une forme différente ? **(Q14)**

#### 4.1.1.2 Résultats

##### **Présentation**

Les recherches conduites dans le cadre des projets vont conduire, directement ou indirectement, à différents résultats :

Développement de briques technologiques : Ce résultat est au cœur des attendus des projets et plus généralement du régime d'aide (cf. infra). En effet, le développement de l'avion à zéro émission nécessite de parvenir à un saut technologique sur de nombreux composants afin de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> partout là où cela est possible et engager les ruptures technologiques nécessaires. La même remarque peut également s'appliquer s'agissant des autres objectifs du programme, la sécurité du transport aérien et la compétitivité des acteurs et des produits et/ou services développés.

Diffusion des connaissances : Les connaissances créées dans le cadre des travaux vont faire l'objet d'une diffusion, que ce soit via des présentations en séminaire, des publications, des brevets et plus généralement, via les actions de dissémination engagées. Cette diffusion des connaissances peut bénéficier à d'autres acteurs dans le secteur aéronautique voire dans d'autres secteurs. Elle est classiquement plutôt le fait des acteurs académiques (en particulier dans un contexte de concurrence internationale vive), qui représentent une faible part des bénéficiaires.

Cet impact en termes de diffusion de connaissances soulève deux types de questionnement :

- Les conflits éventuels entre les intérêts des acteurs académiques et plus généralement, entre diffusion des connaissances et exploitation / appropriation par les industriels, notamment dans l'attente des dépôts de brevets ;
- Les enjeux associés au respect de la propriété intellectuelle dans un contexte d'asymétrie entre partenaires, et notamment en lien avec des potentielles relations clients fournisseurs.

Renforcement des capacités d'innovation : Le renforcement de la capacité d'innovation future est un élément essentiel dans le cadre du régime d'aide. D'une part, car la majeure partie des projets se concluant au TRL 6, des efforts de recherche et de développement importants restent à réaliser pour parvenir à mettre sur le marché des solutions proposées. D'autre part, car la radicalité dans les innovations recherchées est susceptible d'offrir des possibilités futures de recherche qui se construiront sur les connaissances et compétences développées dans le cadre du projet, ce qui en fait un élément important à considérer. C'est d'autant plus marqué que le régime d'aide intervient dans un contexte conjoncturel dégradé (cf. infra). Dans ce contexte, les risques d'une perte des ressources humaines avec des effets importants sur la capacité d'innovation des entreprises sont significatifs. Enfin, le renforcement des réseaux permis par ces projets (que ce soit entre acteurs académiques et acteurs privés, ou plus simplement entre acteurs industriels), peut être source de futures collaborations de recherche et développement.

L'appréciation de l'effet du régime d'aide sur le renforcement des capacités d'innovation appelle à un point de vigilance important. Comme précédemment, d'autres dispositifs peuvent contribuer à maintenir l'emploi, et il est nécessaire d'identifier la contribution précise du régime d'aide.

Structuration de la filière : La question de la structuration de la filière est essentielle dans le cadre de l'aéronautique. Les modes de coordinations au sein de la filière entre les différentes entreprises et le rôle des fournisseurs ont évolué sensiblement vers plus d'autonomie et de responsabilité dans la conduite des efforts d'innovation. Toutefois une technologie développée par un industriel ne peut devenir produit/service que si elle est adoptée par le client de rang supérieur, et ceci de proche en proche jusqu'aux avionneurs. Cela impose des modes de coordination avancés afin de prévenir les mauvaises orientations en matière de recherche qui ne permettraient pas de créer *in*



*fine* de valeur économique ou sociale. Par sa dimension coopérative, par la volonté d'être attentifs aux besoins de la demande (industriels en amont / rang supérieur), par le soutien qu'il apporte aux PME et ETI dans des projets de R&T, à bas TRL, à haut risque et à rentabilité longue, le régime d'aide participe aux transformations des relations au sein de la filière. Cette structuration peut également soulever des questions, sur :

- Ses effets en termes de radicalité et d'autonomie dans l'innovation : l'insertion de stratégies de recherche dans celles des rangs supérieurs pouvant conduire à limiter les ambitions des bénéficiaires ;
- Les effets d'éviction que cela peut avoir sur des projets intéressants d'autres filières que l'aéronautique.

A noter que ces résultats devront être appréciés également au regard du bon déroulé du projet. En effet, les résultats ont pu pâtir des risques inhérents à la R&T, de la dimension coopérative des projets, et de manière plus conjoncturelle, des impacts de la crise du COVID-19 sur le fonctionnement des acteurs et sur les chaînes d'approvisionnement (en composants et équipements notamment). L'effet de contraintes de main-d'œuvre sur le bon déroulé des projets doit également rester un point d'attention dans un contexte de reprise rapide de l'activité.

**Questions évaluatives (les éléments en vert correspondent à des questionnements ajoutés, en orange, à des questions modifiées)**

**Questions du plan d'évaluation liées et liens avec la matrice d'évaluation (Annexe 8) :**

- L'aide a-t-elle permis de lever des verrous technologiques rencontrés par les entreprises ? **(Q2)**
- L'aide a-t-elle permis le renforcement de la capacité d'innovation des bénéficiaires et en particulier la base de connaissances et les compétences ? **(Q3)**
- L'aide a-t-elle eu des effets sur l'emploi au sein des entreprises bénéficiaires (recrutement, maintien des postes) ? **(Q5)**
- L'aide a-t-elle permis aux bénéficiaires d'intégrer le marché aéronautique ? **(Q8)**
- L'aide a-t-elle eu des retombées (notamment en termes de dissémination des connaissances) sur l'activité d'autres entreprises du même secteur ou d'autres secteurs ? **Quels en sont les risques ? Cela apporte-t-il des bénéfices aux partenaires du projet ? (Q10)**

#### 4.1.1.3 Impacts du régime d'aide

##### **Présentation**

Le développement des briques technologiques permis par le régime, le renforcement des capacités d'innovation et la structuration de la filière, devraient se traduire à terme par des impacts économiques, environnementaux et sociétaux. Plus particulièrement, cela devrait contribuer à l'émergence de solutions pour une aviation décarbonée, sécurisée et compétitive permettant une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> aussi bien en Europe, que dans le monde, par le jeu de la commercialisation des solutions.

Ces impacts attendus, en phase avec les objectifs assignés au régime d'aide, devraient se situer à un horizon assez lointain (début attendu de la commercialisation des avions à zéro émission à l'horizon 2035). En effet, les projets financés relèvent de la R&T et l'industrie aéronautique est caractérisée par des cycles longs, ce qui affecte l'exploitation. Toutefois certains résultats, pourraient être exploités plus rapidement (soit parce qu'ils peuvent être inclus dans les générations d'aéronefs existants, soit par qu'ils relèvent de solutions de procédés, de services pouvant être utilisés dans les lignes et développements existants).

Cet éloignement entre les travaux de R&T et la commercialisation des solutions rend impossible de mesurer ces impacts dans le cadre de l'évaluation. Il est tout au plus possible de donner les grandes perspectives en matière d'exploitation, ainsi que les bénéfices potentiels apportés par les différentes technologies développées dans le cadre des projets. Dans ce cadre, une attention particulière sera portée sur les impacts potentiels en termes environnementaux et économiques : l'amélioration de ces performances étant au cœur du régime d'aide.

- S'agissant des performances environnementales (ou celles liées à la sécurité), au niveau du TRL, il devrait être possible d'avoir une bonne appréciation (en fin de projet) des performances techniques développées. Toutefois, cette vision ne peut être obtenue qu'auprès des intégrateurs, dans la mesure où les performances des composants pris individuellement présentent peu de sens. Seule l'amélioration des performances des aéronefs est réellement significative et dépend des arbitrages réalisés en fonction des contraintes d'intégration.
- S'agissant des performances en termes de compétitivité associées aux procédés mis en œuvre, une appréciation d'impact est envisageable, mais restera très imprécise en raison du niveau de TRL de fin de projet et de la variabilité (sur les gains effectifs de productivité) inhérente à la mise en œuvre de technologies visant l'amélioration de la productivité.
- S'agissant des impacts économiques, le niveau de TRL en fin de projet ne permettra pas de juger du chiffre d'affaires ou des emplois potentiels que le projet devrait entraîner. Pour apprécier les impacts commerciaux, seuls des dires d'acteurs prospectifs ou le modèle économique anticipé sont envisageables.

Le régime d'aide est susceptible de générer des impacts via quatre leviers principaux, dont la vraisemblance devra être appréciée pour analyser la causalité du régime :

- Exploitation effective des résultats par des donneurs d'ordre (acteurs de rang supérieur dans la filière). Cela est particulièrement pertinent lorsqu'un donneur d'ordre fait partie des partenaires d'un même projet ou lorsque des parrains sont associés à des projets ;
- L'adaptation de la solution à d'autres clients (notamment hors filière aéronautique). Ce mode d'exploitation, moins probable, sera très dépendant des particularités des différentes solutions et des plans d'exploitation des bénéficiaires ;
- Le lancement de nouveaux projets de recherche : ce type d'impact est étroitement lié au renforcement des capacités d'innovation des acteurs. L'enjeu est ici d'apprécier, si les bénéficiaires ont de futurs projets de R&T ou R&D dans un proche avenir. Au regard de sa masse et de son effet accélérateur, le régime d'aide peut avoir pour conséquence un assèchement des capacités futures de R&T chez une partie des acteurs (notamment les plus petits). A l'inverse, la nécessité de transformer les résultats obtenus en produit / services ou procédés exploitables pourrait se traduire par une hausse des efforts de R&D dans les années à venir. Il pourrait ainsi être observé un basculement des efforts de l'amont vers l'aval et un maintien, voire un renforcement des efforts d'innovation ;
- Enfin, la structuration engagée notamment grâce au régime d'aide peut conduire à l'émergence de partenariats plus étroits qui devraient se traduire par un renforcement de la compétitivité de la filière.

Une autre dimension importante de ces impacts vient des complémentarités technologiques et de la capacité des différentes technologies à répondre, via leur combinaison et synchronicité, à l'enjeu de l'avion à zéro émission. C'est un point essentiel prospectif qui devra être approfondi avec les intégrateurs : au regard des développements réalisés sur les différents projets, les grandes pistes permettant de décarboner l'aviation restent-elles pertinentes ? Leur calendrier est-il maintenu ? Les incertitudes autour de la commercialisation d'un tel aéronef en 2035 se sont-elles réduites ou ont-elles augmenté deux ans après le lancement des premiers projets ?

Enfin, un point de vigilance, doit être porté sur les implications du financement de la R&T dans le cadre du régime sur les distorsions éventuelles de concurrence. Etant donné le niveau de TRL visé par les projets, en amont de la recherche pré-compétitive, les risques associés devraient rester limités, mais une analyse dédiée sera réalisée.

**Questions évaluatives (les éléments en orange correspondent à des questions modifiées)**

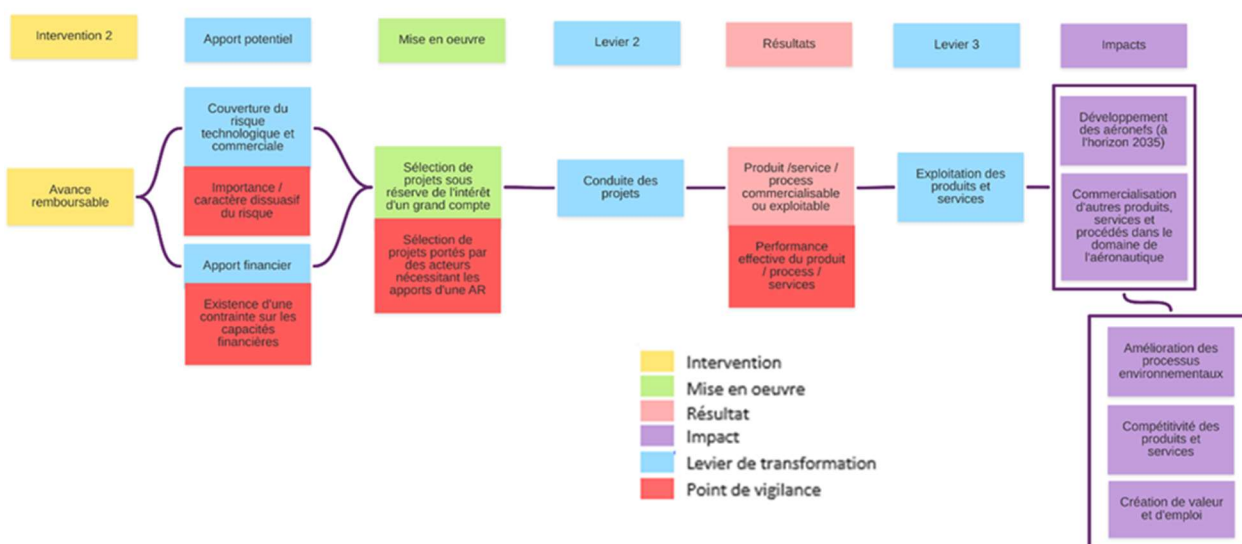
**Questions du plan d'évaluation liées :**

- Dans quelle mesure devrait-elle conduire au développement de nouveaux produits / technologies à l'issue du projet ? (Q7)
- L'aide a-t-elle eu un impact potentiel négatif sur le commerce ou la compétition dans le secteur du transport aérien ou dans d'autres secteurs ? (Q9)
- L'aide a-t-elle contribué à l'atteinte des objectifs de décarbonation, de compétitivité et de sécurité du transport aérien définis dans le régime d'aide ? (Q13)
- Serait-il possible d'obtenir le même résultat avec une aide moindre ou sous forme différente ? L'aide était-elle proportionnée aux problématiques abordées ? (Q14)

**4.1.2 Le cas des avances remboursables (focus sur les avances remboursables)**

Cette section suit la même logique que la section précédente, mais réalise un focus sur les avances remboursables versées à 4 projets (à date), soit 2,3 % des projets représentant 2,7 % des aides. Ces projets correspondent à des projets post-TRL 6 dans lesquels les risques restent présents au niveau des développements technologiques et où les risques commerciaux deviennent particulièrement importants (bien que contrôlés par l'intérêt préalable d'un grand compte).

**Figure 30. Diagramme logique d'impact (focus sur les avance remboursables)**



Source : G.A.C

**Note de lecture :** Ce schéma présente la chaîne logique entre l'intervention (en jaune), les résultats (en rose) et les impacts (en violet) en détaillant les leviers par lesquels chaque étape conduit à la suivante (en bleu) et les points de vigilance à analyser (en rouge). L'ordre au sein de chacune des catégories (verticales) relève d'impératifs de présentation et ne reflète pas une hiérarchisation. Ces différents aspects sont détaillés ci-dessous.

## Présentation

Les besoins de financement sur la phase de développement post TRL 6 sont très sensiblement supérieurs aux besoins de financements de la phase de R&T. Dans cette phase, les risques technologiques liés aux développements des solutions et à leur industrialisation (ajustement des produits aux conditions de production, mise en place et optimisation des processus) sont présents avec des incidences potentiellement significatives sur la commercialisation (report de la mise sur le marché ou de la livraison à l'intégrateur, coût final de production). A l'arrivée du processus de développement, cette dimension commerciale prend un poids prééminent en particulier sur des solutions très novatrices pour le marché, comme celles visées par le programme.

Les attendus opérationnels associés aux avances remboursables sont :

- Un engagement de projets d'innovation (R&D) visant la mise sur le marché de produits, procédés ou services correspondant aux objectifs visés par le régime d'aide, au premier rang desquels de contribuer à la décarbonation du secteur aérien. En raison des risques et de l'importance des financements nécessaires pour cette phase (sensiblement plus importants que sur la R&T), un bénéficiaire peut être réticent à engager le projet (ou ne pas avoir accès aux financements nécessaires), et la réduction du risque permise par l'avance remboursable peut lever cette difficulté ;
- Une hausse des dépenses de R&D et des moyens humains consacrés à la R&D : les financements visant des projets innovants, le régime d'aide doit permettre de soutenir les dépenses et effectifs de R&D dans un contexte conjoncturel difficile.

Ces différents facteurs doivent faire l'objet d'un approfondissement dans un contexte où, comme précédemment, une baisse des efforts de R&D aurait pu intervenir en raison de la crise du COVID-19. A l'inverse, la réduction des risques techniques ouvre la possibilité à un financement sur fonds privés des travaux de R&D. L'enjeu des changements de comportements effectifs permis par les aides est un point de vigilance à cet égard.

En termes de résultats et d'impacts, les projets impliquant des avances remboursables devraient se traduire par la mise sur le marché / exploitation de produits, services et procédés. Ces produits, services et procédés vont alors permettre une création de valeur économique et environnementale. L'évaluation doit permettre de comprendre dans quelle mesure les projets ont permis d'améliorer le positionnement économique des bénéficiaires et de créer une valeur économique et environnementale.

L'impact concurrentiel des avances remboursables appelle à une vigilance particulière en raison de la proximité du marché des développements réalisés.

## Questions évaluatives (les éléments en orange correspondent à des questions modifiées)

### **Questions du plan d'évaluation liées aux attendus de la mise en œuvre :**

- Dans quelle mesure devrait-elle conduire au développement de nouveaux produits / technologies à l'issue du projet ? (Q7)
- L'aide a-t-elle eu un impact potentiel négatif sur le commerce ou la compétition dans le secteur du transport aérien ou dans d'autres secteurs ? (Q9)
- Serait-il possible d'obtenir le même résultat avec une aide moindre ou sous forme différente ? L'aide était-elle proportionnée aux problématiques abordées ? (Q14)

## 4.2. Présentation de l'état de la collecte des informations

La réponse à ces questions d'évaluation suppose la mobilisation d'outils de collecte permettant de rassembler un certain nombre d'indicateurs. Afin de s'assurer de la complétude de ces indicateurs et de l'adéquation des outils de collecte, une matrice d'évaluation a été préparée et est détaillée en Annexe 8. Cette matrice présente pour chaque question d'évaluation, les critères d'évaluation, indicateurs considérés et les outils de collecte mobilisés.

Les principaux outils de collecte exploités dans le cadre de l'évaluation *ad hoc* sont :

- Le traitement des documents et données du programme disponibles et l'exploitation des données filières et des données entreprises disponibles dans la statistique publique (cf. indicateurs listés infra) ;
- Un questionnaire permettant de réaliser une collecte large d'informations à l'échelle des différents projets et des bénéficiaires ;
- Des entretiens auprès des bénéficiaires permettant de disposer de retours qualitatifs.

Ces outils pourront être utilisés soit directement pour répondre aux questions d'évaluation soit indirectement via des études de cas qui sont réalisées afin d'approfondir de manière plus complète des angles particuliers d'intérêt du régime d'aide (perspective horizontale).

### 4.2.1 Questionnaire auprès des bénéficiaires et porteurs de projets

Les données du reporting ou les données issues du CASD (données de la statistique publique et données administratives) ne permettent pas de renseigner tous les indicateurs de nature quantitative (par exemple, sur les publications) ou peuvent contenir une information insuffisamment mise à jour (par exemple, s'agissant des niveaux de TRL, des brevets). Par ailleurs, l'usage de questions qualitatives de nature fermée permet de procéder à des traitements statistiques pour dimensionner les effets qualitatifs.

Ainsi, afin de répondre aux questions d'évaluation un questionnaire est en cours de diffusion auprès :

- Des bénéficiaires (identifiés par le code Siren) ;
- Des chefs de projets au sein des bénéficiaires.

La diffusion est adressée auprès des chefs de projets identifiés par la DGAC s'agissant de la majeure partie des acteurs ou de personnes contacts à un niveau stratégique, pour les plus gros bénéficiaires afin qu'ils puissent coordonner les retours.

Le questionnaire a été codifié via l'outil Limesurvey, mais une version Excel est également diffusée afin de faciliter la collecte des informations pour les bénéficiaires.

Le questionnaire a été diffusé le 24 novembre 2023 et sa conclusion est prévue pour le 28 décembre 2023.

## 4.2.2 Recueil des données par entretiens

Les entretiens sont complémentaires du traitement des données issues du reporting et du questionnaire. Les informations collectées sont de nature qualitative et contrairement au questionnaire, qui repose sur des questions fermées aux réponses pré-codifiées, l'entretien permet un échange ouvert. Celui-ci est important pour contextualiser la situation du bénéficiaire et approfondir le projet, ses résultats et impacts potentiels. L'entretien permet également de mieux comprendre dans quelle mesure le régime d'aide a effectivement joué un rôle clé dans l'obtention de résultats mesurés. A ce titre, c'est un outil indispensable pour répondre aux questions d'évaluation dans le cadre du volet d'évaluation *ad hoc*.

Dans cette perspective une cinquantaine d'entretiens semi-directifs avec les bénéficiaires du régime d'aide sont planifiés selon la démarche suivante :

- Entretiens auprès de responsables (Directeurs, Responsables R&T, Responsables partenariats, Membres du CORAC, etc.) au sein des bénéficiaires : ces entretiens concernent les acteurs centraux (Airbus, Dassault, Airbus Helicopters, Daher), une partie des sous-traitants de rang 1 et des acteurs représentatifs d'autres types de bénéficiaires (PME, laboratoires). Du fait de leur rôle dans la structuration de la filière et dans la création d'impacts, ces entretiens sont essentiels pour avoir une vision large des impacts et de la place du régime au regard des grands enjeux de la filière (conjoncture, structuration, transition environnementale). Dans cette perspective, des échanges ont déjà été conduits (23 entretiens réalisés) afin de mieux comprendre l'enjeu global du régime d'aide pour la structuration de la filière et l'avancement de sa feuille de route pour le développement d'un transport aérien décarboné et compétitif, ainsi que le rôle particulier du CORAC à cet égard ;
- Entretiens auprès d'une sélection de chefs de projet (14 entretiens réalisés) visant à collecter une vision plus opérationnelle sur le déroulé de l'intervention de la DGAC, depuis le montage des projets jusqu'aux perspectives d'exploitation ;
- Entretiens auprès d'un pôle de compétitivité (Aerospace Valley) et de représentants de la filière (GIFAS, AeroPME, CORAC) pour un total de quatre entretiens réalisés, visant à collecter une information à l'échelle de la filière, notamment en termes de structuration des actions de recherche et plus généralement de structuration de la filière et de relation entre les différents niveaux de la chaîne de valeur.

Une partie des entretiens est également exploitée pour répondre aux besoins des études de cas (cf. section suivante). Ainsi, dans le cadre de l'étude de cas pilote, sept des entretiens conduits ont compris un volet de questions relatif à l'étude de cas, afin de mieux comprendre l'impact du régime d'aide sur les partenariats industrie/laboratoire et leur importance pour les travaux conduits et les bénéficiaires.

Le panachage de ces entretiens, ainsi que l'avancement de ces échanges est présenté dans le tableau ci-dessous. Par rapport au rendu intermédiaire, la part des entretiens réalisés avec les responsables d'entreprises a été revue à la hausse en raison de l'importance de ce type d'entretien pour analyser les enjeux stratégiques propres aux études de cas.

**Tableau 26. Répartition des entretiens selon le type d'acteur (les objectifs listés ne comprennent pas les questions spécifiques posées dans le cadre des études de cas)**

Positionnement de l'acteur interrogé	Objectif	Nombre d'entretiens proposés	Ajustement sur la cible	Entretiens déjà réalisés	<u>Entretiens restants</u>
<b>Responsables au sein des bénéficiaires (dirigeant, responsable R&amp;T, responsable coopération)</b>	Enjeux de la filière et répercussion sur l'entreprise ? Rôle du régime d'aide pour l'avancement de la feuille de route technologique de l'entreprise et de la filière ? Perspectives en termes d'exploitation au niveau de l'entreprise et impacts potentiels ? Capacité à engager les investissements prévus en l'absence du régime d'aide ? Place du régime d'aide dans les différents soutiens à la R&T et à la R&D et complémentarité ?	25	3	23	5
<b>Chefs de projet bénéficiaires et entretien mixte</b>	Modalité de montage du projet ? Risques associés au projet (techniques et commerciaux) ? Rôle des partenaires ? Capacité à engager les projets sans le régime d'aide ? Déroulé du projet et difficultés rencontrées (notamment COVID-19) ? Perspectives et obstacles à l'exploitation des résultats du projet ? Résultats et impacts du projet ?	22	-3	14	5
<b>Acteurs de réseau</b>	Enjeux de la filière (structuration, conjoncture, transition environnemental) ? Importance du régime d'aide au regard de ces enjeux ? Organisation de la sélection des projets et ouverture aux différents types de participants ? Complémentarités avec les autres actions / dispositifs existants ?	3	0	3	0
<b>Total</b>		<b>50</b>	<b>0</b>	<b>40</b>	<b>10</b>

Source : G.A.C

La phase d'entretien se poursuivra comme le questionnaire jusqu'au 15 décembre.

### 4.2.3 Etude de cas

#### 4.2.3.1 Objectifs et liste des études de cas

Les études de cas visent à conduire une analyse ciblée sur une problématique d'intérêt pour l'évaluation du régime d'aide. Elles participent ainsi à la réponse aux questions d'évaluation, avec une perspective d'analyse transverse. Une même étude de cas pouvant contribuer à la réponse à plusieurs questions d'évaluation sur son périmètre.

Il est prévu de conduire cinq (5) études de cas sur les thèmes suivants :

- Contribution du régime d'aide au développement des coopérations entre acteurs industriels et académiques et impacts de ces coopérations ;
- Impact de la crise du COVID-19 sur le secteur et implications sur les efforts de R&T/R&D ;
- Impact du régime d'aide sur la structuration de la filière et le développement de coopération entre acteurs le long de la chaîne de valeur ;
- Analyse de la non-participation d'entreprises au financement des projets dans le cadre du régime d'aide ;
- Analyse des enjeux de la transformation des technologies en produits / services / procédés et du rôle et des impacts des avances remboursables.

#### 4.2.3.2 Méthodologie des études de cas

Chaque étude de cas exploitera les différentes sources d'information collectées ou accessibles pour analyser la problématique. L'analyse sera ciblée sur plusieurs projets pertinents au regard de la problématique abordée.

- Littérature économique : la littérature économique permettra de faire un premier cadrage théorique sur les enjeux propres à la problématique analysée et fournira des clés d'analyse ;
- Statistiques publiques : les statistiques publiques seront exploitées afin de mettre en perspective, lorsque nécessaire, les enjeux dans une perspective plus macroéconomique ;
- Statistiques issues de données relatives au régime d'aide : ces statistiques permettront de dimensionner la portée des analyses conduites (nombre de projets ou de bénéficiaires concernés par la problématique étudiée par exemple) ;
- Réponses aux entretiens : les entretiens fourniront la matière qualitative nécessaire pour répondre à la problématique abordée ;
- Réponse au questionnaire : le questionnaire permettra de dimensionner les éléments qualitatifs abordés et d'approfondir certains aspects qualitatifs ;
- Documents des projets : les documents contiennent une information riche sur les projets et serviront à l'analyse des projets sous l'angle de la problématique abordée.

Chaque étude de cas est structurée sous la forme suivante (pouvant être sujette à ajustement en fonction des besoins propres à chaque étude de cas) :

1. Revue synthétique de la littérature ;
2. Panorama rapide des enjeux à un niveau macroéconomique ;
3. Panorama de l'intervention dans le cadre du régime d'aide ;
4. Analyse de la problématique à partir des projets ;
5. Conclusion.



## 4.3. Mise en œuvre des études de cas

### 4.3.1 Avancement des travaux sur les études de cas

Les travaux sur les études de cas sont déjà engagés sur l'ensemble d'entre elles, à la fois s'agissant des revues de littérature et analyse de données ainsi que des entretiens.

Le tableau ci-dessous présente la décomposition des entretiens en fonction des études de cas et l'état d'avancement des travaux.

**Tableau 27. Décomposition des entretiens en fonction des études de cas et état d'avancement des travaux**

Positionnement de l'acteur interrogé	Etude de cas 1 - Collaborations public privé		Etude de cas 2 - COVID-19		Etude de cas 3 - Chaîne de valeur		Etude de cas 4 - Non-participation		Etude de cas 5 - Avances remboursables	
	Prévu	Réalisé	Prévu	Réalisé	Prévu	Réalisé	Prévu	Réalisé	Prévu	Réalisé
<b>Responsables au sein des bénéficiaires (dirigeant, responsable R&amp;T, responsable coopération)</b>	3	3	4	6	5	3	5	5	3	2
<b>Chefs de projets bénéficiaires</b>	5	5	0	0	5	2	0	0	2	2
<b>Total</b>	8	8	4	6	10	5	5	5	5	4

Source : G.A.C

Trois études de cas sont d'ores et déjà pré-finalisées et disponibles dans les annexes 4, 5 et 6 du présent rapport. Ces études de cas sont considérées comme pré-finalisées car des modifications ultérieures pourront être apportées à partir des dernières informations collectées. Elles seront considérées comme finalisées avec l'envoi du second rapport final.

Il s'agit de :

- L'étude de cas n°1 – *Les collaborations de recherche entre acteurs industriels et acteurs académiques dans le cadre du régime d'aide à l'aéronautique*
- L'étude de cas n°2 – *Difficultés rencontrées par la filière aéronautique*
- L'étude de cas n°4 - *Analyse de la non-participation d'entreprises au financement des projets dans le cadre du régime d'aide*

### 4.3.2 Résumé de l'étude de cas sur la non-participation (étude de cas n°4)

Cette étude de cas approfondit les difficultés dans l'accès au régime n°SA.59366 pour analyser les principales explications liées à la non-participation. Analyser la non-participation des entreprises est important afin de mieux comprendre son ciblage réel dans une filière particulièrement singulière, tant dans sa structuration, que dans son fonctionnement, ou dans les chocs qui l'ont affectée ces dernières années.

L'étude de cas identifie les principaux facteurs liés au fonctionnement même du régime qui peuvent avoir un effet sur la volonté de participer des acteurs, avant d'illustrer et d'approfondir via des retours d'entretiens, quels sont les effets majeurs susceptibles de dissuader une partie des entreprises de participer.

L'étude de cas conclut que les conditions d'accès au régime sont particulièrement exigeantes, notamment en raison du fonctionnement très vertical de la filière, des risques pris par les entreprises, et de la volonté de la DGAC de s'assurer que les projets puissent être exploités par la suite afin de générer de la valeur pour la filière et les entreprises bénéficiaires. En raison de ce degré d'exigence, le dispositif peut être difficile d'accès pour des entreprises peu familières, fragiles ou situées à la marge de la filière.

L'étude de cas conclut également que la situation conjoncturelle difficile, intervenue dans un contexte de fragilités structurelles de la chaîne de valeur, a pu être dissuasive pour des sous-traitants. Les donneurs d'ordre ont exprimé leur volonté de faire participer l'ensemble de la chaîne de valeur et de faire évoluer les acteurs dans leur positionnement (passage d'une relation de sous-traitance à une relation de partenariat). Néanmoins, cette évolution se heurte aux difficultés importantes que rencontre la chaîne de sous-traitance qui limitent sa capacité d'investissement.

### 4.3.3 Résumé de l'étude de cas sur les difficultés rencontrées par la filière aéronautique (étude de cas n°2)

La crise du COVID-19 et les restrictions qu'elle a engendrées ont fortement limité la capacité des individus à se déplacer, ce qui a fait du secteur de transport aérien de passager, l'un des plus touchés par la crise. Ce phénomène s'est rapidement répercuté sur le secteur aéronautique qui a fait face à un nombre croissant d'annulations de commandes auprès des compagnies aériennes. En raison de la structuration très pyramidale de ce secteur, les difficultés rencontrées par les donneurs d'ordres se sont rapidement diffusées à l'ensemble de la chaîne de valeur, fragilisant alors la totalité de la filière aéronautique.

Or, le contexte dans lequel a été mis en place le régime, la prise en compte de l'impact de la crise du COVID-19 sur les entreprises et leur effort de R&D, sont des éléments essentiels à approfondir dans le cadre de l'évaluation. Il ne s'agit pas de créer un contrefactuel quantitatif, mais de caractériser les difficultés rencontrées par la filière, leurs conséquences potentielles eu égard à la littérature, afin de mieux préciser l'impact qu'a pu avoir le régime dans l'accompagnement des entreprises dans leur effort d'innovation.

En effet, le choc reçu par la filière était susceptible d'entraîner une baisse importante des efforts de R&D en raison des importants déficits et des effets de trésorerie, notamment chez les acteurs contraints financièrement. Les pertes opérationnelles impliquant une réduction des capacités de financement et, chez une partie des acteurs, l'ajustement des effectifs, y compris en matière de R&D, étaient inévitables.

Il apparaît que les dispositifs mis en place dans le contexte de la crise, ont permis de limiter à court terme certains ajustements, notamment sur la R&D, mais ne pouvaient permettre seuls, aux entreprises, de s'engager dans une démarche volontariste et risquée d'investissement.

Dans cette perspective, le régime d'aide, et la vision stratégique qui l'a porté, ont joué un rôle majeur dans la mobilisation de la filière autour des enjeux de compétitivité. L'étude économétrique conclut d'ailleurs à un effet significatif du régime sur les effectifs de R&D. A noter toutefois, qu'au niveau national, même en présence de ce

plan, les dépenses de R&D de la filière ont diminué de 10,8 %. Il est cependant très vraisemblable sur la base des éléments disponibles, qu'en l'absence du plan, la baisse aurait été significativement plus importante avec des conséquences non seulement sur le rythme de développement technologique, mais également sur l'emploi qualifié, ce qui aurait obéré la compétitivité future de la filière dans un contexte de concurrence internationale.

#### **4.3.4 Résumé de l'étude de cas sur les collaborations public-privé (étude de cas n°1)**

Le régime d'aide n°SA.59366 est destiné aux entreprises de la filière aéronautique avec l'objectif de contribuer aux objectifs de décarbonation, mais également à la compétitivité de la filière et à la sécurité du transport aérien.

Si à l'examen des projets financés, le régime est fortement tourné vers la recherche industrielle, il bénéficie également à des acteurs académiques et constitue ainsi un levier permettant de renforcer les collaborations entre acteurs industriels et acteurs académiques au sein de la filière aéronautique.

Le développement des relations entre ces deux types d'acteurs, et l'amélioration de la qualité des relations, est un enjeu de politique publique, car c'est une condition importante pour l'existence d'un écosystème innovant en capacité de soutenir l'amélioration de la compétitivité et l'atteinte des grands objectifs stratégiques visés par le régime.

Il apparaît qu'en dépit d'un volume de financement limité vers les acteurs académiques, le régime d'aide joue un rôle particulier dans le cadre du développement des partenariats publics privés et de la valorisation de la recherche publique. Ces partenariats dans le domaine de la recherche requièrent des financements soutenant les projets collaboratifs de R&D et peu de solutions alternatives de financement sont disponibles dans le domaine de l'aéronautique et aucune sur des volumes similaires aux ambitions affichées par le régime.

Dans le cadre des projets analysés (MAMBO, ARIZE, LAMA), il apparaît que le régime a permis d'accélérer considérablement les travaux, d'en augmenter le dimensionnement et d'en améliorer l'efficacité.

L'effet du régime a donc à la fois porté sur l'amélioration des collaborations publiques privées, en termes de nombre de collaborations, mais également s'agissant de la qualité de ces relations. Cet effet apparaît d'autant plus important, dès lors que dans la perspective de la construction des futures générations d'aéronefs, les travaux réalisés visent actuellement les efforts de R&T. Les résultats de ces travaux vont être par la suite développés pour être inclus dans l'architectures des aéronefs, dans les systèmes et sous-systèmes. Le régime s'inscrit donc à un moment particulier où une latitude importante existe encore pour capitaliser sur l'expertise des laboratoires.

# Bibliographie

Ahuja G., Lampert C.M. (2001). « Entrepreneurship in the large corporation: A longitudinal study of how established firms create breakthrough inventions », *Strategic Management Journal*, 22, n° 6-7, p. 521-543.

Alberto Abadie (2021), *Using Synthetic Controls: Feasibility, Data Requirements, and Methodological Aspects*, *Journal of Economic Literature*, 59(2), 391–425

Alberto Abadie, Alexis Diamond, Jens Hainmueller (2010), *Synthetic Control Methods for Comparative Case Studies: Estimating the Effect of California's Tobacco Control Program*, *Journal of the American Statistical Association*, American Statistical Association, vol. 105(490), pages 493-505.

Alberto Abadie and Javier Gardeazabal (2003), *The Economic Costs of Conflict: A Case Study of the Basque Country*, *American Economic Review*, 93(1):113-132.

Luis Aguiar and Philippe Gagnepain (2017), *European Cooperative R&D and Firm Performance: Evidence Based on Funding Differences in Key Actions*, *International Journal of Industrial Organization*, 53, issue C, p. 1-31.

Arora A., Belenzon S., Pataconi A. (2018). « The decline of science in corporate R&D », *Strategic Management Journal*, 39, n° 1, p. 3-32

Corinne Autant-Bernard, Ruben Fotso, Nadine Massard (2020), *Evaluating the impact of public policies on large firms: a synthetic control approach to science industry transfer policies*, halshs-02733210.

Bikard M., Vakili K., Teodoridis F. (2019). « When Collaboration Bridges Institutions: The Impact of University – Industry Collaboration on Academic Productivity », *Organization Science*, 30, n° 2, p. 426-445.

Blumenthal D., Causino N., Campbell E., Louis K.S. (1996). « Relationships between Academic Institutions and Industry in 481 the Life Sciences — An Industry Survey », *New England Journal of Medicine*, 334, n° 6, p. 368-374.

Kirill Borusyak, Xavier Jaravel and Jann Spiess (2021), *Revisiting event study designs: Robust and efficient estimation*, arXiv preprint arXiv:2108.12419.

Brantly Callaway, Andrew Goodman-Bacon and Pedro H.C Sant'Anna (2021), *Difference-in-differences with a continuous treatment*, arXiv preprint arXiv:2107.02637.

Brantly Callaway and Pedro H.C Sant'Anna (2021), *Difference-in-differences with multiple time periods*, *Journal of Econometrics* 225, 200–230.

Cabanes B., Masson P. Le, Weil B. (2020). « Organiser la création de connaissance pour l'innovation de rupture: Des communautés aux sociétés proto-épistémiques d'experts », *Revue Française de Gestion*, 46, n° 288, p. 35-60.

Callaert J., Landoni P., Looy B. Van, Verganti R. (2015). « Scientific yield from collaboration with industry: The relevance of researchers' strategic approaches », *Research Policy*, 44, n° 4, p. 990-998.

Clément de Chaisemartin and Xavier D'Haultfoeuille (2020), *Two-way fixed effects estimators with heterogeneous treatment effects*, *American Economic Review* 110(9), 2964–2996.

Clément de Chaisemartin and Xavier D'Haultfoeuille (2021), *Difference-in-differences estimators of intertemporal treatment effects*, arXiv preprint arXiv:2007.04267.

Clément de Chaisemartin and Xavier D'Haultfoeuille (2022), *Two-Way Fixed Effects and Differences-in-Differences with Heterogeneous Treatment Effects: a survey*, NBER WORKING PAPER SERIES, Working Paper 29691.

- Czarnitzki D., Grimpe C., Toole A.A. (2015). « Delay and secrecy: Does industry sponsorship jeopardize disclosure of academic research? », *Industrial and Corporate Change*, 24, n° 1, p. 251-279.
- Etzkowitz H., Leydesdorff L. (2000). « The dynamics of innovation: From National Systems and “mode 2” to a Triple Helix of university-industry-government relations », *Research Policy*, 29, n° 2, p. 109-123.
- Fleming L. (2001). « Recombinant Uncertainty in Technological Search », *Management Science*, 47, n° 1, p. 117-132.
- Fleming L., Sorenson O. (2004). « Science as a map in technological search », *Strategic Management Journal*, 25, n° 89, p. 909-928.
- Gibbons M., Limoges C., Nowotny H., Schwartzman S., Scott P. (1994). *The New Production of Knowledge*, SAGE Publications Ltd.
- Goldstein A.P., Narayanamurti V. (2018). « Simultaneous pursuit of discovery and invention in the US Department of Energy », *Research Policy*, 47, n° 8, p. 1505-1512.
- Gulbrandsen M., Smeby J.C. (2005). « Industry funding and university professors’ research performance », *Research Policy*, 34, n° 6, p. 932-950.
- Looy B. Van, Callaert J., Debackere K. (2006). « Publication and patent behavior of academic researchers: Conflicting, reinforcing or merely co-existing? », *Research Policy*, 35, n° 4, p. 596-608.
- Narayanamurti V., Odumosu T. (2016). *Cycles of Invention and Discovery: Rethinking the Endless Frontier*
- Nooteboom B., Haverbeke W. Van, Duysters G., Gilsing V., Oord A. van den (2007). « Optimal cognitive distance and absorptive capacity », *Research Policy*, 36, n° 7, p. 1016-1034.
- Perkmann M., Tartari V., McKelvey M., Autio E., Broström A., D’Este P., Fini R., Geuna A., Grimaldi R., Hughes A., Krabel S., Kitson M., Llerena P., Lissoni F., Salter A., Sobrero M. (2013). « Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university-industry relations », *Research Policy*, 42, n° 2, p. 423-442.
- Perkmann M., Salandra R., Tartari V., McKelvey M., Hughes A. (2021). « Academic engagement: A review of the literature 2011-2019 », *Research Policy*, 50, n° 1.
- Plantec Q. (2021). *Couplages science – industrie à double impact : modélisation et tests empiriques*. Gestion et management. Université Paris sciences et lettres.
- Simon Quantin, *Estimation avec le score de propension sous R, Document de travail, Methodologie Statistique*, INSEE, M 2018/01.
- Robbins, Michael W., Jessica Saunders, and Beau Kilmer (2017), *A Framework for Synthetic Control Methods with High-Dimensional, Micro-Level Data: Evaluating a Neighborhood-Specific Crime Intervention*, *Journal of the American Statistical Association* 112 (517): 109–26.
- Stokes D. (1997). *Pasteur’s Quadrant. Basic science and technological innovation*, Brookings Institution
- Elizabeth A. Stuart (2010), *Matching Methods for Causal Inference: A Review and a Look Forward*, *Statist. Sci.* 25 (1) 1.
- Liyang Sun and Sarah Abraham (2021), *Estimating dynamic treatment effects in event studies with heterogeneous treatment effects*, *Journal of Econometrics* 225, 175–199.
- Tijssen R. (2018). « Anatomy of use-inspired researchers: From Pasteur’s Quadrant to Pasteur’s Cube model », *Research Policy*, 47, n° 9, p. 1626-1638.

Yayavaram S., Ahuja G. (2008). « Decomposability in Knowledge Structures and Its Impact on the Usefulness of Inventions and Knowledge-base Malleability », *Administrative Science Quarterly*, 53, n° 2, p. 333–362.

Zahra S.A., Kaul A., Bolívar-Ramos M.T. (2018). « Why corporate science commercialization fails: Integrating diverse perspectives », *Academy of Management Perspectives*, 32, n° 1, p. 156-176

# Annexe 1. Revue de la littérature sur la méthode économétrique d'évaluation

Dans son guide méthodologique pour l'évaluation d'aides d'Etat, la Commission européenne présente les principales méthodes envisageables pour l'identification de l'incidence causale des régimes d'aides.<sup>95</sup> Il s'agit de méthodes dites « contrefactuelles », qui consistent à comparer un résultat obtenu grâce à l'aide concernée avec le résultat qui aurait été obtenu en son absence. Le résultat obtenu grâce à l'aide n'étant par définition observé qu'auprès des entreprises bénéficiaires de l'aide, il est nécessaire de construire un scénario dit « contrefactuel », le plus souvent sur la base d'un groupe dit « de contrôle ». Ce groupe doit être composé d'entreprises qui n'ont pas bénéficié de l'aide et qui sont les plus similaires possibles aux entreprises bénéficiaires de celle-ci.

En pratique, les approches les plus couramment utilisées sont les méthodes quasi expérimentales, à savoir : la méthode des doubles différences, la régression par discontinuité et les variables instrumentales. Les expériences aléatoires et l'estimation de modèles structurels peuvent également être envisagées selon la nature et les caractéristiques du régime d'aides à évaluer, ainsi que la disponibilité des données.

Cette annexe présente une revue de la littérature axée sur la méthode des doubles différences associée à des méthodes d'appariement. Il s'agit de l'approche empirique identifiée par les autorités françaises comme étant la plus pertinente au vu des caractéristiques du régime d'aides et des données disponibles. Elle aborde également d'autres méthodes potentiellement applicables au cas d'espèce.

## 1.1. Approche classique des doubles différences

La méthode des doubles différences est une méthode d'évaluation causale qui consiste à comparer l'écart de performance entre les bénéficiaires d'un plan d'aide et un groupe de contrôle avant et après l'octroi de l'aide. L'évolution observée dans l'écart de performance est alors imputée aux aides d'Etat. Cette méthode repose sur plusieurs hypothèses :

- Une hypothèse nommée SUTVA (« Stable Unit Treatment Value Assumption », pour son sigle en anglais) qui implique qu'il n'y a pas d'interférence ni de variation dans le traitement<sup>96</sup>. C'est-à-dire que le résultat potentiel d'un individu ne varie pas avec le traitement assigné à un autre individu et que pour chaque individu, il n'y a pas de formes ou de versions différentes de traitement ;
- Une hypothèse d'exogénéité qui implique que les variables de contrôle ne sont pas influencées par le traitement ;
- Une hypothèse de tendances parallèles qui implique que les écarts entre les bénéficiaires et le groupe de contrôle sont stables dans le temps et que les deux groupes sont touchés de la même manière par des chocs communs au cours de la période d'analyse.

---

<sup>95</sup> Voir : Commission européenne (2014), Document de travail des services de la commission, Méthodologie commune pour l'évaluation des aides d'Etat, SWD (2014) et l'Annexe 1.

<sup>96</sup> Dans le cadre des méthodes contrefactuelles, on appelle variable de traitement (ou traitement) la variable dont on cherche à mesurer l'effet. Dans le cadre de l'évaluation d'un régime d'aides, elle correspond donc au régime d'aides lui-même.

Lorsque l'on dispose de données de panel<sup>97</sup>, il est fréquent d'implémenter la méthode des doubles différences en utilisant une régression « TWFE » (« Two-Way Fixed Effects » pour son sigle en anglais), selon l'équation suivante :

$$Y_{it} = \alpha_i + \gamma_t + \beta^{TWFE} D_{it} + \delta X_{it} + \varepsilon_{it}$$

Où :

- $Y_{it}$  est la variable de résultat (indicateur de performance d'intérêt) pour une entreprise  $i$  observée à la période  $t$  ;
- $\alpha_i$  est un effet fixe individuel. Il s'agit de variables indicatrices identifiant chaque entreprise dans la base de données ;
- $\gamma_t$  est un effet fixe temporel. Il s'agit de variables indicatrices identifiant les unités temporelles (e.g. années) ;
- $D_{it}$  est la variable de traitement. Il s'agit d'une variable d'interaction entre deux variables indicatrices, chacune identifiant les bénéficiaires de l'aide et la période de l'aide, respectivement ;
- $X_{it}$  est un ensemble de variables de contrôle ;
- $\varepsilon_{it}$  est le terme d'erreur dont la distribution suit une loi normale de moyenne nulle.

Le principal coefficient d'intérêt est  $\beta^{TWFE}$  qui mesure le changement moyen de  $Y_{it}$  chez les entreprises bénéficiaires d'un plan d'aide par rapport aux entreprises qui n'ont pas bénéficié d'aide. On notera que l'estimateur  $\beta^{TWFE}$  est valide si les caractéristiques omises dans  $\varepsilon_{it}$  sont invariantes dans le temps (ou invariantes entre les groupes, comme spécifié ci-dessus). Si des doutes subsistent sur cette invariance, une solution consiste à introduire des valeurs retardées de la variable expliquée parmi les variables explicatives :

$$Y_{it} = \theta Y_{it-1} + \alpha_i + \gamma_t + \beta^{TWFE} D_{it} + \delta X_{it} + \varepsilon_{it}$$

Comme suggéré par Angrist et Pischke (2009), on pourra alors utiliser des valeurs retardées  $Y_{it-2}$  comme un instrument de  $Y_{it-1}$ .

## 1.2 Développements récents

La méthode des doubles différences est une technique couramment utilisée par les économistes car elle est techniquement simple à mettre en pratique et elle permet de « gommer » les déterminants de  $Y_{it}$  qui sont inobservables et fixes au cours du temps. Comme indiqué précédemment, l'estimateur  $\beta^{TWFE}$  permet d'identifier un effet moyen pour toutes les entreprises traitées.

Dans certaines situations, l'estimation d'un effet moyen n'est pas entièrement satisfaisante. Un courant récent de la littérature économétrique a par exemple montré que cette méthode est biaisée lorsque les effets du traitement sont hétérogènes. Dans le cas d'un plan d'aides, cela impliquerait que l'effet de l'aide est différent selon les bénéficiaires. De Chaisemartin et D'Haultfœuille (2020 et WP 2022) montrent que, sous l'hypothèse classique de tendance parallèle, lorsque l'effet du traitement est hétérogène, l'estimateur  $\beta^{TWFE}$  peut être biaisé. Plusieurs auteurs proposent des estimateurs de doubles différences robustes aux effets de traitement hétérogènes.

---

<sup>97</sup> Les données de panel sont des données qui ont à la fois une dimension individuelle et temporelle, c'est-à-dire qu'elles comprennent plusieurs observations au cours du temps pour un même individu statistique.



Tout d'abord, de Chaisemartin et D'Haultfœuille (2020) proposent un estimateur dans le cadre d'un traitement binaire et utilisent l'estimateur DID<sub>M</sub> qui est une moyenne pondérée sur  $t$  de deux types de doubles différences :

- Une double différence comparant l'évolution des résultats  $t - 1$  et  $t$  des groupes passant de non-traités à traités entre ces deux périodes à l'évolution des résultats des groupes non traités aux deux périodes ;
- Une double différence comparant l'évolution des résultats  $t - 1$  et  $t$  des groupes traités aux deux dates à l'évolution des résultats des groupes passant de traités à non-traités entre ces deux périodes.

Par la suite, de Chaisemartin et al. (2022) montrent que l'estimateur DID<sub>M</sub> peut être étendu à des traitements continus. Leur estimateur est présenté dans le cas de deux périodes. Ils font l'hypothèse, qu'entre la première et la deuxième période, le traitement de certaines unités change tandis que celui des autres unités ne change pas. Leur estimateur compare alors l'évolution des résultats de ceux qui changent de traitement et de ceux qui ne changent pas. Avec un traitement continu, de telles comparaisons peuvent être réalisées soit en repondérant par score de propension ceux qui ne changent pas de traitement, soit en ajustant le changement de résultat de ceux qui changent de traitement à l'aide d'une régression non paramétrique du changement de résultat sur le traitement de la première période parmi ceux qui ne changent pas de traitement. Sous des hypothèses de tendances parallèles sur tous les résultats potentiels, les estimations correspondantes identifient une moyenne pondérée de l'effet (pour tous ceux qui changent de traitement) du changement de leur traitement, normalisée par la différence entre la première valeur du traitement et la seconde. Cet effet peut être interprété comme l'effet moyen d'une augmentation du traitement d'une unité sur le résultat.

Un autre point important est celui des effets dynamiques. De nouvelles contributions ont permis de les prendre en compte, et de considérer qu'un groupe de traités peut aussi être impacté par des traitements passés.

Tout d'abord, plusieurs auteurs proposent des estimateurs considérant un traitement binaire avec un design « staggered », c'est-à-dire que les différents groupes ne peuvent passer que de non-traités à traités et qu'ils peuvent le faire à des moments différents. Dans ce cadre, Callaway et Sant'Anna (2021) et Sun et Abraham (2021) proposent de remplacer l'hypothèse de tendances parallèles par rapport au résultat sans traitement par une hypothèse de tendances parallèles par rapport au résultat des observations qui n'ont jamais été traitées.

Callaway et Sant'Anna (2021) considèrent que dans le cadre d'un traitement binaire et « staggered », les groupes peuvent être agrégés en cohortes qui commencent à recevoir le traitement au même moment. Ils cherchent alors à mesurer l'effet moyen du traitement à la période  $c + \ell$  pour une cohorte qui a commencé à recevoir le traitement en période  $c$ . Pour estimer cet effet, ils proposent de comparer, grâce à une double différence, l'évolution du résultat de chaque cohorte entre la période  $c - 1$  et la période  $c + \ell$  à l'évolution du résultat des groupes qui ne sont jamais traités. Les auteurs proposent également un estimateur similaire à celui présenté ci-dessus mais qui utilise comme groupe de contrôle les individus pas encore traités plutôt que ceux qui ne sont jamais traités. Ce dernier estimateur peut s'avérer très utile quand il n'existe aucun groupe qui n'est jamais traité. Callaway et Sant'Anna (2021) proposent également des estimateurs reposant sur une hypothèse des tendances parallèles conditionnelles : dans ce cas, seuls les groupes disposant de caractéristiques similaires ont une évolution similaire de leur résultat sans traitement.

Sun et Abraham (2021) proposent un estimateur similaire à celui de Callaway et Sant'Anna (2021) qui mesure également l'effet du traitement pour une cohorte composée de groupes commençant à recevoir le traitement au même moment. Leur estimateur utilise les groupes qui ne sont jamais traités comme groupe de contrôle ou les groupes traités en dernier s'il n'y a aucun groupe qui n'est jamais traité.

Borusyak et al. (2021) proposent un estimateur qui est assez proche de celui de Callaway et Sant'Anna (2021) et Sun et Abraham (2021), mais qui est plus précis car, plutôt que de comparer l'évolution des résultats entre la période  $c - 1$  et la période  $c + \ell$ , ils proposent de comparer l'évolution de la moyenne des résultats entre la période 1 et la période  $c - 1$  avec la période  $c + \ell$ . Néanmoins, cet estimateur risque d'être plus biaisé que celui des auteurs précédents dans le cas où l'hypothèse des tendances parallèles ne tiendrait pas suffisamment.

D'autres auteurs proposent des estimateurs dans un cadre d'effets dynamiques avec un traitement non binaire ou un design non « staggered ».

En particulier, de Chaisemartin et D'Haultfœuille (2021) proposent des estimateurs robustes aux traitements hétérogènes et dynamiques où les groupes peuvent être agrégés en cohortes selon la date à laquelle ils sont traités pour la première fois. Les auteurs cherchent alors à estimer l'effet moyen pour une cohorte d'avoir été traitée pour la première fois il y a  $\ell$  périodes par rapport au fait de n'avoir jamais été traitée. Ils montrent que, sous l'hypothèse des tendances parallèles, cet effet moyen peut être estimé par une double différence comparant l'évolution des résultats entre les périodes  $c - 1$  et  $c + \ell$  des groupes de la cohorte qui a été traitée pour la première fois à la période  $c$  et des groupes non-traités de la période 1 à  $c + \ell$ . Dans ce design « non-staggered », cet effet est difficile à interpréter car il peut regrouper plusieurs effets différents. Par exemple, certains groupes peuvent être traités pour la première fois à la période  $c$  et parmi ces groupes, certains peuvent rester traités à la période  $c + 1$  tandis que d'autres peuvent ne plus être traités. L'effet mesuré agrègera à la fois l'effet d'être traité pendant deux périodes et celui d'avoir été traité pendant une période il y a une période de cela. Les auteurs proposent donc d'agréger ces effets à partir d'un ratio coût-bénéfice qui est estimé en calculant une somme pondérée sur  $c$  et  $\ell$  des effets du traitement à chaque période, ce qui revient à calculer une somme pondérée de plusieurs doubles différences. Ce ratio peut être interprété comme une moyenne de l'effet produit par l'augmentation d'une unité du traitement.

Hormis le choix de la modélisation qui découle du design du traitement, un des enjeux essentiels de la mise en œuvre de la méthode des doubles différences est de disposer d'un groupe de contrôle suffisamment similaire au groupe de traitement afin que l'effet mesuré soit bien celui du régime d'aides.

## 1.3. Le choix du groupe de contrôle

Dans le cadre de la méthode des doubles différences, comme dans celui plus général des méthodes contrefactuelles, la qualité du groupe de contrôle est une condition fondamentale pour la validité de l'évaluation, encore plus que la méthode d'évaluation en elle-même. Comme le rappelle la Commission européenne dans son guide méthodologique : « *C'est de la qualité de ce groupe de contrôle que dépendra la validité de l'évaluation* »<sup>98</sup>.

Il existe plusieurs méthodes statistiques pour constituer un groupe de contrôle. Les sous-sections suivantes présentent une approche particulièrement adaptée au cas d'espèce : les méthodes d'appariement. A titre subsidiaire, on présente également la méthode du contrôle synthétique.

### 1.3.1. Les méthodes d'appariement

Les méthodes d'appariement utilisent des techniques statistiques pour produire un groupe de contrôle artificiel en cherchant pour chaque individu traité un autre individu non traité (ou un groupe d'individus non traités) comportant des caractéristiques observables les plus proches possibles.

---

<sup>98</sup> Commission européenne (2014), Document de travail des services de la commission, Méthodologie commune pour l'évaluation des aides d'État, SWD (2014), p. 7.

Deux hypothèses sont requises pour la validité des méthodes d'appariement :

- Un support commun (individus avec des caractéristiques similaires dans le groupe de traitement et de contrôle), ainsi chaque observation traitée peut-être associée à au moins une observation non-traitée dans le groupe de contrôle ;
- L'absence de biais de sélection découlant des caractéristiques inobservables : les variables X doivent contenir toute l'information nécessaire pour caractériser les résultats potentiels.

Pour que l'appariement soit le plus juste possible, il est important d'inclure dans la procédure d'appariement toutes les variables connues pour être liées à la fois à l'attribution du traitement et au résultat. En revanche, il ne faut pas inclure des variables qui peuvent avoir été impactées par le traitement. Une façon de s'assurer de cette dernière condition est d'utiliser des variables retardées, d'où l'importance d'avoir des informations sur les caractéristiques des individus avant traitement.

Le choix de la procédure d'appariement se fait en deux étapes : une première qui consiste à définir la distance entre deux individus, c'est-à-dire la mesure de la similarité entre deux individus, et une deuxième qui consiste à choisir la méthode d'appariement.

Il existe trois façons principales de calculer la distance entre deux individus :

- La première est la distance exacte qui considère que deux individus sont similaires uniquement si les valeurs de toutes leurs variables observables pré-traitement sont les mêmes. Bien que l'appariement exact soit l'idéal, la principale difficulté est qu'il ne fonctionne pas très bien lorsque le nombre de covariables est important. Exiger des correspondances exactes conduit souvent à ce que de nombreux individus ne soient pas appariés, ce qui peut entraîner un biais plus important que si les correspondances avaient été inexactes mais que plus d'individus étaient inclus dans l'analyse. Une façon de palier à ce problème est de réaliser un « Coarsened Exact Matching » (CEM) qui consiste à réaliser un appariement exact sur des fourchettes de valeurs plutôt que sur une unique valeur.
- La seconde distance qu'il est possible d'utiliser pour l'appariement est la distance de Mahalanobis qui définit la distance entre deux individus  $i$  et  $j$  de la façon suivante :  $D_{ij} = (X_i - X_j)' \Sigma^{-1} (X_i - X_j)$ . Si l'effet que l'on souhaite mesurer est l'ATT (« Average Treatment Effect of the Treated » pour ces sigles en anglais), alors,  $\Sigma$  est la matrice variance-covariance de X dans le groupe de contrôle complet ; si l'on s'intéresse plutôt à l'ATE (« Average Treatment Effect » pour ces sigles en anglais), alors  $\Sigma$  est la matrice variance-covariance de X dans les groupes de traitement et de contrôle complet. Si X contient des variables catégorielles, elles doivent être converties en une série d'indicateurs binaires, bien que la distance fonctionne mieux avec des variables continues. La distance de Mahalanobis peut fonctionner assez bien lorsqu'il y a relativement peu de covariables, mais elle ne fonctionne pas aussi bien lorsque les covariables sont nombreuses ou qu'elles ne suivent pas des distributions normales. Cela est probablement dû au fait que la métrique d'appariement de Mahalanobis considère toutes les interactions entre les éléments de X avec une importance égale. Avec plus de covariables, l'appariement de Mahalanobis essaie donc d'apparier de plus en plus de ces interactions multivoies.
- La troisième distance que l'on peut utiliser pour l'appariement est la distance entre les scores de propension, le score de propension correspondant à la probabilité pour un individu d'être traité. L'appariement par score de propension consiste à apparier des individus qui, indépendamment du fait qu'ils aient été traités ou non, ont une probabilité proche d'être traités étant donné les covariables observées. La propriété équilibrante du score de propension assure que les unités traitées et non traitées ayant un score de propension identique présentent des distributions des caractéristiques observables similaires. Cette propriété n'est cependant vérifiée que pour le vrai score qui n'est pas observé et doit donc

être estimé. La qualité de l'estimation de l'effet moyen du traitement dépend donc étroitement de celle du score de propension (S. Quantin, 2018). Tout modèle reliant une variable binaire à un ensemble de prédicteurs peut être utilisé pour estimer le score de propension. Le plus couramment utilisé est la régression logistique, bien que les méthodes non paramétriques telles que le « boosted CART » ou les « generalized boosted models » (gbm) affichent souvent de très bonnes performances.

Il est possible de combiner les différentes mesures de distance présentées ci-dessus. Par exemple, il est envisageable d'utiliser un appariement exact sur certaines covariables et le score de propension pour les autres, ou encore de combiner l'appariement par la distance de Mahalanobis et le score de propension.

Une fois que le choix de la distance pour comparer les individus a été fait, il faut utiliser cette distance pour réaliser l'appariement. Il existe plusieurs types d'appariements.

**Le premier type d'appariement possible est l'appariement par plus proche voisin** qui correspond dans sa forme la plus simple à un appariement 1 à 1. Il consiste à sélectionner pour chaque individu traité  $i$  l'individu du groupe de contrôle ayant la plus petite distance avec lui. Une limite de l'appariement simple du plus proche voisin est que l'ordre dans lequel les individus traités sont appariés peut modifier la qualité des appariements. L'*appariement optimal* évite ce problème en prenant en compte l'ensemble des correspondances lors du choix des correspondances individuelles, en minimisant une mesure de distance globale.

Lorsqu'il y a un grand nombre d'individus dans le groupe de contrôle, il est parfois possible d'obtenir plusieurs bons appariements pour chaque individu traité, on appelle alors cela le « *ratio matching* ». Le nombre de voisins à retenir repose alors sur un compromis classique biais-variance. Augmenter le nombre de voisins permet de réduire la variance en augmentant la taille de l'échantillon apparié mais peut engendrer un biais dans l'estimation puisque le 2<sup>ème</sup>, 3<sup>ème</sup> etc. individus retenus peuvent de fait être de plus en plus éloignés de l'individu traité.

Un autre enjeu clé porte sur l'opportunité d'utiliser un même individu du groupe de contrôle pour différents individus du groupe traité. L'appariement avec remise permet d'améliorer la qualité de l'appariement si un individu du groupe de contrôle ressemble à plusieurs individus du groupe de traitement et peut être une nécessité dans le cas où le groupe de contrôle contient un nombre assez faible d'individus. Néanmoins, l'inférence devient plus complexe lors de l'appariement avec remise, car les contrôles appariés ne sont plus indépendants puisque certains font partie de l'échantillon apparié plus d'une fois et cela doit être pris en compte dans l'analyse des résultats, par exemple en utilisant des pondérations de fréquence.

**Le second type d'appariement est l'appariement par stratification** qui forme des groupes d'individus qui sont similaires par exemple, tel que défini par les quantiles de la distribution des scores de propension. La validité de cette méthode repose sur le respect de la propriété équilibrante au sein de chaque strate. La fixation du nombre de strates et de leurs intervalles doit donc être guidée par cet objectif. En pratique, les strates sont souvent définies en fonction des quantiles du score de propension, ce qui conduit à construire cinq strates de taille identique. Les méthodes de *Full matching* sont une extension de la méthode de stratification où le nombre de strates est déterminé empiriquement.

**Le troisième type d'appariement possible est l'appariement par pondération** qui consiste à appliquer un poids à chaque individu de sorte que la distribution des caractéristiques pertinentes soit identique dans le groupe de contrôle et dans le groupe de traitement une fois ces poids appliqués. Une première pondération possible consiste à pondérer chaque individu par l'inverse de son score de propension. Cette pondération permet de mesurer l'ATE. Formellement, les poids sont les suivants :  $w_i = \frac{T_i}{\hat{e}_i} + \frac{1-T_i}{1-\hat{e}_i}$  où  $\hat{e}_k$  est le score de propension estimé de l'individu  $k$ .

Pour mesurer l'ATT, il est possible de pondérer par les « odds » et les poids sont alors les suivants :  $w_i = T_i + (1 - T_i) \frac{\hat{e}_i}{1 - \hat{e}_i}$ . Avec cette pondération, on attribue un poids de 1 aux individus traités et un poids de  $\frac{\hat{e}_i}{1 - \hat{e}_i}$  aux individus non-traités. La pondération par noyau (kernel matching) quant à elle est une méthode de pondération qui calcule une moyenne sur plusieurs individus du groupe de contrôle pour chaque individu traité, avec des poids définis par leur distance. Un des inconvénients de la pondération est que la variance peut être très grande si les poids sont extrêmes, par exemple si les scores de propension estimés sont proches de 0 ou 1.

Enfin, quelle que soit la méthode choisie, la bonne qualité de l'appariement effectué doit être vérifiée. Il s'agit notamment de comparer les distributions des covariables dans l'échantillon des individus traités et dans l'échantillon de contrôle en utilisant par exemple un test de différences de moyennes ou une différence de moyennes standardisées pour vérifier que l'appariement a bien permis de réduire fortement les différences entre les groupes des individus traités et non traités.

### 1.3.2. La méthode du contrôle synthétique

La méthode du contrôle synthétique est une méthode d'inférence causale développée par Abadie et Gardeazabal (2003) qui contrairement aux méthodes d'évaluation contrefactuelles, qui visent à évaluer l'effet moyen d'un traitement, permet d'évaluer l'effet individuel d'un traitement.

En pratique, lors de la création du groupe de contrôle, il est souvent difficile de trouver un individu non traité avec des caractéristiques suffisamment proches de l'individu traité. L'idée derrière l'approche du contrôle synthétique est qu'une combinaison d'individus fournit souvent une meilleure comparaison pour l'individu traité que n'importe quel individu non traité seul. Ainsi, l'objectif de cette méthode est de construire un contrefactuel valide pour chaque individu traité à l'aide d'une combinaison linéaire pondérée d'individus non traités qui reproduisent les caractéristiques pré-traitement de l'individu traité.

Le principe de la construction du contrefactuel est de sélectionner les individus non-traités de sorte que leurs caractéristiques pré-traitement soient les plus proches possible de celles de l'individu traité. Pour cela, tous les individus non traités sont considérés comme appartenant à un ensemble de contrefactuels potentiels appelé « donor pool », et chaque contrefactuel potentiel va contribuer avec un certain poids à la reconstruction des valeurs des variables pré-traitement de l'individu traité. Le calcul des poids optimaux se fait en deux étapes. La première étape consiste à trouver une combinaison d'individus non-traités au sein du « donor pool » de sorte que la différence entre les valeurs des variables prédictives de l'individu traité et des individus de contrôle soit la plus petite possible. La seconde étape consiste à trouver les poids optimaux des variables prédictives puisque les covariables sont pondérées selon l'importance de leur pouvoir prédictif sur la variable de résultat. Une fois les poids de chaque individu du groupe de contrôle calculés, le résultat contrefactuel de l'individu traité est estimé par la combinaison linéaire pondérée des résultats observés des individus du groupe de contrôle. Finalement, l'impact du traitement sur l'individu traité est mesuré en comparant le résultat observé de l'individu traité à son résultat contrefactuel estimé qui est le résultat qu'il aurait obtenu en l'absence de traitement.

Cette méthode est généralement utilisée pour estimer l'impact de politiques publiques à des niveaux agrégés, par exemple au niveau d'un Etat ou d'une région. Néanmoins comme l'explique Autant-Bernard et al. (2020), cette méthode peut également être utilisée pour estimer l'impact de politiques publiques sur des grandes entreprises, pour lesquelles il est souvent difficile de trouver des entreprises avec des caractéristiques similaires.

Abadie (2021) présente une revue complète des avantages et difficultés méthodologiques liés à cette méthodologie. Il montre aussi que des développements récents permettent d'étendre l'approche aux cas avec de multiples unités traitées. Robbins, Saunders, and Kilmer (2017) proposent notamment de construire un seul contrôle synthétique retraçant les valeurs agrégées des covariables du groupe des unités traitées.

# Annexe 2. Résultats de l'appariement selon l'algorithme des trois plus proches voisins (*knn3*)

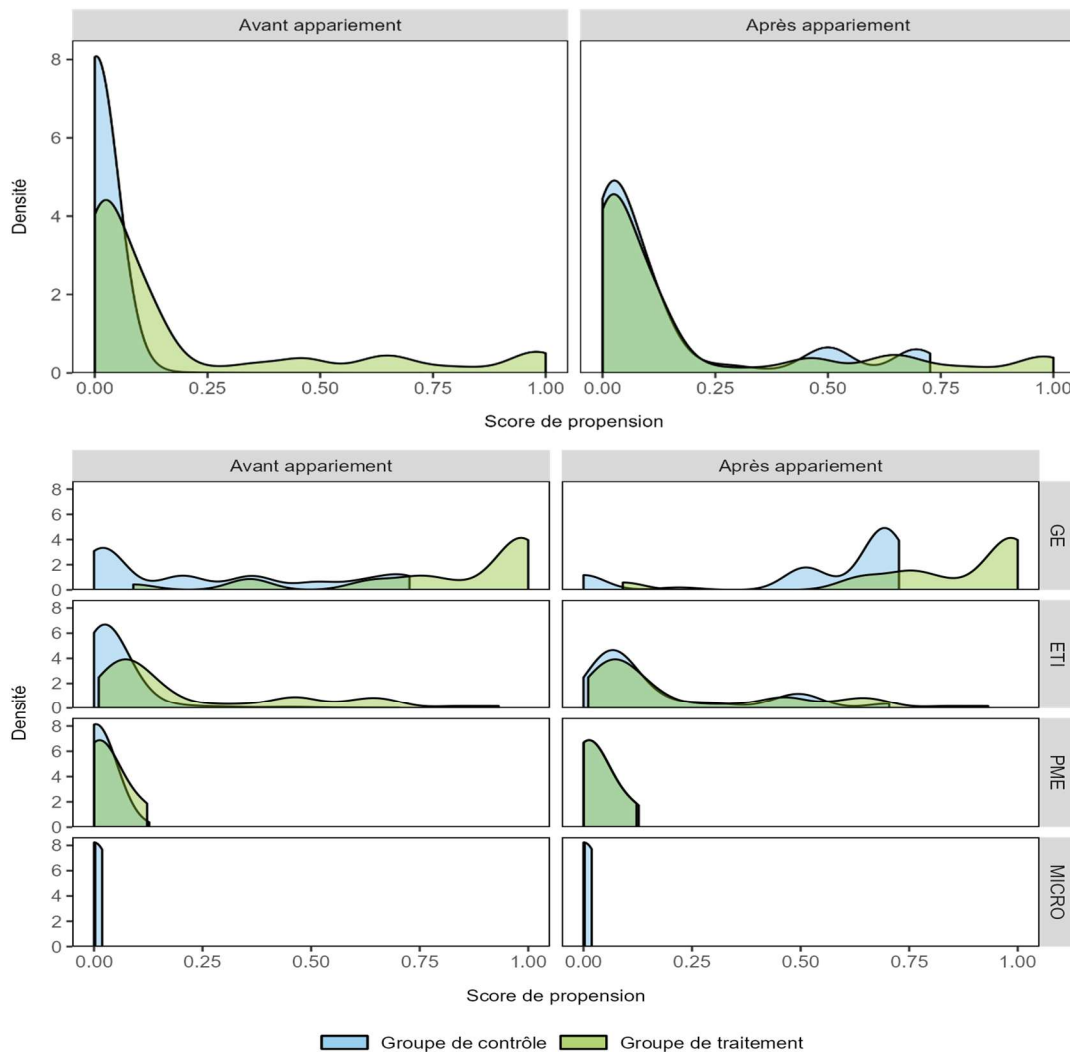
La mise en œuvre de l'appariement par score de propension selon l'algorithme des trois plus proches voisins a été réalisée sur la base de données de non-bénéficiaires potentiels, constituée de près de 24 500 entreprises candidates pour 155 bénéficiaires.

**Cette méthode d'appariement n'a pas permis de trouver de comparable pour 5 entreprises bénéficiaires**, qui sont toutes des grandes entreprises. Ce résultat, anticipé du fait de la spécificité des grandes entreprises bénéficiaires, conforte le choix du plan d'évaluation, qui consiste à utiliser prioritairement l'analyse économétrique pour les PME/ETI, et à doubler l'analyse économétrique d'une approche par la théorie du changement, pour les grandes entreprises notamment.

Après appariement, le groupe des bénéficiaires se compose donc de 150 entreprises tandis que le groupe de comparaison se compose de 344 entreprises.

Concernant les entreprises pour lesquelles des comparables ont été trouvés, afin d'apprécier la qualité de l'appariement, les densités des scores de propension et covariables avant et après appariement sont visuellement comparées. La Figure ci-dessous montre que, tous bénéficiaires confondus, les scores de propension après appariement sont davantage similaires entre les deux groupes. Ainsi, l'hypothèse de support commun est validée.

**Figure 31. Comparaison des scores de propension avant et après appariement entre bénéficiaires et non bénéficiaires (haut : tous bénéficiaires ; bas : par catégorie d'entreprise)**

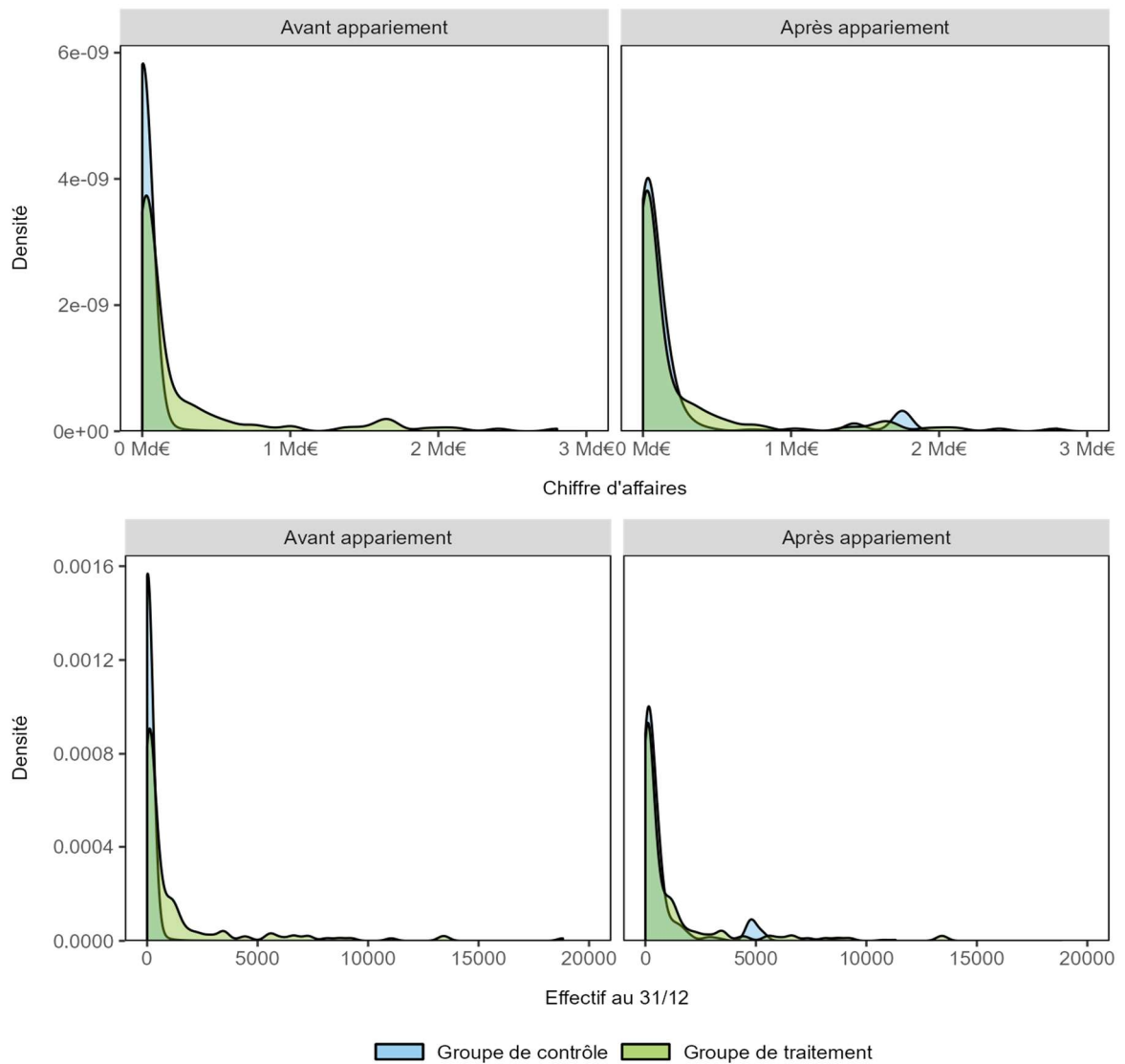


Source : Données BIC-IS, BTS-Poste, FARE, JEI, REP\_COVID RG, Analyse Deloitte Finance

En revanche, par catégorie d'entreprise, une hétérogénéité sur la validation de l'hypothèse de support commun est mise en lumière, comme le montre la Figure ci-dessus. Cette dernière est validée pour les ETI, PME et MICRO mais s'agissant des grandes entreprises en revanche, les densités ne se superposent pas. Ce résultat conforte encore une fois le choix du plan d'évaluation, qui consiste à utiliser prioritairement l'analyse économétrique pour les PME/ETI.

En plus de la comparaison des scores de propension entre les deux groupes, avant et après appariement, les caractéristiques observables ayant permis de définir le groupe de comparaison sont comparées entre les deux groupes. Les résultats issus de ces comparaisons sont satisfaisants puisqu'ils tendent à conclure visuellement que l'appariement permet d'équilibrer la distribution du chiffre d'affaires et de l'effectif total, comme le montrent les Figures ci-après. En revanche, en comparaison avec l'appariement par plus proche voisin (*knn1*), la qualité de l'appariement par trois plus proches voisins (*knn3*) semble moindre.

**Figure 32. Comparaison du chiffre d'affaires et de l'effectif au 31/12 avant et après appariement entre bénéficiaires et non bénéficiaires (haut : chiffre d'affaires ; bas : effectif au 31/12)**

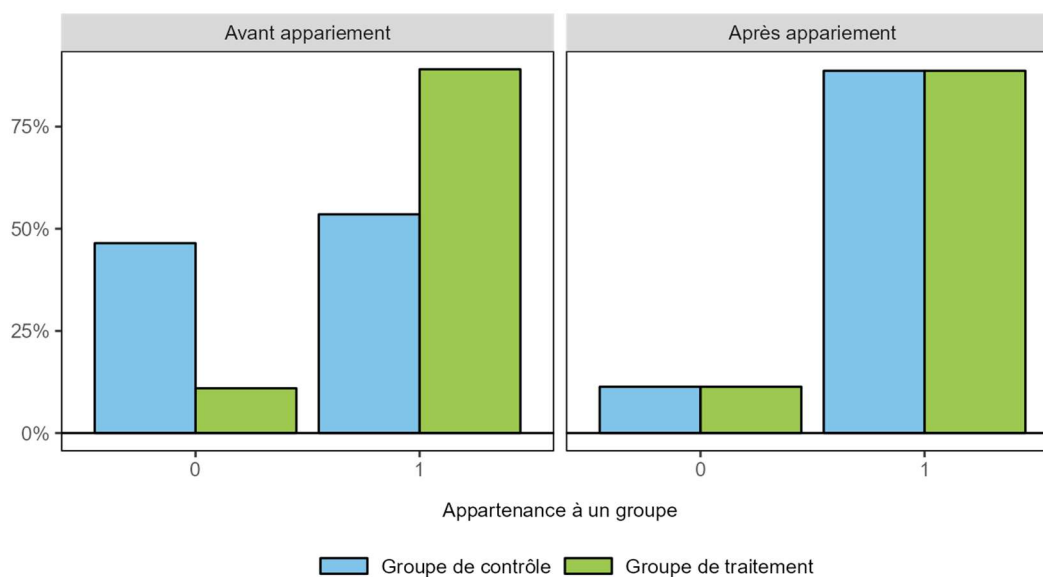


Source : Données BIC-IS, BTS-Poste, FARE, JEI, REP\_COVID RG, Analyse Deloitte Finance

Enfin, l'exploration de la variable « appartenance à un groupe » confirme également une distribution plus équilibrée entre les deux groupes après appariement.



**Figure 33. Comparaison la répartition des entreprises selon l'appartenance à un groupe, avant et après appariement entre bénéficiaires et non bénéficiaires**



Source : Données FARE, Analyse Deloitte Finance

Par ailleurs, des tests de différence de tendance centrale (équivalents à des tests de différence de moyenne) sont réalisés pour comparer le groupe des bénéficiaires et le groupe de comparaison composé de non-bénéficiaires sur les variables quantitatives ayant permis de définir le groupe de comparaison. Ces derniers confirment que la qualité de l'appariement par trois plus proches voisins est moindre puisqu'ils démontrent qu'il y a des différences (en termes de tendance centrale) entre les deux groupes.

**Tableau 28. Résultat des tests de différence de tendance centrale (tests de Wilcoxon)<sup>99</sup>**

Variable	Taille du groupe 1 Non bénéficiaires	Taille du groupe 2 Bénéficiaires	Statistique	P-value
Chiffre d'affaires	344	150	20262	0,000147
Effectif au 31/12	344	150	20661	0,000428
Capital social	344	150	21202,5	0,00163
Ratio Emprunts/Capitaux propres	344	150	23880	0,188

Source : Analyse Deloitte Finance

<sup>99</sup> Des tests de Wilcoxon ont été réalisés et non pas des tests de Student (tests de différence de moyenne) car la distribution des variables ne suit pas une loi normale. Pour le test de Wilcoxon, l'hypothèse nulle correspond au cas où il n'y a pas de différence (en termes de tendance centrale) entre les deux groupes de la population. Ainsi, une P-Value supérieure à 0,05 conduit à ne pas rejeter l'hypothèse nulle et donc à considérer qu'il n'y a pas de différence (en termes de tendance centrale) entre les deux groupes de la population.

L'ensemble des résultats présentés démontrent que l'appariement selon l'algorithme des trois plus proches voisins (*knn3*) est moins concluant que celui selon l'algorithme du plus proche voisin (*knn1*), notamment au niveau des tests de différence de tendance centrale qui montrent la présence de différences significatives entre les variables observées.

L'utilisation de cet échantillon apparié n'est alors pas privilégiée pour réaliser l'analyse économétrique. Néanmoins, l'analyse pourra être réalisée sur cet échantillon comme test de robustesse.

# Annexe 3. Détail des résultats de la spécification principale de l'évaluation économétrique

Cette annexe présente le détail des résultats de la spécification principale de l'évaluation économétrique. Pour rappel, la spécification principale de l'évaluation correspond à l'estimation de l'impact du régime d'aides n° SA.59366 sur l'emploi R&D à l'aide d'un modèle de doubles différences classique (TWFE) sur un échantillon apparié par la méthode d'appariement du plus proche voisin (*knn1*).

## 3.1. Résultats de la spécification principale sans variables de contrôle (modèle V0)

Sans variables de contrôle, l'estimation permet de conclure à un effet positif et significatif du régime d'aides n° SA.59366 de 16 %<sup>100</sup> sur l'emploi R&D des bénéficiaires. Ce résultat est stable et significatif à 5 % quel que soit l'échantillon (avec ou sans grandes entreprises) considéré.

**Tableau 29. Résultats de la spécification principale sans variables de contrôle (modèle V0), avec et sans les grandes entreprises (GE) dans l'échantillon**

	<i>Dependent variable:</i>	
	log(Emploi R&D en ETP)	
	Avec GE	Sans GE
Traitement	0,150** (0.064)	0,149** (0.066)
Observations	1 692	1 632
R <sup>2</sup>	0.959	0.952
Adjusted R <sup>2</sup>	0.950	0.942
Residual Std. Error	0.464 (df = 1 404)	0.468 (df = 1 354)

*Note:* \*p<0.1; \*\*p<0.05; \*\*\*p<0.01  
 Les deux spécifications sont estimées avec un effet fixe individuel (entreprise) et temporel (année).  
 Les écarts-types calculés sont des écarts-types robustes clusterisés au niveau de l'entreprise.

Source : Analyse Deloitte Finance

<sup>100</sup>  $e^{0,15} - 1 = 0,162$  et  $e^{0,149} - 1 = 0,161$ .

## 3.2. Résultats de la spécification principale avec variables de contrôle (modèle V1)

Avec variables de contrôle, dont l'activité partielle pour contrôler pour l'impact de la crise COVID-19, l'estimation permet de conclure à un effet positif et significatif du régime d'aides n° SA.59366 de 15 %<sup>101</sup> sur l'emploi R&D des bénéficiaires. Ce résultat est stable et significatif à 5 % quel que soit l'échantillon (avec ou sans grandes entreprises) considéré.

Les résultats révèlent également que les grandes entreprises ont un effectif R&D en moyenne 38 %<sup>102</sup> plus élevé que celui des ETI. En revanche, l'effectif R&D des PME est 42 %<sup>103</sup> moins élevé en moyenne que celui des ETI, alors que les Microentreprises ont un effectif inférieur d'environ 75 %<sup>104</sup> en comparaison à celui des ETI.

Les coefficients associés aux autres variables explicatives (appartenance à un groupe, montant d'exonérations JEI et activité partielle) ne sont pas significatifs.

**Tableau 30. Résultats de la spécification principale avec variables de contrôle (modèle V1), avec et sans les grandes entreprises (GE) dans l'échantillon**

	<i>Dependent variable:</i>	
	log(Emploi R&D en ETP)	
	Avec GE	Sans GE
Traitement	0.138** (0.063)	0.139** (0.064)
Catégorie d'entreprise - GE	0.320** (0.147)	
Catégorie d'entreprise - PME	-0.540*** (0.152)	-0.539*** (0.152)
Catégorie d'entreprise - MICRO	-1.403*** (0.253)	-1.402*** (0.253)
Appartenance à un groupe	0.046 (0.309)	0.046 (0.309)
Montant d'exonérations JEI	-0.000 (0.000)	-0.000 (0.000)
Activité partielle	-0.066 (0.064)	-0.058 (0.067)
Observations	1 692	1 632
R <sup>2</sup>	0.961	0.954
Adjusted R <sup>2</sup>	0.953	0.944
Residual Std. Error	0.453 (df = 1 398)	0.457 (df = 1 348)

*Note:* \*p<0.1; \*\*p<0.05; \*\*\*p<0.01

Les deux spécifications sont estimées avec un effet fixe individuel (entreprise) et temporel (année).

Les écarts-types calculés sont des écarts-types robustes clusterisés au niveau de l'entreprise.

Source : Analyse Deloitte Finance

<sup>101</sup>  $e^{0,138} - 1 = 0,148$  et  $e^{0,139} - 1 = 0,149$ .

<sup>102</sup>  $e^{0,32} - 1 = 0,377$ .

<sup>103</sup>  $e^{-0,54} - 1 = -0,417$  et  $e^{-0,539} - 1 = -0,417$ .

<sup>104</sup>  $e^{-1,403} - 1 = -0,754$  et  $e^{-1,402} - 1 = -0,754$ .

### 3.3. Résultats de la spécification principale avec variables de contrôle (modèle V2)

Avec variables de contrôle, dont le nombre d'échéances reportées lorsqu'une entreprise a recours au report de cotisations employeur pour contrôler pour l'impact de la crise COVID-19, l'estimation permet là encore de conclure à un effet positif et significatif du régime d'aides n° SA.59366 de 15 %<sup>105</sup> sur l'emploi R&D des bénéficiaires. Ce résultat est stable et significatif à 5 % quel que soit l'échantillon (avec ou sans grandes entreprises) considéré.

Les résultats révèlent également que les grandes entreprises ont un effectif R&D en moyenne 36 %<sup>106</sup> plus élevé que celui des ETI. En revanche, l'effectif R&D des PME est 42 %<sup>107</sup> moins élevé en moyenne que celui de ETI, alors que les Microentreprises ont un effectif inférieur d'environ 76 %<sup>108</sup> en comparaison à celui des ETI.

Les coefficients associés aux autres variables explicatives (appartenance à un groupe, montant d'exonérations JEI) ne sont pas significatifs. Le nombre d'échéances reportées semble toutefois impacter positivement l'emploi R&D.

**Tableau 31. Résultats de la spécification principale avec variables de contrôle (modèle V2), avec et sans les grandes entreprises (GE) dans l'échantillon**

	<i>Dependent variable:</i>	
	log(Emploi R&D en ETP)	
	Avec GE	Sans GE
Traitement	0.138** (0.063)	0.138** (0.065)
Catégorie d'entreprise - GE	0.309** (0.137)	
Catégorie d'entreprise - PME	-0.544*** (0.151)	-0.543*** (0.152)
Catégorie d'entreprise - MICRO	-1.417*** (0.255)	-1.414*** (0.255)
Appartenance à un groupe	0.052 (0.310)	0.051 (0.310)
Montant d'exonérations JEI	-0.000 (0.000)	-0.000 (0.000)
Nombre d'échéances reportées	0.002* (0.001)	0.002 (0.002)
Observations	1 692	1 632
R <sup>2</sup>	0.961	0.954
Adjusted R <sup>2</sup>	0.953	0.944
Residual Std. Error	0.453 (df = 1 398)	0.457 (df = 1 348)

*Note:* \*p<0.1; \*\*p<0.05; \*\*\*p<0.01

Les deux spécifications sont estimées avec un effet fixe individuel (entreprise) et temporel (année).

Les écarts-types calculés sont des écarts-types robustes clusterisés au niveau de l'entreprise.

Source : Analyse Deloitte Finance

<sup>105</sup>  $e^{0,138} - 1 = 0,148$ .

<sup>106</sup>  $e^{0,309} - 1 = 0,362$ .

<sup>107</sup>  $e^{-0,544} - 1 = -0,42$  et  $e^{-0,543} - 1 = -0,42$ .

<sup>108</sup>  $e^{-1,417} - 1 = -0,758$  et  $e^{-1,414} - 1 = -0,757$ .

# Annexe 4. Etude de cas n°1 : Les collaborations de recherche entre acteurs industriels et acteurs académiques dans le cadre du régime d'aide à l'aéronautique

## 4.1. Introduction

Le régime d'aide n°SA.59366 est destiné aux entreprises de la filière aéronautique avec l'objectif de contribuer aux objectifs de décarbonation, mais également à la compétitivité de la filière et à la sécurité du transport aérien.

Si à l'examen du type de projets financés, le régime est fortement tourné vers la recherche industrielle, il bénéficie également à des acteurs académiques et constitue ainsi un levier permettant de renforcer les collaborations entre acteurs industriels et acteurs académiques au sein de la filière aéronautique.

Le développement des relations entre ces deux types d'acteurs, et l'amélioration de la qualité des relations, est un enjeu de politique publique, car c'est une condition importante pour l'existence d'un écosystème innovant en capacité de soutenir l'amélioration de la compétitivité et l'atteinte des grands objectifs stratégiques visés par le régime.

Dans ce contexte, l'objectif de cette étude de cas est double : comprendre l'effet du régime d'aide sur les coopérations publiques-privées d'une part, et l'impact de ces coopérations d'autre part.

La première section propose une synthèse de la littérature et circonscrit le cadre théorique. Les analyses empirique, statistique et qualitative, sont présentées en section 4.3 et 4.4. La section 4.5 analyse de manière croisée les enjeux des coopérations par une analyse croisée de 3 projets.

## 4.2. Revue synthétique de la littérature sur les relations de recherche entre acteurs industriels et acteurs académiques

### 4.2.1. Une approche identifiant un double impact simultané

La littérature compte de nombreux travaux sur les relations de recherche entre acteurs industriels et acteurs académiques (voir Plantec, 2021 pour une revue). La perspective dominante considère un « double impact simultané ». La collaboration au sein d'un même projet devrait conduire à des interactions vertueuses entre les activités de recherche académique et les activités de développement des acteurs industriels. Cela suppose que les activités de recherche scientifique aient un impact positif sur la capacité à générer des inventions, et inversement, que les activités de développement de produits, procédés ou services aient un impact positif sur la capacité à générer des publications scientifiques.

Cette approche est largement mobilisée dans les travaux théoriques et empiriques et a servi de cadre à de nombreux travaux empiriques qui visent à mieux comprendre les mécanismes de collaboration (en termes de degré et de type) mais également les effets de cette collaboration sur la qualité de l'innovation. Deux dimensions concernant la qualité de l'innovation sont principalement analysées :

- la valeur économique de l'invention, souvent mesurée à partir de la puissance de diffusion de l'innovation dans un écosystème donné et,
- la nouveauté ou radicalité de l'innovation, soit la capacité de rupture apportée par l'invention par rapport à l'existant.

### 4.2.2. Effets causaux des activités de recherche scientifique sur la qualité des nouveaux produits

Dans un premier temps, la littérature documente dans quelle mesure la recherche scientifique des acteurs académiques peut concourir aux activités de développement de nouveaux produits, procédés ou services d'acteurs industriels (Fleming, 2001 ; Fleming & Sorenson, 2004).

D'un point de vue théorique, les connaissances scientifiques sont développées de manière régulière par les acteurs académiques leur permettant d'être situés à la frontière des savoirs. Dans une industrie comme l'aéronautique, dans laquelle l'innovation repose sur les connaissances scientifiques (et y repose de plus en plus), cela peut jouer un rôle clé pour les performances de l'innovation et la compétitivité des acteurs. Une fois développées, ces nouvelles connaissances scientifiques sont soit combinées avec d'autres connaissances pour permettre de concevoir une invention, soit utilisées pour favoriser d'autres combinaisons de connaissances (Ahuja & Lampert, 2001 ; Fleming, 2001 ; Fleming & Sorenson, 2004 ; Yayavaram & Ahuja, 2008). Il s'agit typiquement de la phase de confrontation entre la problématique de l'industriel et l'expertise scientifique de l'académique qui va donner lieu à la création d'une nouvelle solution. La littérature montre également que la dynamique est vertueuse : recourir à des connaissances scientifiques favorise des inventions de qualité (originalité, nouveauté, valeur).

Néanmoins, la littérature indique que le lien entre connaissances scientifiques nouvelles et inventions n'est pas mécanique et que les connaissances scientifiques mettent un temps conséquent avant d'être intégrées dans des inventions. En effet, les acteurs industriels font face à des difficultés d'intégration, d'assimilation et d'utilisation de connaissances scientifiques nouvelles dans leurs processus inventifs. Les origines de cette difficulté sont de plusieurs natures. Il existe une certaine inertie dans les entreprises du fait de routines, nécessaire au processus d'innovation et industriel, qui limite la capacité à intégrer et utiliser de nouvelles connaissances. Par ailleurs, les

processus d'innovation sont de plus en plus complexes et nécessitent une quantité croissante de connaissances de différentes natures.

Cette problématique semble accentuée dans le cas où il n'y a pas de collaboration entre les deux entités dans la phase de recherche. Cela vient notamment des barrières institutionnelles qui rendent difficile l'établissement d'un cadre de travail commun (Arora & al., 2018 ; Zahra & al., 2018 ; Noteboom & al., 2007 ; Cabanes & al., 2020). Les industriels et académiques ont différentes approches de la recherche et ont également tendance à travailler sur différents types de projets de recherche. Si des pratiques telles que le secret ou le brevetage sont bien adaptées à une commercialisation efficace des résultats de la recherche, elles peuvent constituer des obstacles à la valorisation de la recherche académique. Ainsi, ces pratiques peuvent constituer des barrières à la collaboration entre acteurs industriels et académiques.

**Le développement des collaborations avec des acteurs académiques peut avoir à cet égard plusieurs effets pour les entreprises participantes :**

- Accélération de l'acquisition et de l'exploitation des connaissances scientifiques au sein des entreprises ;
- Accès à une expertise de pointe afin de résoudre des difficultés techniques particulières ;
- Accès à des équipements spécifiques et des capacités de tests, de simulations ;
- Réduction des efforts de recherche internes en renonçant aux développements de certaines briques technologiques situées en amont<sup>109</sup>.

**Ces effets seront testés lors des entretiens.**

#### **4.2.3. Effets causaux des activités de développement de nouveaux produits sur la qualité de la science**

Dans un second temps, la littérature souligne dans quelle mesure les activités de développement de nouveaux produits, procédés ou services pourraient concourir aux activités de recherche scientifique (Perkmann & al., 2013 ; 2021).

Elle met en évidence des effets différents des activités de développement de produits, procédés ou services :

- soit, elles apparaissent comme une interférence au regard du bon déroulement des activités scientifiques (pratiques du secret, limitation de la circulation des connaissances, orientation vers l'application et limite de la sérendipité),
- soit, elles apparaissent comme conduisant à une hybridation positive entre besoins industriels et sciences où les chercheurs sont amenés à conduire des travaux fondamentaux tout en conservant une orientation vers l'usage.

Cela suppose que des conditions particulières soient présentes pour pouvoir faire basculer la collaboration d'un système potentiellement néfaste à un système vertueux (Blumenthal & al., 1996 ; Czarnitzki & al., 2015 ; Gibbons & al., 1994 ; Etkowitz & Leydesdorff, 2000 ; Stokes, 1997). Ces conditions sont souvent propres à chaque projet de recherche, avec souvent un point focal sur la question de la propriété intellectuelle, et doivent être discutées à son lancement.

Par ailleurs, la littérature montre que les chercheurs qui collaborent avec l'industrie et donc qui sont exposés aux activités de développement de produits, procédés ou services nouveaux, ou qui sont eux-mêmes producteurs d'éléments tangibles associés à ces activités, enregistrent une productivité de recherche supérieure à celle de leurs pairs. Toutefois, l'identification de l'origine de cette productivité supérieure (causalité) n'est pas évidente car de

---

<sup>109</sup> Ceci permet d'une part de réduire les risques pour l'entreprise et d'autre part, une diversification plus grande des possibilités d'exploitation, y compris pour de futures recherches.



multiples facteurs interfèrent (« effet Matthew », influence des pairs, performances antérieures plus élevées, effets de réputation) (Guldbrandsen & Smeby, 2005 ; Tijssen, 2018 ; Bikard & al., 2019).

En outre, la performance scientifique peut être renforcée par l'accès à de nouvelles idées, la capacité de tests, la diversité des équipes favorisant la créativité, etc. (Van Looy & al., 2006 ; Callaert & al., 2015 ; Narayanamurti & Odumosu, 2016 ; Goldstein & Naryanamurti, 2018).

**Le développement des collaborations avec des acteurs industriels peut avoir à cet égard plusieurs effets pour les laboratoires participants :**

- Obtention d'une meilleure compréhension des besoins industriels et assurer une plus grande valorisation des travaux ;
- Stimulation de la créativité et de l'acquisition de nouvelles idées ;
- Obtention des retours / informations de la part des industriels permettant d'améliorer la qualité des recherches ;
- Accès à des espaces de tests ou des équipements qui ne seraient pas accessibles hors collaborations ;
- Augmentation des efforts de recherche réalisés grâce aux financements obtenus.

**Ces effets seront testés lors des entretiens.**

- ⇒ La littérature souligne le « double impact simultané » de la collaboration entre acteurs académiques et acteurs industriels. Cela nécessite toutefois des conditions particulières pour que la relation soit vertueuse à la fois durant le projet de recherche et que cela s'exprime en performance supérieure à la fin du projet par rapport à un projet sans volet collaboratif industriel-académique.

## 4.3. Panorama synthétique des enjeux de coopération et de structuration de la filière aéronautique en France

L'aéronautique est une industrie très innovante. Selon les chiffres du ministère de la recherche (2019), la construction aéronautique et spatiale représente 3,7 Mrds€ de dépenses de R&D, ce qui en fait le deuxième secteur réalisant le plus d'effort de R&D derrière l'automobile. Le secteur bénéficiait d'une dynamique positive (croissance des dépenses de 4,7 % entre 2018 et 2019), qui a cependant été très affectée par la crise (baisse de 12 % des dépenses de R&D entre 2019 et 2020). Pour soutenir l'innovation, le secteur a besoin des coopérations entre laboratoires publics et industriels.

Les collaborations sont marquées par l'organisation de la filière, qui est en effet très pyramidale, structurée autour des intégrateurs qui sont les principaux donneurs d'ordre. La recherche publique est structurée autour de deux acteurs majeurs : l'ONERA et le CERFACS. Centres de recherche fondamentale et appliquée, ils travaillent en étroite collaboration avec les principaux donneurs d'ordre aéronautiques français. L'écosystème de recherche rassemble également des laboratoires de recherche universitaires et/ou rattachés au CNRS travaillant sur des sujets plus amont.

- ⇒ La proximité de l'ONERA avec les industriels et son positionnement favorise les coopérations entre acteurs publics et acteurs privés, d'autant que ce dernier a la capacité de financer d'autres laboratoires publics de recherche afin de mobiliser leur expertise.

L'agenda de recherche de la filière est très largement coordonné au sein du CORAC qui permet l'échange entre acteurs industriels, laboratoires académiques et la DGAC. Tous les acteurs ne sont pas présents ou n'ont pas accès à la feuille de route pour des raisons de confidentialité des agendas de recherche. Toutefois, l'ONERA peut servir de relais vis-à-vis des acteurs académiques n'ayant pas accès à cette feuille de route. L'information peut également transiter directement entre industriels, parties prenantes et acteurs académiques lorsque des relations préexistent.

- ⇒ Cette coordination des agendas de recherche permet une meilleure articulation entre les besoins industriels et les travaux réalisés dans les laboratoires académiques, assurant ainsi de meilleures chances de construire un projet coopératif et plus généralement, de valoriser les travaux de recherche. A l'inverse, elle favorise la reproduction des relations entre les acteurs, notamment vis-à-vis de l'arrivée de nouveaux acteurs académiques dans les réseaux.

## 4.4. Analyse statistique des projets collaboratifs dans le cadre du régime d'aide à l'aéronautique

L'analyse statistique vise à mieux appréhender et quantifier la dimension collaborative du programme aéronautique parmi les 204 projets soutenus par la DGAC.

34 laboratoires et acteurs académiques sont bénéficiaires du programme de soutien à l'aéronautique, ce qui représente 15,2 % du total des bénéficiaires. En volume, c'est la catégorie de bénéficiaires la moins représentée derrière les Grands Groupes, les ETI (18,3 %) et les PME (25,4 %). L'essentiel du soutien (monétaire) est apporté aux Grands Groupes, suivis par les des ETI (4 %). Les acteurs académiques représentent seulement 3,9 % du montant total du soutien, ce qui les place juste devant les PME (2,6 %).

Dans le détail, 49 projets comptent au moins un laboratoire ou acteur académique bénéficiaire, soit 24 % des projets qui impliquent un partenariat industriel-académique. Dans le détail, 69,4 % de ces projets ne comportent qu'un bénéficiaire académique, 20,4 % comptent deux laboratoires ou acteurs académiques, 8,5 % comptent trois laboratoires ou acteurs académiques et seuls 4,3 % des projets comptent plus de trois laboratoires ou acteurs académiques.

Ainsi, le poids des acteurs académiques est faible sur un plan numérique en comparaison avec un programme comme H2020. Cela dénote une différence fondamentale d'ambition, le régime d'aide à l'aéronautique ayant une finalité industrielle, en dépit de son positionnement pré-compétitif, et non de recherche amont.

- ⇒ Bien que près d'un tiers des projets comporte un volet collaboratif, cela représente peu en volume de montant du soutien. Cela peut poser la question du degré d'implication des acteurs académiques dans les activités de recherche et de l'effet de ces collaborations sur la création de nouvelles connaissances scientifiques et d'innovation, à la fois en volume et en radicalité. L'ONERA est l'acteur académique le plus représenté dans le programme, étant impliqué dans 71,4 % des projets collaboratifs. Il perçoit 73,9 % du soutien aux laboratoires et acteurs académiques. Le reste de l'aide est réparti de façon assez homogène entre les 34 autres bénéficiaires académiques. Le deuxième acteur public le plus fortement soutenu est le CEA<sup>110</sup> à hauteur de 4 % du soutien aux laboratoires et acteurs académiques. En termes de participation aux projets, c'est le CETIM qui se place en deuxième position avec 6 projets (17 % du total des projets impliquant au moins un laboratoire académique).

---

<sup>110</sup> Le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives.

Il s'agit par ailleurs principalement de projets ne comportant qu'un bénéficiaire académique. Parmi ces projets collaboratifs, l'ONERA est surreprésenté. Cela s'explique naturellement par le fait que l'ONERA est le principal centre de recherche français du secteur aéronautique, spatial et défense couvrant toutes les disciplines et technologies du domaine.

- ⇒ La collaboration entre plusieurs acteurs académiques au sein d'un même projet peut avoir un effet bénéfique supérieur pour ces acteurs académiques mais également pour les acteurs industriels. La combinaison de connaissances académiques au sein d'un même projet a un effet supérieur à la juxtaposition de connaissances via des interactions en silos.

Ces résultats sont en ligne avec les objectifs du régime d'aide à l'aéronautique qui est davantage un programme industriel qu'un programme collaboratif public-privé. L'analyse qualitative présentée dans la section suivante devrait apporter un éclairage plus nuancé de l'impact de la collaboration sur les activités de recherche.

## 4.5. Analyse croisée des projets ciblés par l'étude de cas

### 4.5.1. Présentation de l'analyse et de la méthodologie retenue

La compréhension de l'impact du régime sur le développement des coopérations publiques privées et *in fine* sur la qualité des recherches et ses impacts suppose un approfondissement qualitatif de projets ayant été financés.

Pour réaliser cet approfondissement, 3 projets ont été retenus (cf. infra). Par ailleurs, dans le cadre de l'élaboration de la méthodologie d'évaluation, un questionnaire a été diffusé auprès de 12 acteurs (taux de réponse de 83 %), et les résultats ont alimenté l'étude de cas sur certains points.

En l'espèce, 3 projets ont été retenus en lien avec la DGAC pour cet approfondissement : MAMBO, LAMA, ARIZE. Ces projets, décrits ci-dessous, présentent des caractéristiques particulières permettant de disposer d'une vue approfondie sur les différentes dimensions, notamment sur le rôle des acteurs académiques (partenaire leader, partenaires clés).

**A noter que cette analyse étant basée sur 3 études de cas, les conclusions ont une finalité illustrative et ne sont pas représentatives de l'ensemble des projets impliquant un acteur académique.**

**Tableau 32. Description des projets retenus**

	Nombre de partenaires	Nombre de partenaires académiques	Budget total (montant de soutien)	Part du budget dévolu aux acteurs académiques
<b>MAMBO</b>	22	13	7 310 500 €	51 %
<b>LAMA</b>	4	2	5 306 500 €	56 %
<b>ARIZE</b>	5	2	3 112 500 €	67 %

Source : G.A.C

## **MAMBO**

L'objectif du projet MAMBO est d'adapter aux spécificités des nouvelles configurations du système propulsif et de l'avion les méthodes et outils de prédiction et de caractérisation expérimentale des sources de bruit des composants de l'avion et de l'avion complet. Grâce à ces travaux, une amélioration significative de la précision des chaînes de prédiction numérique et de mesure est attendue (source : dossier technique DGAC).

Porté par Airbus Operations, MAMBO est particulièrement intéressant pour cette étude de cas puisque c'est le projet qui présente la plus forte dimension collaborative. En effet, il rassemble 22 partenaires pour un budget total tranche ferme de plus de 7 millions d'euros dont 13 laboratoires et acteurs académiques. Il regroupe par ordre décroissant de montant de soutien : l'Ecole Centrale de Lyon, l'ONERA, Sorbonne Université, l'Université du Mans, le CNRS centre Poitou-Charentes, l'ISAE, l'ENSAM, l'INRIA, l'INSA de Lyon, l'Université Gustave Eiffel, l'Université Grenoble Alpes, l'ATTM et le CEREMA.

## **LAMA**

Le projet LAMA s'inscrit dans le cadre d'un projet plus large, le projet CODA, visant à créer un nouvel outil numérique de mécanique des fluides CODA. Ce projet, démarré en 2018, comprend 3 partenaires clés, Airbus, l'ONERA et le Centre Allemand pour l'aéronautique et l'astronautique (DLR). Ces 3 partenaires correspondent à la *Coreteam* du développement de CODA, ce qui n'exclut pas une participation d'autres acteurs, comme c'est le cas dans LAMA. Des partenaires de CODA sont également financés par des acteurs institutionnels d'autres pays, comme en Allemagne où le LUFO finance DLR et Airbus Allemagne. Au niveau français, ce projet a été soutenu sur la période 2018-2020 via le projet OMEGA3, et à partir de 2021 par LAMA. A noter que ces projets correspondent en pratique à la déclinaison française du projet CODA. Au quotidien, il s'agit d'un projet global avec des échanges entre partenaires, plutôt qu'un sous-projet cloisonné disposant de sa propre raison d'être et stratégie d'exploitation. Aussi, dans le cadre de l'étude de cas, il sera fréquemment fait référence à CODA plutôt qu'à LAMA.

Porté par Airbus Operations, LAMA est un projet restreint sur un axe de recherche : le développement d'outils de conception et de production d'avion. Il rassemble 4 partenaires dont 2 laboratoires, pour un budget de plus de 5 millions d'euros.

## **ARIZE**

L'objectif du projet ARIZE est focalisé sur le développement de nouvelles méthodes pour la modélisation des matériaux, dédiées aux problématiques et défis que rencontre la R&T du domaine aéronautique. Cet objectif se concrétise par la réalisation de différents composants logiciels, dont la pertinence et l'efficacité est démontrée sur des cas métier et des défis scientifiques.

Porté par le laboratoire ONERA, ARIZE est un projet plus restreint : il s'agit de l'approfondissement d'un projet de recherche passé. Il rassemble 5 partenaires dont 2 laboratoires et acteurs académiques pour un budget de plus de 3 millions d'euros.

La partie suivante se focalise sur l'analyse croisée des résultats au travers de plusieurs angles :

- Conception et fonctionnement du projet : organisation et qualité de la relation entre acteurs industriels et académiques,
- Importance de la collaboration académique/industrie pour le projet.

Pour la réalisation de cette analyse, une série d'entretiens semi-directifs a été menée avec les responsables techniques et de recherche des projets MAMBO, LAMA et ARIZE. Pour chaque projet, la confrontation de la vision industrielle et académique a permis de faire émerger les principaux marqueurs et enjeux de la collaboration. Dans cette version préliminaire de l'étude de cas, le choix a été fait d'analyser des projets ayant des caractéristiques différentes et singulières en termes de collaboration. De fait, l'ONERA a souvent été sollicité. Une extension des résultats aux autres acteurs académiques bénéficiaires est prévue dans la deuxième version de l'étude de cas.

**Tableau 33. Liste des entretiens réalisés**

Projet	Bénéficiaire	Personne interrogées	Fonction	Classification légale
MAMBO	Airbus Operations	Maud Lavieille Olivier Brassier	Département d'acoustique Programme R&T propulsion	GE
	Ecole Centrale de Lyon	Marc Jacob	Professeur de mécanique des fluides et d'acoustique	LABO
	ONERA	<u>Franck Clero</u>	Responsable du département Aérodynamique et Aéroélasticité Acoustique	LABO
LAMA	Airbus Operations	<u>Jean-Yves Chiaramonte</u>	Business Manager R&T	GE
	ONERA	<u>Vincent Couaillier</u>	Chef d'unité, Département aérodynamique, aéroélasticité, acoustique	LABO
ARIZE	ONERA	<u>Jean-Didier Garaud</u>		LABO
	Safran	<u>Vincent Patoz</u> <u>Benoît Guyon</u>	Responsable projet DGAC Responsable partenariats	GE

Source : G.A.C

## 4.5.2. Analyse croisée

### 4.5.2.1. Conception et fonctionnement des projets

Pour les deux projets pilotés par les industriels (LAMA et MAMBO), l'élaboration du projet de recherche et la constitution du consortium se sont faites en deux temps.

Un premier temps de discussion en interne avec les différents interlocuteurs sur les thématiques envisagées a permis de définir les axes stratégiques du projet.

Un deuxième temps, dans lequel plusieurs partenaires académiques ont été contactés pour apporter leur expertise sur un aspect du projet. A l'inverse, dans le cadre du projet MAMBO, certains acteurs académiques ont aussi contacté directement les industriels comme Airbus Operations, pour intégrer le projet.

Ces partenariats reposent principalement sur des relations historiques entre acteurs industriels et académiques, voire pour l'un d'entre eux (LAMA), s'inscrivent directement dans un partenariat plus global et plus ancien. D'un point de vue technique, les acteurs académiques français disposant d'une expertise nécessaire aux activités de recherche en aéronautique sont peu nombreux et souvent connus de longue date des industriels du domaine. Par ailleurs, les attentes de la DGAC en termes de dimensionnement et de résultat des projets, a incité les acteurs à travailler avec des partenaires historiques ayant la même culture de travail et une expérience dans le montage de ce type de projet.

Des discussions itératives ont eu lieu avec les différents partenaires pour identifier les propositions techniques les plus pertinentes et affiner les activités de recherche. En fonction du dimensionnement des projets, les discussions sur le programme de recherche ont eu lieu soit en bilatéral entre le leader et les partenaires académiques, soit de manière beaucoup plus collaborative avec une mise en commun des intérêts de chacun.

Concernant le projet ARIZE piloté par l'ONERA, la logique est différente puisqu'il s'agit de l'approfondissement d'un projet de recherche passé. En revanche, comme précédemment, le consortium repose sur un partenariat étroit et ancien. Le consortium se connaissait de longue date à l'exception de Safran Aircraft Engines qui a intégré le projet ARIZE pour notamment apporter un cas d'application supplémentaire sur l'hélicoptère.

En conclusion, il apparaît que pour le montage de ces projets, l'importance des enjeux, le besoin de compétences spécifiques et la structuration globale de la filière tendent à favoriser les partenariats anciens. Cette conclusion étant basée sur un nombre limité de projets, elle doit être prise avec précaution, mais semble en phase avec la stratégie de partenariat d'un groupe comme Safran, qui repose sur un cercle restreint (une trentaine) de partenaires stratégiques parmi les acteurs académiques.

#### 4.5.2.2. Importance de la collaboration académique/industrie pour le projet

*L'importance de la collaboration entre laboratoires et acteurs de la recherche académique et industriels est évaluée sur quatre principaux axes : le financement de la recherche amont, le développement de nouvelles connaissances scientifiques, le soutien et développement des relations entre ces deux acteurs, et la diffusion de la connaissance académique et la valorisation de la recherche.*

##### Financement de la recherche amont

La part du budget total dévolue aux acteurs académiques est de 3,8 % du soutien total, soit, plus de 49M€ sur un montant total de 1,3 Mrd€. Cette part est relativement faible et traduit la dominante industrielle du programme. Des financements additionnels liés au programme peuvent également bénéficier aux laboratoires via les prestations réalisées en sous-traitance. A noter que si la part de ces financements est minoritaire, les acteurs académiques et industriels ont souligné l'importance du programme dans le soutien aux activités de recherche amont.

Les projets DGAC ont permis de soutenir une réelle prise de risque technologique à la fois pour les acteurs académiques et industriels, même si leur dimensionnement est resté limité.

- Pour les acteurs académiques, le niveau d'exigence du cahier des charges et le montant du soutien a permis d'intégrer aux projets, des recherches très exploratoires.
- Pour l'ONERA, en particulier, dont la mission est de répondre à des problématiques industrielles, les projets DGAC ont permis de redonner la priorité à des travaux de recherche amont.
- En outre, les acteurs académiques interrogés estiment que les projets DGAC leur ont permis de développer des axes de recherche ciblés depuis plusieurs années (5-6 ans).
- Par ailleurs, le format du programme DGAC permet de créer un cadre de travail privilégié entre acteurs industriels et académiques, souvent en bilatéral ou 2-3 acteurs. Ce cadre est particulièrement propice au

développement d'activités de recherche amont permettant les itérations régulières, par exemple pour le projet ARIZE, entre développement de méthode, édition de logiciel et test sur cas d'usage pour affiner la méthode.

### Développement de nouvelles connaissances scientifiques académiques

Les acteurs académiques, très bien inscrits dans la communauté des chercheurs en aéronautique en France et en Europe, comme l'ONERA, apportent l'excellence scientifique en étant spécialiste dans des domaines très précis que les industriels ne peuvent pas assumer à ce niveau.

Le format collaboratif des projets DGAC a eu un impact réel sur les connaissances scientifiques produites à plusieurs égards.

- En travaillant sur des cas d'usages, les acteurs académiques sont davantage capables de comprendre les enjeux industriels et par conséquent de s'inscrire dans une perspective de recherche technologique. Ils s'assurent ainsi d'une plus grande valorisation des travaux scientifiques. Les projets leur permettent d'avoir accès à des spécifications techniques confidentielles et de tester les modélisations sur la base de données réelles confidentielles. Par exemple, le projet MAMBO a permis de donner un cadre de discussion et de transmission inédit depuis une dizaine d'années d'informations de vols d'Airbus Operations à l'ONERA. Les retours « terrain » permettent d'améliorer la qualité des recherches des acteurs académiques. Plus généralement, la confrontation des connaissances et des façons de travailler dans un domaine de recherche fortement balisé, notamment par la feuille de route du CORAC, est un vecteur pour stimuler la créativité et la co-création de nouvelles idées.
- Pour les industriels, l'accès facilité à des équipements de recherche de pointe en aéronautique comme des bancs d'essai ou des moyens de caractérisation est un levier majeur de création de connaissances. L'enjeu est à la fois de pouvoir tester des solutions, mais également d'avoir une maîtrise des méthodologies d'analyse des résultats.

**En conclusion**, le format collaboratif a eu un impact significatif sur la production de nouvelles connaissances, à la fois en permettant d'aller plus loin sur des sujets de fond et en balayant une diversité de sujets de recherche. En termes de résultats, sur la base des retours sur le questionnaire, les deux tiers des projets collaboratifs étudiés pourraient mener à un dépôt de nouveaux brevets. Plus précisément, les répondants ont reporté un dépôt de brevet en 2022 et un en 2023.

### Soutien et développement des relations entre acteurs industriels et académiques

Les acteurs industriels et académiques soulignent l'importance de nourrir ces relations de recherche collaborative.

Les acteurs industriels permettent aux acteurs académiques de prendre en compte toutes les contraintes de terrain, dans certains cas de tester des innovations à grande échelle et sont des partenaires indispensables pour le scale-up et la mise sur le marché d'innovations grâce à leur outil de production.

De manière complémentaire, les acteurs académiques apportent de nouvelles solutions pour répondre aux besoins des industriels à la fois en termes de développement de nouvelles connaissances scientifiques, d'apport de méthodologie et d'analyse, et aussi en termes de moyens d'essais de pointe.

Toutefois, ces relations nécessitent une possibilité de financement, sans laquelle elles finissent par se tarir. Or, le dispositif prévu dans le cadre du régime d'aide est singulier dans les différents financements disponibles.

- La DGAC finance par ailleurs d'autres projets, bénéficiant strictement à des acteurs académiques et n'incluant pas ces dynamiques collaboratives.
- L'Agence Nationale de la Recherche finance peu de dispositifs collaboratifs avec les industriels et a un positionnement sur des thématiques très en amont, qui ne présentent pas de finalités industrielles proches.

- Les projets structurants des pôles de compétitivité constituent également une opportunité de financement pour les projets collaboratifs mais les volumes restent limités et ne sont pas particulièrement orientés vers l'aéronautique et ne représentent pas un dimensionnement suffisant pour soutenir des développements technologiques ambitieux sur une filière stratégique.
- Les projets régionaux visent davantage à encourager le développement économique local via le développement ou l'implantation de sites industriels ou le tissu d'entreprises locales.
- Les projets européens (de type Horizon 2020, Horizon Europe ou CleanSky) facilitent un espace de travail plus vaste où chaque partenaire amène une expertise précise autour d'un enjeu de la filière aéronautique. Ces financements sont utilisés davantage, lorsqu'il existe des partenaires européens.
- Les Institut de Recherche Technologique représentent le dispositif le plus proche permettant de soutenir ces collaborations entre acteurs publics et privés. Il concerne toutefois uniquement certains types de travaux amont pouvant se prêter à des mutualisations entre acteurs et ne saurait remplacer les travaux soutenus par la DGAC.

Par ailleurs, le risque partenarial est très différent, ce qui est un facteur de décision majeur pour les acteurs de l'industrie aéronautique. Les projets nationaux en aéronautique pilotés par la DGAC et/ou le CORAC passent au crible d'une grille d'évaluation exigeante au regard des enjeux de confidentialité, de souveraineté technologique et industrielle, et de partage de la propriété intellectuelle (PI). En revanche, les projets européens rassemblent un nombre de partenaires plus important, de toute nationalité. Ainsi, la mise en commun des recherches en aéronautique peut être plus risquée que dans le cadre de projets nationaux.

Le régime d'aide à l'aéronautique représente ainsi un espace privilégié de collaboration entre acteurs publics et privés. A ce titre :

- *80 % des répondants au questionnaire dans le cadre de la phase pilote (qui comprend 10 répondants) ont déclaré que le projet a permis de **renforcer des partenariats existants**. Seuls 20 % des répondants ont déclaré que le projet leur a permis de travailler avec de nouveaux partenaires. Cela confirme le point évoqué infra, sur l'importance des partenariats existants dans le cadre des projets DGAC. De plus, cela montre également que les projets peuvent permettre d'alimenter un renouvellement de cette base de partenariat.*
- *40 % des répondants ont déclaré que le projet leur a permis d'être mieux identifié / reconnu dans l'écosystème.*

### Diffusion de la connaissance académique et valorisation de la recherche

Dans le contexte de l'économie de la connaissance et d'une concurrence mondiale du savoir en aéronautique notamment liée aux enjeux de transition énergétique, la question de la valorisation de la recherche devient de plus en plus stratégique. L'obtention de financements, notamment publics, est d'ailleurs désormais souvent conditionnée à la capacité des chercheurs à générer de la connaissance mobilisable par la société ou à irriguer celle-ci d'un savoir utile. La valorisation permet d'apporter une certaine légitimité aux acteurs académiques et à la discipline auprès de leurs différents partenaires.

Pour pouvoir valoriser la recherche des projets collaboratifs, il faut qu'un certain nombre de conditions soient réunies, la plus importante étant la propriété intellectuelle.

La stratégie retenue dans les projets DGAC étudiés est celle du partenariat. Ce mode de collaboration est un vecteur majeur de valorisation des connaissances produites. L'enjeu est double :

- Le 1<sup>er</sup> est la maîtrise suffisante des connaissances des deux parties pour pouvoir capitaliser dans des projets ultérieurs basés sur les technologies développées.



- Le 2<sup>nd</sup> est le partage de la propriété intellectuelle. L'accord de consortium signé en début de projet permet de protéger les intérêts de chacun et de trouver un point d'entente. Pour les industriels, il s'agit d'assurer la confidentialité de leurs technologies, enjeu majeur dans l'aéronautique, ainsi que la capacité à exploiter les résultats des travaux dans leurs domaines. Pour les académiques, la question de la PI est également centrale afin de pouvoir librement poursuivre les travaux, voire, avoir la possibilité de les adapter dans d'autres collaborations, sous réserve des contraintes prévues dans le cadre de l'accord de consortium (généralement, les résultats ne peuvent être utilisés avec des concurrents de l'industriel ayant participé au projet).

Les acteurs académiques sont également des acteurs importants pour favoriser la diffusion des connaissances sous la forme de publications ou diffuser les connaissances produites dans le cadre de séminaires. Ces dernières peuvent entraîner des conflits en lien avec la propriété intellectuelle (besoin d'attendre le dépôt de brevets) ou en raison des risques associés à la diffusion des informations. Dans le cadre des entretiens réalisés, les obstacles identifiés à la réalisation de publications académiques par des chercheurs ne sont pas apparus comme significatifs, et à tout le moins, similaires à ceux d'autres filières, en dépit des risques concurrentiels particulièrement importants dans le domaine de l'aéronautique (ajustement du contenu sur des éléments critiques ne remettant en question la publication en elle-même). Ainsi, plusieurs publications sont effectives ou prévues dans le cadre des projets. D'après les résultats du questionnaire, une publication issue des projets dans des revues à comité de lecture est prévue chaque année entre 2020 et 2022. En 2023, 9 co-publications issues des projets ainsi que 5 publications issues des projets dans des revues à comité de lecture sont prévues.

Plus généralement, les acteurs académiques bénéficient du réseau des autres partenaires du consortium et peuvent ainsi toucher des audiences plus larges qu'habituellement. L'enjeu est de faire reconnaître son travail au sein de sa communauté scientifique, mais également auprès d'acteurs industriels partenaires ou futurs partenaires. C'est par exemple le cas pour l'Ecole de Lyon après sa participation au projet MAMBO qui a pu être mieux identifiée par ses pairs, en particulier l'ONERA.

Enfin, les projets DGAC ont permis de financer plusieurs thèses Cifre (Conventions industrielles de formation par la recherche). Ce format de thèse plébiscité dans les projets étudiés, permet de renforcer les échanges entre les laboratoires de recherche publique et les acteurs industriels. En pratique, le doctorant est salarié de l'entreprise mais reste encadré par un chercheur universitaire et travaille sur un sujet de recherche. Ces thèses permettent de contribuer *in fine* au processus d'innovation des industriels bénéficiaires de soutien de la DGAC, et sont également un levier intéressant de valorisation de la recherche, le doctorant étant souvent recruté à l'issue de sa thèse. Les répondants soulignent que 5 thèses Cifre ont été lancées en 2022 et que 3 autres seront lancées en 2023 dont 2 sur les projets DGAC.

En conclusion, en dépit des enjeux de concurrence propres au secteur aéronautique, les projets DGAC ont effectivement permis de favoriser la diffusion et la capitalisation sur les connaissances, via :

- La conduite de travaux permettant d'enrichir les différents participants ;
- Une gestion de la propriété intellectuelle et une politique en matière de dissémination qui permet de préserver les intérêts des acteurs académiques ;
- Le développement du capital humain grâce aux thèses Cifre ;
- Le renforcement de la visibilité des acteurs, notamment académiques, qui leur permet de nouer de nouvelles collaborations au niveau national ou européen.

## 4.6. Conclusion

Au total, il apparaît qu'en dépit d'un volume de financement limité, le régime d'aide joue un rôle particulier dans le cadre du développement des partenariats publics privés et de la valorisation de la recherche publique. Ces partenariats dans le domaine de la recherche requièrent des financements soutenant les projets collaboratifs de R&D. Peu de solutions alternatives de financement sont disponibles dans le domaine de l'aéronautique et aucune sur des volumes similaires aux ambitions affichées par le régime.

L'effet du régime a donc à la fois porté sur l'amélioration des collaborations publiques privées, en termes de nombre de collaboration, mais également s'agissant de la qualité de ces relations :

- Ainsi, dans le cadre du projet MAMBO, si l'ONERA a indiqué qu'il aurait pu financer les travaux sur fonds propres car il s'agit d'un sujet qui leur est important depuis 5-6 ans, le dimensionnement aurait toutefois été sensiblement plus faible, ce qui se serait traduit par un triplement du temps nécessaire à la conduite des travaux. Concernant l'Ecole centrale de Lyon, en l'absence de soutien de la DGAC, l'ambition globale aurait été fortement affectée. De la même manière, Airbus Operations considère que le projet aurait à minima été reporté, voire abandonné avec un report potentiel sur un prochain cycle de R&D.
- S'agissant du projet ARIZE, de la même manière, l'ONERA envisageait un investissement sur fonds propres, mais à une échelle 5 fois plus petite, sur 3 ans. Le régime d'aide a ainsi permis un redimensionnement et surtout d'assurer que le même travail soit réalisé en même temps chez les partenaires, ce qui permet une synchronisation des avancées et une plus grande efficacité.
- Enfin, s'agissant de LAMA, l'ONERA a indiqué qu'en l'absence de financement DGAC, il n'aurait pas pu participer au consortium (ou aurait eu une participation minime). Cela aurait réduit leur positionnement dans le consortium et leur accès à la propriété intellectuelle associée et ainsi, à travailler sur les développements futurs. Au-delà de cet aspect, cela se serait traduit par une réduction forte des moyens financiers, et les deux thèses Cifre financées par Airbus auraient été remises en question. Enfin, cela aurait eu un impact sur les relations avec les différents partenaires.

## 4.7. Références bibliographiques

Ahuja G., Lampert C.M. (2001). « Entrepreneurship in the large corporation: A longitudinal study of how established firms create breakthrough inventions », *Strategic Management Journal*, 22, n° 6-7, p. 521-543.

Arora A., Belenzon S., Pataconi A. (2018). « The decline of science in corporate R&D », *Strategic Management Journal*, 39, n° 1, p. 3-32

Bikard M., Vakili K., Teodoridis F. (2019). « When Collaboration Bridges Institutions : The Impact of University – Industry Collaboration on Academic Productivity », *Organization Science*, 30, n° 2, p. 426-445.

Blumenthal D., Causino N., Campbell E., Louis K.S. (1996). « Relationships between Academic Institutions and Industry in 481 the Life Sciences — An Industry Survey », *New England Journal of Medicine*, 334, n° 6, p. 368-374.

Cabanes B., Masson P. Le, Weil B. (2020). « Organiser la création de connaissance pour l'innovation de rupture: Des communautés aux sociétés proto-épistémiques d'experts », *Revue Française de Gestion*, 46, n° 288, p. 35-60.

Callaert J., Landoni P., Looy B. Van, Verganti R. (2015). « Scientific yield from collaboration with industry: The relevance of researchers' strategic approaches », *Research Policy*, 44, n° 4, p. 990-998.

- Czarnitzki D., Grimpe C., Toole A.A. (2015). « Delay and secrecy: Does industry sponsorship jeopardize disclosure of academic research? », *Industrial and Corporate Change*, 24, n° 1, p. 251-279.
- Etzkowitz H., Leydesdorff L. (2000). « The dynamics of innovation: From National Systems and “mode 2” to a Triple Helix of university-industry-government relations », *Research Policy*, 29, n° 2, p. 109-123.
- Fleming L. (2001). « Recombinant Uncertainty in Technological Search », *Management Science*, 47, n° 1, p. 117-132.
- Fleming L., Sorenson O. (2004). « Science as a map in technological search », *Strategic Management Journal*, 25, n° 89, p. 909-928.
- Gibbons M., Limoges C., Nowotny H., Schwartzman S., Scott P. (1994). *The New Production of Knowledge*, SAGE Publications Ltd.
- Goldstein A.P., Narayanamurti V. (2018). « Simultaneous pursuit of discovery and invention in the US Department of Energy », *Research Policy*, 47, n° 8, p. 1505-1512.
- Gulbrandsen M., Smeby J.C. (2005). « Industry funding and university professors’ research performance », *Research Policy*, 34, n° 6, p. 932-950.
- Looy B. Van, Callaert J., Debackere K. (2006). « Publication and patent behavior of academic researchers: Conflicting, reinforcing or merely co-existing? », *Research Policy*, 35, n° 4, p. 596-608.
- Narayanamurti V., Odumosu T. (2016). *Cycles of Invention and Discovery: Rethinking the Endless Frontier*
- Nooteboom B., Haverbeke W. Van, Duysters G., Gilsing V., Oord A. van den (2007). « Optimal cognitive distance and absorptive capacity », *Research Policy*, 36, n° 7, p. 1016-1034.
- Perkmann M., Tartari V., McKelvey M., Autio E., Broström A., D’Este P., Fini R., Geuna A., Grimaldi R., Hughes A., Krabel S., Kitson M., Llerena P., Lissoni F., Salter A., Sobrero M. (2013). « Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university-industry relations », *Research Policy*, 42, n° 2, p. 423-442.
- Perkmann M., Salandra R., Tartari V., McKelvey M., Hughes A. (2021). « Academic engagement: A review of the literature 2011-2019 », *Research Policy*, 50, n° 1.
- Plantec Q. (2021). *Couplages science – industrie à double impact : modélisation et tests empiriques*. Gestion et management. Université Paris sciences et lettres.
- Stokes D. (1997). *Pasteur’s Quadrant. Basic science and technological innovation*, Brookings Institution
- Tijssen R. (2018). « Anatomy of use-inspired researchers: From Pasteur’s Quadrant to Pasteur’s Cube model », *Research Policy*, 47, n° 9, p. 1626-1638.
- Yayavaram S., Ahuja G. (2008). « Decomposability in Knowledge Structures and Its Impact on the Usefulness of Inventions and Knowledge-base Malleability », *Administrative Science Quarterly*, 53, n° 2, p. 333–362.
- Zahra S.A., Kaul A., Bolívar-Ramos M.T. (2018). « Why corporate science commercialization fails: Integrating diverse perspectives », *Academy of Management Perspectives*, 32, n° 1, p. 156176

# Annexe 5. Etude de cas n°2 : Difficultés rencontrées par la filière aéronautique

## 5.1. Introduction

Les financements octroyés dans le cadre du régime d'aide n°SA.59366 par le plan de relance français, à partir du 1<sup>er</sup> novembre 2020 ont été décidés et mis en œuvre dans un contexte très particulier : celui de la crise du COVID-19.

Lors de l'apparition de la crise du COVID-19 en 2020 nombreux sont les Etats ayant rapidement adopté des mesures restrictives afin de tenter d'endiguer l'épidémie, ce qui s'est notamment traduit par une fermeture des frontières, des restrictions sur les déplacements et la mise en arrêt temporaire d'activités. Ces mesures ont affecté l'ensemble des secteurs économiques, mais pas de manière symétrique et l'un des secteurs les plus affectés par ces restrictions est le transport aéronautique, notamment le transport de passagers. Les difficultés sur le transport aérien, se sont répercutées sur l'ensemble de la chaîne de valeur aéronautique de manière très brutale. Conjuguée à d'autres chocs, la pandémie de COVID-19 a fait de la période post 2020, l'une des plus complexes pour la filière aéronautique.

Le contexte dans lequel a été mis en place le régime est essentiel à approfondir dans le cadre de l'évaluation. L'appréciation des résultats du régime, ne peut être réalisée sans égard pour les difficultés économiques rencontrées par les bénéficiaires et leur impact potentiel sur les dépenses de R&D. Il ne s'agit pas ici de créer un contrefactuel quantitatif, mais de caractériser les difficultés rencontrées par la filière, leurs conséquences potentielles eu égard à la littérature, afin de mieux préciser l'impact qu'a pu avoir le régime dans l'accompagnement des entreprises dans une rupture stratégique en termes d'investissement.

Sur le plan méthodologique, l'étude de cas repose sur 3 types d'outils : une analyse documentaire, des entretiens et les résultats du questionnaire. S'agissant de ce dernier, ses résultats ne seront pas disponibles avant la fin de l'année, et ne pourront donc pas être pris en compte dans cette première version de l'étude de cas. De la même manière, un dernier entretien en appui de cette étude de cas est prévu pour la mi-décembre. Il s'agit ainsi d'une version préliminaire de l'étude de cas, qui sera complétée par la suite. Par voie de conséquence, les traitements statistiques réalisés ne s'appuieront pas, dans cette première version, sur les résultats du questionnaire, afin de dimensionner les différents effets, toutefois, les données issues de la statistique publique et les résultats de l'étude économétrique permettent déjà d'objectiver significativement les éléments avancés.

Le tableau ci-dessous présente les entreprises interrogées dans le cadre de l'étude de cas.

**Tableau 34. Liste des entreprises interrogées dans le cadre de l'étude de cas n°2**

Nom de l'entreprise interrogée	Secteur de l'entreprise
CORSE COMPOSITES AÉRONAUTIQUES	Construction aéronautique et spatiale
DAHER AEROSPACE	Fabrication de pièces techniques à base de matières plastiques
FACTEM	Fabrication de produits électroniques grand public
RADIALL	Fabrication de matériel d'installation électrique
THALES AVIONICS	Fabrication de composants électroniques

Source : G.A.C

L'étude de cas est structurée en 3 parties :

- Une première partie présente les principales difficultés qui ont affectées la filière et les canaux par lesquels ces difficultés sont remontées le long de la chaîne de valeur ;
- Une seconde partie rappelle les grands enseignements de la littérature économique sur l'impact des difficultés conjoncturelles sur les efforts de recherche des entreprises et met en perspective les difficultés rencontrées à cet égard ;
- Une troisième partie présente l'impact des politiques publiques engagées en réaction à la crise, et notamment celui du régime d'aide.

## 5.2. Les principales difficultés rencontrées et leurs vecteurs

### 5.2.1. Impact de la pandémie de COVID-19 sur l'activité de la filière aéronautique

En 2020, en raison des restrictions de circulation liées à la pandémie de COVID-19, le trafic aérien mondial s'est effondré. La demande (mesurée en kilomètres passagers) a chuté de 66 % par rapport à 2019 selon l'association internationale du transport aérien (IATA). Le segment le plus affecté est celui des vols internationaux avec une baisse de 76 % par rapport à 2019 contre 49 % pour les vols intérieurs. En revanche, le transport de fret aérien est beaucoup moins touché. Avec les restrictions de mobilité, le commerce en ligne s'est trouvé renforcé et a tiré le fret aérien. Ainsi, selon l'INSEE, « *La demande mondiale en 2020 (mesurée en tonnes-kilomètres de chargement) est inférieure en moyenne de 11 % par rapport à 2019 et se rapproche dès fin 2020 de son niveau d'avant crise* ».

A titre d'exemple, le chiffre d'affaires d'Air France était de 27,1 milliards d'euros en 2019 et a connu une baisse de 59 % pour atteindre 11 milliards d'euros en 2020<sup>111</sup>. Comme le décrivent *Mahdaoui et Amri (2022)*, cette baisse brutale de la demande a contraint les compagnies aériennes à recourir à des licenciements massifs.

<sup>111</sup> Chiffre d'affaires annuel du groupe Air France-KLM dans le monde de 2010 à 2022, Statistica (2022).

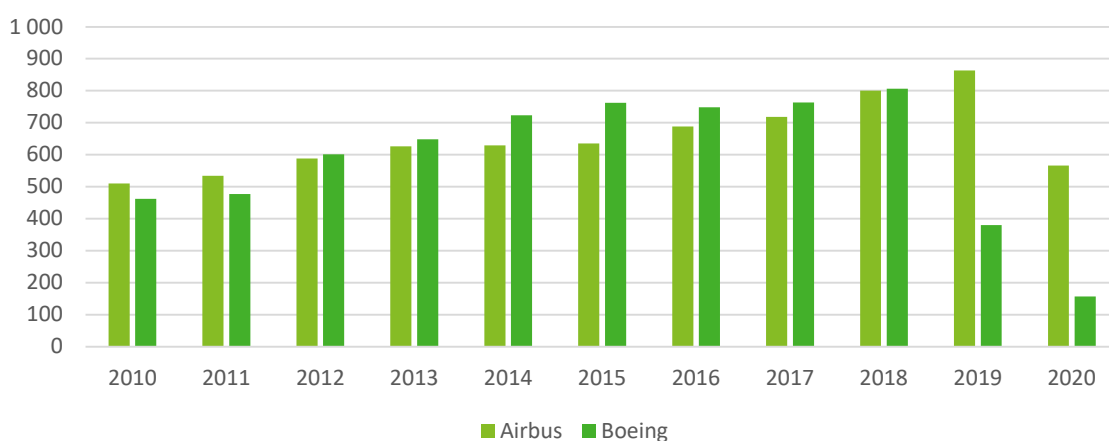
## Répercussions sur la filière aéronautique

Le manque de visibilité concernant l'ampleur et la durée de la crise du COVID-19, les difficultés financières rencontrées et la réduction des besoins ont conduit les compagnies aériennes à répercuter les baisses de chiffres d'affaires vers les constructeurs et la filière aéronautique, à travers deux canaux principaux : l'arrêt et le report des commandes d'aéronefs et la réduction des activités de maintenance et des commandes de pièces de rechange.

**L'arrêt et le report des commandes d'aéronefs** est une conséquence directe d'une réduction des besoins et de la capacité à payer des compagnies. Afin de prévenir l'accumulation d'appareils invendus, la production a dû être arrêtée autant que cela était possible, ce qui a généré une baisse importante des volumes de production.

Ainsi, les livraisons d'avions civils<sup>112</sup> de plus de 100 places par Airbus ont diminué de 29 % entre 2019 et 2020, ce qui représente un volume significatif dans la mesure où la production des avions déjà mis en production ne peut être arrêtée. Cet impact a été encore plus important chez Boeing, d'autant qu'il s'est combiné avec l'**immobilisation du 737 Max** et les annulations de commandes qui ont suivi les difficultés de l'appareil. Chez le constructeur américain, la baisse a été de 75 % entre 2019 et 2020 et de 81 % entre 2018 et 2020. Loin d'être une affaire simplement américaine, les difficultés rencontrées par Boeing ont affecté tous les fournisseurs de l'appareil et notamment les fournisseurs européens, dont Safran, qui en est le motoriste.

Figure 34. Livraisons annuelles d'avions civils de plus de 100 places



Source : INSEE, Analyse G.A.C

**Réduction des activités de maintenance et des commandes de pièces de rechange** : La baisse d'activité des compagnies aériennes a un effet direct sur les opérations de maintenance et les pièces de rechange. Or, la vente de pièces de rechange aux compagnies aériennes est réalisée à des prix sensiblement supérieurs à la vente à l'intégrateur (lors de la fabrication de l'avion) et constitue ainsi une source de rentabilité importante.

## Répercussions le long de la chaîne de valeur

La baisse des cadences se propage mécaniquement à l'ensemble de la filière, notamment sur des entreprises plus fragiles, ne disposant pas d'une visibilité similaire à celle d'Airbus en matière de carnet de commande, ni de la solidité financière des grands acteurs de la filière.

<sup>112</sup> A noter, qu'au sein de l'aviation, les entreprises bénéficiant de contrats avec la défense, ou avec le spatial ont été davantage protégées que celles étant spécialisées dans l'aviation civile en raison du meilleur maintien des dépenses des acteurs publics.

Plusieurs effets qui ont joué le rôle de mécanisme de transmission sont illustrés ci-dessous avec des retours d'entretiens présentés.

#### 5.2.1.1. Existence de stocks (facteur aggravant pour la sous-traitance)

L'existence de stocks a constitué un facteur aggravant pour une partie de la sous-traitance. Les stocks offrent une possibilité aux donneurs d'ordre et aux compagnies aériennes de (i) réduire leur charge de fonctionnement sans affecter, au moins à court terme, leur activité et (ii) de réduire les risques pris dans un contexte d'incertitude forte (en contrepartie d'un risque d'approvisionnement plus important au moment de la reprise). L'illustration de cet effet est donnée par l'entreprise Recaéro (cf. Encadré 1).

##### **Encadré 1 : Impact de l'existence des stocks – Entreprise Recaéro**

*« L'entreprise, qui réalise 100 % de son chiffre d'affaires dans le domaine de l'aéronautique, a connu une baisse de plus de 50 % d'activité au niveau groupe entre 2019 et 2021 (52 M€ en 2019, 29 M€ en 2020 et 23 M€ en 2021). Avec la reprise, l'entreprise pense approcher les 49 M€ en 2023. Elle a donc été fortement affectée. Elle produit des pièces de rechange pour les avions et les hélicoptères qui ne sont plus produits en série. L'impact a été assez fort car les compagnies aériennes et les constructeurs font des stocks correspondant à un niveau de consommation. Le niveau des stocks était important et il a fallu attendre que les vols reprennent et que les stocks descendent un peu avant que les commandes reprennent.*

*La chute a été très brutale dans sa filiale indienne, en raison d'un double effet : arrêt du 737 Max et impact de l'arrêt des commandes de Safran (annulation de toutes les commandes). Elle n'avait plus rien à fabriquer. Par ailleurs, en raison du COVID-19, il y a eu une fermeture de 2,5 mois en Inde (couvre-feu) et le départ de 200 salariés. »*

#### 5.2.1.2. Enjeu des modalités de fixation des prix (facteur aggravant pour la sous-traitance)

Certaines modalités contractuelles retenues dans les relations entre donneur d'ordre et sous-traitant ont également pu aggraver la crise. Dans le cadre des entretiens, deux points ont notamment été évoqués relatifs à l'existence de prix fixes :

- **Les faibles marges unitaires demandées par les donneurs d'ordre en contrepartie de volumes importants et de perspectives de croissance** : Dans un contexte de hausse de la demande et d'un impératif de compétitivité, ce type de contrat est un moyen pour les donneurs d'ordre d'inciter à l'amélioration de la compétitivité coût de leur fournisseur (même si la faiblesse des marges peut avoir un effet pervers sur les capacités d'investissement et d'innovation). En revanche, dans le contexte d'une chute des volumes, la faiblesse des marges unitaires constitue un facteur d'exposition aggravant, en particulier dans le cas d'industriels présentant des coûts fixes importants.
- **L'existence de prix fixes (ou de mécanismes de révision des prix sous-estimant la hausse des coûts)** constitue également un facteur qui a pu aggraver l'effet de la crise du COVID-19 et plus particulièrement de l'une des conséquences de la crise, la perturbation des chaînes d'approvisionnement et la hausse des prix induites sur une partie des intrants (cf. Encadré 2).

### **Encadré 2 : Impact des mécanismes de prix– Groupement Mécapole**

*Le groupement a connu une baisse de chiffre d'affaires de 40 %. Les sociétés ont pu survivre grâce aux prêts garantis par l'Etat, mais il y a eu beaucoup de départs. Le groupement est passé de 500 à 300 personnes. Cela a principalement touché les opérateurs d'usinage et de forge mais ils ont aussi réduit les coûts de structures.*

*Ce sont des fabricants de pièces pour les avions neufs et de rechanges en sous-traitance. Les contrats sont à prix fixes depuis des années (parfois depuis 10 ans). La logique des donneurs d'ordre était de privilégier la productivité sur les volumes (dans un contexte de dynamisme du secteur aéronautique) et de maintenir les prix fixes sur la sous-traitance. Quand est apparu le COVID-19, non seulement ils ont perdu en activité, mais les prix sont restés fixes. L'investissement s'est stoppé net alors qu'il était déjà faible en raison des prix fixes et de la faible rentabilité (...) La R&T dépend de la rentabilité, ce n'est donc pas possible d'investir dans l'innovation.*

#### **5.2.1.3. Part des activités liées à la filière aéronautique civile**

La crise du COVID-19 n'a pas affecté de manière symétrique l'ensemble des marchés de l'aérospatial, et a fortiori, l'ensemble des filières industrielles. Dans ce contexte, le degré de spécialisation des entreprises dans le domaine de l'aéronautique a pu constituer un facteur d'exposition important aux difficultés de la filière.

### **Encadré 3 : Impact du degré de spécialisation – Entreprise Radiall**

*L'entreprise Radiall a été fortement impactée par la crise du COVID-19. En 2019, près de 50 % de son chiffre d'affaires (d'environ 400 M€) était lié à l'aéronautique, soit environ 200 M€. Ce qui représente la plus haute part que l'entreprise ait connue. Habituellement, l'entreprise avait un mixte marché plus équilibré, mais avec la réussite de certaines implantations et des marchés porteurs, la part de l'aéronautique a augmenté.*

*La particularité de Radiall est qu'elle a eu un plan de développement fort de son offre sur l'aéronautique ces 15 dernières années. L'entreprise a gagné des parts de marché sur les nouveaux programmes (787, A350, A380, 777X). Les deux-tiers du chiffre d'affaires aéronautique sont réalisés sur les long-courriers, qui sont les plus touchés par le COVID-19 et les plus longs à revenir. L'entreprise a également été affectée par l'immobilisation du Boeing 737 Max.*

*La crise a fortement touché l'entreprise en 2020 (-41 % de chiffre d'affaires aéronautique, soit un passage de 200 M€ à environ 120 M€) et encore plus en 2021 (-65 % de chiffre d'affaires aéronautique par rapport à 2019, soit 70 M€), car le premier trimestre 2020 était à peu près normal. En 2021, le secteur est encore en pleine crise et il n'y a pas encore de redémarrage de l'activité, notamment sur les sous-traitants.*

*La reprise est plutôt limitée. En 2022 et 2023, l'entreprise n'a pu que retrouver le chiffre d'affaires de 2020, d'une part car la supply chain n'arrive pas suivre, et d'autre part, car il y a un phénomène de déstockage chez les clients, qui se traduit par une reprise des commandes plus limitée. En pratique, cela fait 4 ans que le niveau d'activité aéronautique se situe à des niveaux de revenus plus faibles qu'en 2019.*

#### **5.2.1.4. Solidité financière et taille critique des entreprises**

La capacité d'une entreprise à supporter un choc comme celui du COVID-19 va naturellement dépendre de sa bonne santé financière, de la présence d'un actionariat fort, capable de soutenir l'activité, et de sa taille.

D'après l'INSEE entre 2019 et 2020 les « grandes entreprises » ont été davantage touchées par la crise que les moyennes et petites entreprises (tous secteurs confondus). En effet, le chiffre d'affaires des grandes entreprises a diminué de 33,5 % entre 2019 et 2020 contre respectivement 22,2 % et 26,2 % pour les moyennes et petites entreprises. En revanche, l'ampleur des ajustements sur l'emploi a été moins importante pour les grandes entreprises. A titre d'exemple en 2020 les petites entreprises ont dû faire face à une diminution de l'effectif salarié de plus de 16 % contre un peu plus de 6 % pour les grandes entreprises.



## Ajustements prévus en réponse à la pandémie de COVID-19

La filière aéronautique, confrontée à une crise conjoncturelle particulièrement violente, a réagi naturellement par la mise en place de plans d'ajustement des effectifs visant à réduire les coûts d'opération dans un contexte de baisse importante d'activité et de réduction de la trésorerie disponible.

**Pour l'INSEE, ces difficultés se sont traduites par une baisse de l'emploi de 8,8 % dans l'aéronautique entre 2019 et 2020, en dépit des mesures prises afin de préserver l'emploi et hors intérim, alors que les emplois intérimaires sont les premiers à être affectés par les réductions d'effectifs.**

Ces ajustements ont également été reportés par les acteurs dans le cadre des entretiens, avec des ampleurs plus ou moins importantes selon les acteurs. Ainsi, Daher a mis en place un PSE (Plan de Sauvegarde de l'Emploi) qui a frappé aussi bien les activités industrielles que de services, avec une vingtaine de départs au niveau des bureaux d'études (type d'emploi concerné par le régime). L'entreprise a fermé une usine d'aérostructure. Dans le cadre du PSE, 1 300 licenciements ont été envisagés, qui ont été ramenés à 600, pour que finalement « seuls » 130 départs aient lieu.

*S'agissant de Radiall, « l'entreprise comprend deux gros sites dont l'activité est fortement liée à l'activité aéronautique. L'un de ces sites est situé en France, à Château-Renault, et l'autre, au Mexique. Ce dernier sert plutôt le marché nord-américain (équipementiers, avionneurs et toute la chaîne aéronautique, comme Safran). L'ensemble des équipes de développement sont situées en France. La diminution des effectifs au Mexique a été très forte (réduction des effectifs de 400 personnes sur un effectif total de 1 000 personnes), notamment en raison d'un encadrement réglementaire plus souple qu'en France. En France, sur le site de Château Renault (450 personnes avec les personnels intérimaires), l'ajustement a d'abord concerné le personnel intérimaire (un peu plus de 50 personnes). Un plan de départ volontaire a été engagé fin 2020, suivi d'un PSE en 2021 (60 personnes devaient être touchées, dont des personnels de R&D) ».*

Pour Corse Composites Aéronautiques, le COVID-19 s'est traduit par une perte de 45 % du chiffre d'affaires en 2020. La chute a été vertigineuse et brutale. Au mois de mars, au moment du premier confinement, l'entreprise avait l'équivalent de six mois de production. Elle a finalement dû fermer l'usine et mis en place beaucoup de chômage partiel, qui s'est poursuivi jusqu'en 2021, avec une baisse progressive. L'impact sur l'emploi dans la société a donc été limité (accompagnement de quelques départs). En revanche, leur filiale en Tunisie, s'est séparée de 50 % de son personnel et dans le bassin d'emploi, filière locale, les-sous-traitants ont dû se séparer de 50 % des effectifs.

Comme on peut le voir dans ces exemples, si une partie des entreprises a dû ajuster ses effectifs, la volonté a été de minimiser les baisses d'emploi, en particulier en France. La baisse de l'emploi indiquée par l'INSEE peut donc être considérée comme un minorant des ajustements potentiels qui auraient pu intervenir, en l'absence d'une telle volonté (et de la confiance des acteurs dans l'avenir du transport aérien) et des dispositifs publics mis en place.

Il faut rappeler qu'avant la crise, la filière était en croissance forte et rencontrait plutôt des difficultés de recrutement. Ainsi, la préservation de l'emploi est importante pour être prêt au moment de la reprise. C'est particulièrement le cas pour les emplois de R&D. Lors des entretiens, de nombreuses entreprises ont indiqué souhaiter préserver autant que possible ces emplois. Toutefois, comme évoqué dans la littérature économique, cette volonté se heurte dans un certain nombre de cas, aux contraintes de financement et d'équilibre économique.

### 5.2.2. Une reprise complexe en raison des multiples chocs

Aujourd'hui, presque deux ans après la fin de l'épidémie, le trafic aérien redécoule avec un trafic à l'international en mars 2023 qui atteint 89,9 % du trafic aérien de mars 2019. Cette dynamique haussière s'avère toutefois hétérogène avec une forte reprise des trajets vers le continent africain (101,3 %) et une reprise plus modérée concernant l'Asie (71,5 %). Malgré quelques difficultés encore présentes, la reprise du trafic s'est rapidement

répercutée sur les constructeurs à travers une tendance à la hausse du nombre de commandes. A titre d'exemple, lors du premier semestre 2021 Airbus a livré 297 appareils, soit 100 de plus qu'à la même période un an auparavant.

Cette reprise est manifeste bien qu'elle concerne de manière différenciée les entreprises interrogées. Ainsi, si pour certaines d'entre elles, peu nombreuses, l'activité est proche de son niveau d'avant crise, pour les autres le retour à une activité normale n'est pas attendu avant 2024 voire 2025.

Les difficultés d'un retour à la normale s'expliquent naturellement par les difficultés persistantes du transport aérien, mais également par les différents chocs qui ont affectés la filière après la pandémie de COVID-19 :

- **Dysfonctionnement des chaînes d'approvisionnement** : A la suite de la pandémie de COVID-19, les chaînes d'approvisionnement en matières premières, mais également en semi-conducteurs ont été perturbées.
- **Difficultés géopolitiques** : Les difficultés géopolitiques sont plurielles, pendant les entretiens, il a notamment été évoqué les tensions avec la Russie, qui ont entraîné l'annulation de programmes, et les restrictions à l'exportation de matériel d'armement vers la Turquie.  
Pour autant, la principale difficulté d'ordre géopolitique mentionnée reste la guerre en Ukraine, qui a des conséquences importantes sur l'approvisionnement (pour tous les approvisionnements en provenance de Russie et d'Ukraine), mais également, un renchérissement important des coûts de l'énergie, particulièrement problématique pour les entreprises dans le secteur de la métallurgie.

La crise du COVID-19 s'est conjuguée et prolongée avec différents chocs (immobilisation du 737 MAX, dysfonctionnement de la chaîne d'approvisionnement, difficultés géopolitiques) qui ont fragilisé davantage la filière en limitant les capacités de reprise et en occupant dans de nombreuses sociétés une part de l'attention managériale. Ces difficultés sont plus particulièrement marquées sur les segments amonts de la chaîne de valeur, en raison des facteurs aggravants précédemment mentionnés.

## 5.3. Impact des difficultés conjoncturelles sur les efforts de recherche des entreprises (revue de littérature)

Le lien entre les crises conjoncturelles et les efforts de R&D a fait l'objet d'une littérature ancienne, notamment à la suite de Schumpeter. Les choix d'investissement étant dictés par une logique de coût d'opportunité, il peut être plus intéressant d'investir dans des efforts de plus long terme, d'innovation, dans les phases de récession, plutôt que dans des investissements capacitaires (la demande étant faible). Aussi, « *la part des investissements de long terme dans le total des investissements devrait être contracycliques, quand la part des investissements est procyclique (voir Hall (1993), Galii and Hammour (1992), Aghion et Saint Paul (1998), Bean (1990) » (Aghion et al 2008).*

A noter que cela n'interdit nullement une baisse globale des dépenses de R&D durant les cycles, mais implique simplement que cette baisse sera d'une moindre ampleur que la baisse des dépenses totales d'investissement. Il convient à ce titre de noter que les dépenses de R&D exécutées par les entreprises (DIRDE), ont baissé de 3 % entre 2019 et 2020, tous secteurs confondus et de 10,8 % dans l'aéronautique, notamment en raison de l'importance de la trésorerie pour le financement de la R&D (cash intensive Investment).

Ce coût d'opportunité apparaît fondamental, mais les entretiens ont permis de mettre en évidence un second effet d'opportunité. Les ressources humaines dans les phases d'activité seront dédiées aux produits, afin de répondre aux besoins immédiats d'activité. Dans le cadre de la crise engendrée par le COVID-19, les ressources d'ingénieurs

susceptibles de travailler sur le développement, ont vu leur charge de travail baisser brutalement, induisant un nouvel arbitrage, soit réduire les effectifs dans le cadre de plans sociaux (avec les risques ultérieurs de perte de compétences), soit utiliser les ressources humaines disponibles pour investir dans le futur. Une idée largement revenue dans le cadre des entretiens.

L'un des articles les plus manifestes dans l'analyse du lien entre le comportement d'investissement des entreprises et les crises conjoncturelles est celui de *Aghion et Al. (2008)*. Plus précisément, cet article étudie dans quelle mesure l'existence de contraintes de financement (en l'espèce de crédit), peut influencer les choix de R&D lors de crises conjoncturelles. La conclusion majeure de l'article est que la part globale des investissements de R&D sur l'ensemble des investissements a tendance à être contracyclique, mais cet effet se réduit en présence de contraintes de crédit, en particulier dans les secteurs qui nécessitent le plus de financements externes ou qui reposent le plus sur des actifs intangibles (qui sont donc plus difficiles à revendre en cas de difficultés).

Cette problématique des contraintes de financement a été depuis largement approfondie et étayée. *Beneito et al. (2015)*, approfondissent ainsi le lien et montrent que lorsque l'entreprise est une entreprise familiale ou lorsqu'elle peut compter sur l'appui d'un groupe, l'impact des contraintes de financement est moins prégnant. Un effet qui a été confirmé dans une certaine mesure lors des entretiens. A l'inverse, dans une partie des grands groupes, les activités sont très séparées, et le soutien donné peut être très limité.

*Czarnitzki, Hall et Hottenrott* concluent que les contraintes de financement sont plus nocives pour la R&D des petites entreprises que pour celle des grandes, vraisemblablement parce que les premières ont moins de ressources financières internes que les secondes. Ces chercheurs ont également montré le rôle joué par les demandes de brevet dans l'atténuation des contraintes de financement de la R&D, principalement par le biais d'un effet de signal à l'égard des investisseurs externes. L'impact des demandes de brevet est plus fort pour les petites entreprises, précisément parce qu'elles sont confrontées à des contraintes de financement plus importantes.

De manière plus générale, on peut considérer que les entreprises ont une fenêtre d'opportunité pour réaliser des investissements de long terme pendant les crises, mais que pour saisir cette fenêtre d'opportunité, elles doivent disposer d'une capacité financière interne ou externe suffisante pour ne pas se mettre en danger.

L'un des aspects importants des travaux de *Aghion et al*, est que les effets mis en évidence sur la part de la R&D dans le total des investissements ne sont observés de manière significative que dans les périodes de récessions. En d'autres termes, les investissements relatifs en R&D ont chuté pendant les récessions, mais n'ont pas augmenté proportionnellement pendant les périodes de reprise. Il y a un enjeu important d'être en capacité d'investir durant la fenêtre d'opportunité, avant qu'elle ne se referme.

Ce type de raisonnement est particulièrement important dans le cadre de la crise vécue par la filière aéronautique dans la mesure où les choix d'investissement s'inscrivent dans une perspective de long terme. Les TRL des projets sont bas et les cycles de développement dans l'aéronautique sont longs. Par ailleurs, dans la perspective de la mise en service d'un nouvel aéronef, ces investissements ne peuvent être l'objet que d'une partie des entreprises, mais nécessitent l'implication de l'ensemble de la chaîne de valeur, dans le timing adapté, afin de répondre aux enjeux auxquels font face le transport aérien et la filière aéronautique ; au premier rang desquels, celui de la décarbonation du transport aérien.

## 5.4. Impact des aides publiques

### 5.4.1. Principaux dispositifs ayant permis d'atténuer les effets de la crise

#### Mesure de soutien général aux entreprises en réponse à la pandémie

Afin de répondre aux difficultés induites par la pandémie de COVID-19, 206 milliards d'euros ont été mobilisés à la fin mars 2021, soit 9 % du PIB français. Les quatre principales mesures de soutien sont :

- **L'activité partielle**, qui est un dispositif de soutien qui offre la possibilité à une entreprise - **confrontée à une réduction durable de son activité** - de diminuer le volume horaire de travail de ses salariés, et de recevoir pour les heures non travaillées une allocation en contrepartie d'engagements, notamment en matière de maintien en emploi.
- Le **fonds de solidarité** : Depuis le début de la crise sanitaire du COVID-19, l'État et les régions ont mis en place un fonds de solidarité pour prévenir la cessation d'activité des petites entreprises, micro-entrepreneurs, indépendants et professions libérales, particulièrement touchés par les conséquences économiques du COVID-19. Cette aide financière prenait en compte les restrictions d'ouverture que subissent certains établissements ainsi que les pertes de chiffre d'affaires.
- Les **prêts garantis par l'État (PGE)** : Pour faire face au choc économique lié à la crise du COVID-19, le gouvernement a mis en œuvre un dispositif exceptionnel de garanties permettant de soutenir le financement bancaire des entreprises, à hauteur de 300 milliards d'euros. Le montant du prêt peut atteindre jusqu'à 3 mois de chiffre d'affaires 2019 ou 2 années de masse salariale pour les entreprises innovantes ou créées depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2019. Aucun remboursement n'est exigé la 1<sup>ère</sup> année. 2 à 4 mois avant la date anniversaire du PGE, le chef d'entreprise prendra la décision sur le remboursement<sup>113</sup>.
- Les **reports de cotisations sociales** : L'Urssaf a déclenché des mesures exceptionnelles pour accompagner les entreprises et les travailleurs indépendants présentant de sérieuses difficultés de trésorerie dès le début de la crise sanitaire du COVID-19. Le report concerne les entreprises dont l'activité reste empêchée ou soumise à des restrictions, c'est-à-dire les employeurs qui connaissent une fermeture ou une restriction directe ou indirecte de leur activité du fait des mesures décidées par les pouvoirs publics. Le report est possible pour tout ou partie des cotisations.

Ces dispositions, et notamment les PGE et le dispositif d'activité partielle, ont été fortement mis en avant par les entreprises dans le cadre des entretiens, même si s'agissant du PGE, toutes les entreprises n'ont pas forcément choisi d'en bénéficier. Un retour positif qui rejoint l'évaluation réalisée par le comité de suivi et d'évaluation des mesures de soutien financier aux entreprises confrontées à l'épidémie de COVID-19<sup>114</sup>. En revanche, certaines de ces mesures, conduisant à reporter les effets de la crise (report de cotisation, PGE) ont également un effet sur l'endettement des entreprises et donc, accroissent les possibilités de contraintes financières ultérieures, voire de contraintes de trésorerie.

D'après les retours des entreprises, ces dispositifs ont joué un rôle important d'amortisseur à court terme, permettant aux entreprises de la filière de temporiser. Toutefois, ils ne pouvaient pas permettre de résoudre le problème fondamental induit par la baisse d'activité durable (au moins jusqu'en 2024) dans de nombreuses entreprises de la filière. Dans ces conditions et s'agissant de la R&D, il était nécessaire d'avoir un dispositif qui

---

<sup>113</sup> Il pourra décider de rembourser immédiatement son prêt, de l'amortir sur 1 à 5 ans supplémentaires (4 ans maximum en cas de décalage d'un an supplémentaire de l'amortissement du capital), ou de mixer les 2.

<sup>114</sup> <https://www.vie-publique.fr/rapport/279560-evaluation-des-mesures-de-soutien-financier-aux-entreprises-covid-19>

puisse accompagner les entreprises dans les choix à réaliser sur la mise en œuvre d'une stratégie de préparation de l'avenir. Une stratégie permettant de recréer une activité à court terme pour des équipes de bureaux d'études bien moins sollicités en raison de la baisse générale d'activité.

### Plan de soutien à l'industrie aéronautique

En raison de l'importance du choc qui a affecté le secteur aéronautique, à la suite de la crise du COVID-19, l'Etat français a lancé un plan de soutien de 15 milliards d'euros. Ce plan visait 3 objectifs :

- Répondre à l'urgence en soutenant les entreprises en difficulté et protéger leurs salariés ;
- Investir dans les PME et les ETI pour accompagner la transformation de la filière ;
- Investir pour concevoir et produire en France les appareils de demain.

Pour cela, l'Etat français s'est appuyé sur des mécanismes d'aides aux entreprises variés : garanties de prêt, anticipations d'achats publics, prises de participations, subventions ou encore avances remboursables.

**Tableau 35. Les mesures de soutien et d'appui à la transformation structurelle de la filière mises en place en 2020 par l'Etat français**

	Aide publique	Pilote	Montant total de l'aide (M€)	Durée de l'aide
Dispositifs d'urgence et de soutien	Prêt Garanti d'état (PGE) - Filière Aéronautique	DGT, BPIFrance	1 500	2020
	Adaptation des modalités de garanties exports	DGT, BPIFrance	3 600	2020-2021
	Anticipation de commandes militaires	DGA	832	2020-2022
	Prêt Garanti d'état (PGE) - Air France	DGT, BPIFrance	4 000	2020
	Avance en compte-courant d'actionnaire - Air France	APE	3 000	
Dispositifs visant à la transformation de la filière	Subventions pour la modernisation des acteurs de la filière	DGE, BPIFrance	300	2020-2022
	Fonds pour la consolidation et la diversification de la filière*	Tikehau Capital	200	2020-2030
	<b>Soutien 2020 - 2022 de la R&amp;T/R&amp;D et l'innovation de la filière</b>	<b>DGAC</b>	<b>1 500</b>	<b>2020-2022</b>
<b>Total</b>			<b>14 932</b>	

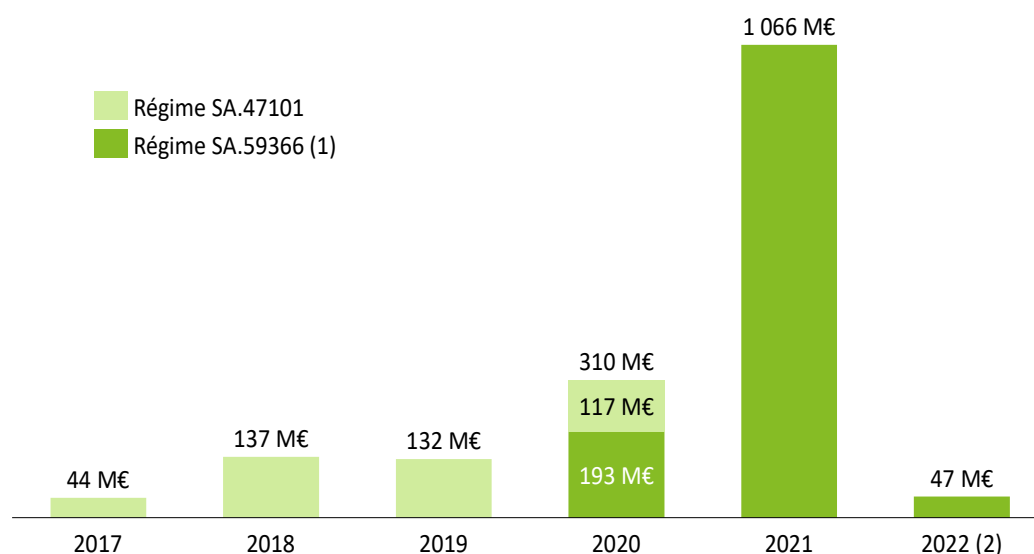
\* Montant d'investissement public uniquement, le fonds "Ace Aéro" a été abondé des acteurs privés (Tikehau Capital, Airbus, Dassault, Thales, Safran, Crédit Agricole)

Source : Cour des comptes | Rapport information Sénat février 2022<sup>115</sup> | Projet de loi finances 2020 / 2021 / 2022

Le régime d'aide n°SA.59366 (en gras dans le tableau précédent) a été mis en place dans ce contexte de soutien renforcé de l'Etat à la filière. Il s'insère dans un ensemble cohérent d'aides financières, en proposant un volet spécifique sur la recherche, qui s'inscrit dans la continuité du régime d'aide n° SA.47101 mis en place entre 2017 et 2020.

<sup>115</sup> <https://www.senat.fr/rap/r21-538/r21-5381.pdf>

**Figure 35. Engagements pour le soutien à la R&D de la filière par l'État français depuis 2017**



Source : Données DGAC

(1) Engagements à date, tranches fermes et conditionnelles comprises

(2) Engagements au 31 mai 2022

Ce soutien régulier vient en cohérence avec les spécificités de l'industrie aéronautique : des cycles d'innovation longs (une quinzaine d'années environ), qui nécessitent des investissements de recherche et développement élevés (plusieurs milliards d'euros), de façon constante et continue.

Le niveau de financement et les incertitudes propres aux projets de recherche (c'est-à-dire, retours sur investissements, etc.) incitent à la mutualisation des coûts et des risques, et plus généralement, à la synchronisation des efforts des acteurs de la filière.

Les dispositifs d'aide sont des outils nécessaires pour piloter et soutenir ces efforts sur la R&D, et traduisent une politique publique de l'aéronautique civile mise en place à l'échelle nationale.

#### 5.4.2. Impact du régime sur les dépenses de R&D des entreprises dans un contexte de crise conjoncturelle majeure

Sur la période allant de novembre 2020 à mai 2022, le montant octroyé s'élève à près de 1 360 M€, qui correspondent à une assiette de plus de 2 770 M€. Cet important volume de financement, ne représente cependant qu'une partie des efforts réellement consentis par les entreprises, en raison du cofinancement, mais également car seule une partie de leur R&D est financée dans le cadre du régime.

Dans le cadre des retours obtenus, le régime peut avoir d'autres effets bénéfiques qui ont aidé les entreprises dans le contexte de la crise :

- **Vision de long terme** : Le régime n'a pas simplement visé à financer des travaux de R&T. Il a également favorisé le déploiement d'une démarche industrielle d'ampleur au sein de la filière aéronautique autour des enjeux de décarbonation, de compétitivité et de sécurité. Une démarche qui s'est structurée autour de l'objectif d'une mise sur le marché de nouveaux programmes d'aéronefs. Dans un contexte, où peu de nouveaux programmes sont lancés, notamment ces dernières années (cf. étude de cas chaîne de valeur à venir), cette perspective est fortement mobilisatrice pour toute la chaîne de valeur (même si la participation à un projet de R&T avec un donneur d'ordre n'implique pas nécessairement un partenariat commercial

derrière, en raison des mécanismes d'appel d'offre). Ainsi, au-delà des financements, la vision de long terme mise en place dans le contexte de la crise du COVID-19 a été un important levier afin de pousser les entreprises dans le choix d'un investissement dans l'innovation, qui va d'ailleurs au-delà des projets financés.

- **Effet de certification vis-à-vis de financeurs extérieurs** : Les projets CORAC / DGAC, sont considérés par les acteurs de la filière comme des projets particulièrement sélectifs, et qui jouent un rôle de label vis-à-vis des financeurs ou clients potentiels. Ce sont à la fois des projets qui sont gages d'innovation, mais également de qualité grâce au niveau d'exigence demandé et à leur dimension partenariale (qui permet de capitaliser sur les compétences et la vision marché). Dans ce contexte, la participation à l'un de ces projets peut permettre de contribuer à lever des contraintes de financement par effet de signal, dont nous avons vu qu'elles représentent l'une des causes du sous-investissement durant les crises.
- **Rôle de la sous-traitance pour les partenaires stratégiques les plus fragiles** : Les pratiques remontées par les sociétés dans le cadre des entretiens montrent un usage de la sous-traitance (hors achat d'équipement), dans deux cas principaux. Lorsqu'il est stratégique pour le donneur d'ordre de posséder la propriété intellectuelle issue des travaux et lorsque le sous-traitant présente un apport mais ne dispose pas de la capacité financière suffisante pour participer (tout bénéficiaire devant autofinancer 50 % de l'assiette, sur des projets dont le retour ne peut être qu'à long terme). Ce mécanisme, constitue ainsi un puissant levier pour permettre à des entreprises particulièrement contraintes de conserver une activité de R&T/R&D et des emplois à haute valeur ajoutée.

Finalement, l'effet du dispositif sur les effectifs de R&T/R&D apparaît convainquant, même s'il est également vrai que les entreprises, dans un contexte préalable de tension sur le marché du travail, avaient un intérêt marqué pour la préservation de l'emploi et des compétences.

Les résultats de l'étude économétrique permettent d'apporter un éclairage important afin de mieux comprendre l'effet de levier réel du dispositif à cet égard. Cette dernière conclut également à un effet positif et significatif (à 5 %) du régime d'aides n° SA.59366 sur l'emploi R&D des bénéficiaires. Il ressort des estimations (cf. section 3.5) que **les bénéficiaires de l'aide ont en 2021 un effectif R&D en ETP supérieur de 15 % à celui des entreprises du groupe de contrôle qui n'ont pas bénéficié de l'aide.**

## 5.5. Conclusion

La filière aéronautique française a été l'une des plus affectée par le COVID-19, en répercussion de la baisse brutale du transport aérien. Ce choc s'est répercuté le long de la chaîne de valeur via différents mécanismes et a fragilisé de nombreux acteurs. Il était susceptible d'entraîner une baisse importante des efforts de R&D en raison des importants déficits, des effets trésorerie, notamment chez les acteurs contraints financièrement. Les pertes opérationnelles impliquant une réduction des capacités de financement et chez une partie des acteurs, l'ajustement était indispensable dans une perspective de survie.

Les dispositifs mis en place dans le contexte de la crise, ont permis de limiter à court terme certains ajustements, notamment sur la R&D, mais ne pouvaient permettre seuls, aux entreprises, de s'engager dans une démarche volontariste et risquée d'investissement.

Dans cette perspective, le régime d'aide, et la vision stratégique qui l'a porté, ont joué un rôle majeur dans la mobilisation de la filière autour des enjeux de compétitivité. L'étude économétrique conclut d'ailleurs à un effet significatif du régime sur les effectifs de R&D. A noter toutefois, qu'au niveau national, même en présence de ce plan, les dépenses de R&D de la filière ont diminué de 10,8 %. Il est cependant très vraisemblable sur la base des éléments disponibles, qu'en l'absence du plan, la baisse aurait été significativement plus importante avec des

conséquences non seulement sur le rythme de développement technologique, mais également sur l'emploi qualifié, ce qui aurait obéré la compétitivité future de la filière dans un contexte de concurrence internationale.

## 5.6. Bibliographie

Aghion, P. & Askenazy, P. & Berman, N. & Cetto, G. & Eymard, L., 2008, "Credit Constraints and the Cyclicalities of R&D Investment: Evidence from France," Working papers 198, Banque de France.

Aghion, P. and Saint-Paul, G., 1998, "On the Virtue of Bad Times: An Analysis of the Interaction between Productivity Growth and Economic Fluctuations", *Macroeconomic Dynamics*, vol. 2 no 3: pp. 322–44

Ahuja G., Lampert C.M., 2001, « Entrepreneurship in the large corporation: A longitudinal study of how established firms create breakthrough inventions », *Strategic Management Journal*, 22, n° 6-7, p. 521-543.

Bean, C. R., 1990, "Endogenous growth and the procyclical behaviour of productivity", *European Economic Review*, vol. 34 no 2-3: pp. 355–363.

Beneito, P., Rochina-Barrachina, M.E. & Sanchis-Llopis, A., 2015, "Ownership and the cyclicalities of firms' R&D investment", *Int Entrep Manag J* 11, 343–359.

Bronwyn Hall, 2014, "Patents as Quality Signals? The Implications for Financing Constraints on R&D," National Institute of Economic and Social Research (NIESR) Discussion Papers 430, National Institute of Economic and Social Research.

Cour des comptes, Février 2022, Rapport « Le soutien public à la filière aéronautique ».

Gali, J. and Hammour, J., 1992, "Long Run Effects of Business Cycles", Columbia working paper 92-26.

Hall, B. H., 1993, "The Stock Market's Valuation of R&D Investment during the 1980's", *American Economic Review*, vol. 83 no 2: pp. 259–64

MAHDAOUI Hamoudi et AMRI Sami, 2022, Impacts de la crise sanitaire COVID-19 sur le transport aérien -Cas du groupe Air France-KLM.

Ministère de l'Économie, des Finances et de la Relance, juin 2020, « Plan de soutien à l'aéronautique ».

Noémie Morénillas, 2022, « La filière aéronautique et spatiale en France en 2020 : Un fort décrochage de l'activité, mais des perspectives de reprise », INSEE.

Noémie Morénillas, 2021, « Aéronautique et spatial – Une filière fortement impactée par la crise, mais qui fait preuve de résilience, Bilan économique », *CONJONCTURE OCCITANIE N°27*, INSEESatistica, 2022, « Chiffre d'affaires annuel du groupe Air France-KLM dans le monde de 2010 à 2022 ».

SIES, Décembre 2022, Dépenses de recherche et développement expérimental en France, résultats détaillés pour 2020 et premières estimations pour 2021,



# Annexe 6. Etude de cas n°4 : Analyse de la non-participation d'entreprises au financement des projets dans le cadre du régime d'aide

## 6.1. Introduction

Le régime d'aide n°SA.59366 est destiné aux entreprises de la filière aéronautique avec l'objectif de contribuer aux objectifs de décarbonation, mais également à la compétitivité de la filière et à la sécurité du transport aérien.

Le régime d'aide et le soutien donné sont étroitement liés au Conseil pour la recherche aéronautique civile (CORAC), qui constitue une instance partenariale public-privé mise en place en 2018<sup>116</sup>. Son principal objectif est de mettre en cohérence, de prioriser et de synchroniser les efforts de recherche et d'innovation de la filière dans un contexte de très forte interdépendance des acteurs le long de la chaîne de valeur, en particulier dans la perspective du développement de futurs programmes d'aéronefs portés par les grands intégrateurs. Le principal outil de coordination est une feuille de route partagée qui définit les grandes cibles technologiques à atteindre en fonction des objectifs et échéances des futurs programmes. Cette feuille de route est directement élaborée et actualisée par les membres du CORAC, dont fait partie la DGAC. A noter toutefois, que le CORAC n'est pas une instance décisionnaire sur les projets. La responsabilité en incombe uniquement à la DGAC.

L'étude de cas d'analyse de la non-participation d'entreprises au financement des projets dans le cadre du régime d'aide vise à éclairer les raisons pour lesquelles les entreprises peuvent ne pas souhaiter ou pouvoir participer au régime d'aide. Cette analyse se base sur les conditions d'éligibilité des projets, sur les processus d'information et de sélection des bénéficiaires ainsi que sur des informations contextuelles liées notamment à la structure particulière de la filière et aux effets du COVID-19. Ces deux derniers étant analysés par ailleurs dans le cadre de deux études de cas dédiées, ils ne seront pas approfondis, mais jouent toutefois un rôle parfois important dans l'explication de la non-participation.

Sur le plan de la méthodologie mise en œuvre, cette étude de cas diffère des autres études de cas dans la mesure où seuls deux outils méthodologiques peuvent contribuer à apporter une réponse : des entretiens conduits avec des entreprises non-bénéficiaires ou des entreprises pour lesquelles la participation a été difficile, ainsi qu'une analyse bibliographique. A noter que cette étude de cas, étant basée sur un nombre limité d'entretiens sans appui

---

<sup>116</sup> Conseil pour la recherche aéronautique civile (CORAC) est une instance publique-privée de concertation entre les grands intégrateurs de la filière (Airbus, Safran, Thales, Dassault Aviation), le GIFAS et ses groupements des équipementiers (GEAD) et PME aéronautiques (Comité Aéro-PME), le monde académique (ONERA, CNRS), les opérateurs de transport aérien (FNAM, Air France), les opérateurs aéroportuaires (UAF, ADP) et les services de la navigation aérienne (DGAC/DSNA), ainsi que l'ensemble des ministères compétents (transports, défense, industrie et recherche).

quantitatif issu d'un questionnaire, ne vise pas à dimensionner les effets identifiés mais à les illustrer à partir d'un nombre limité d'exemples.

Le tableau ci-dessous présente les entreprises interrogées dans le cadre de l'étude de cas.

**Tableau 36. Liste des entreprises interrogées dans le cadre de l'étude de cas n°2**

Nom de l'entreprise interrogée	Secteur de l'entreprise	Difficulté majeure rencontrée
<b>FACT GROUP</b>	2931Z - Fabrication d'équipements électriques et électroniques automobiles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Difficulté liée à la situation financière de l'entreprise qui rend difficile un projet que ce soit vis-à-vis de la DGAC ou des donneurs d'ordre</li> </ul>
<b>ASTER TECHNOLOGIES</b>	71.12B - Ingénierie, études techniques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Difficulté à être identifié par la DGAC et par les donneurs d'ordre</li> <li>• Complexité de la préparation des dossiers de demande d'aide</li> <li>• Temps nécessaire pour la préparation des dossiers de demande d'aide</li> </ul>
<b>COBHAM AEROSPACE COMMUNICATIONS</b>	26.51A - Fabrication d'équipements d'aide à la navigation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temps nécessaire pour la préparation des dossiers de demande d'aide incompatible avec le domaine technologique visé</li> </ul>
<b>FORGAVIA</b>	28.30Z - Fabrication de machines agricoles et forestières	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Approbation des projets par le CORAC et les donneurs d'ordre</li> <li>• Complexité et capacité de R&amp;T</li> <li>• Situation financière</li> </ul>
<b>RECAERO</b>	30.30Z - Construction aéronautique et spatiale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Approbation des projets par le CORAC et les donneurs d'ordre</li> </ul>

Source : G.A.C

L'étude de cas est structurée en 3 parties :

- Une première partie présente de façon succincte les démarches engagées afin d'informer les entreprises sur le régime et ses conditions d'accès, ce qui constitue un préalable à une participation,
- Une seconde partie présente, sur un plan analytique, les conditions d'accès au régime et leur incidence pour les entreprises bénéficiaires,
- Une troisième partie analyse à partir des retours obtenus par les entreprises les difficultés qu'elles rencontrent effectivement dans l'accès au régime.

## 6.2. Information et accès au financement

Les efforts d'information et de sensibilisation sur les opportunités offertes par le régime d'aide, ainsi que plus directement les efforts d'identification des projets ont été sensiblement renforcés à partir de 2020, en parallèle de la hausse des budgets alloués.

Historiquement, la participation au régime était principalement tirée par les grands industriels (Airbus, Airbus Helicopters, Dassault, Safran, Thales, Daher, Stelia, Liebherr Aerospace, Latécoère, Hutchinson) et par l'ONERA, qui sont présents dans les instances du CORAC et qui pouvaient, dans cette instance, cadrer et exprimer leurs projets, assurer la cohérence des initiatives et identifier des priorités en matière de R&T. A noter que les projets étant généralement partenariaux, ils permettaient d'associer des PME et des laboratoires publics.

Toutefois, à partir de 2020, deux démarches volontaristes ont été engagées par la DGAC afin d'accompagner de manière plus globale la filière dans sa transformation :

- **Une démarche systématique de prise de contact et de recueil de propositions auprès des acteurs importants de la filière qui ne sont pas présents directement au CORAC<sup>117</sup>.** Fin 2023, l'ensemble des entreprises ciblées sur le territoire ont été contactées, soit une soixantaine d'entreprises environ. Cette démarche de contact direct par la DGAC, a été élargie, notamment dans le cadre des événements dédiés à la filière comme le salon du Bourget.
- **La mise en place avec le GIFAS d'un point d'entrée unique pour les PME/ETI de la filière,** destiné à donner un accès simplifié au régime pour ces entreprises. Dans le cadre de ce guichet, la description sommaire des idées de projet peut être adressée à une adresse mail ([corac-pme@gifas.fr](mailto:corac-pme@gifas.fr)). Après réception, un tri est opéré collégalement par la DGAC, la DGE et le GIFAS pour orienter les entreprises vers le dispositif le plus adapté.

L'information a par ailleurs été plus largement diffusée par les différents clusters associés à la filière (Aerospace Valley, Astech Paris Région, Safe) ou les fédérations d'entreprise comme le GIFAS, ainsi que plus directement par les entreprises de la filière. Cette dernière démarche est particulièrement importante en raison de la nature verticale de la filière, qui laisse un rôle essentiel aux donneurs d'ordre. Ces derniers, pour des raisons de compétitivité, sont directement incités à accompagner la transformation de leur chaîne de sous-traitance et à l'amener à proposer des solutions innovantes.

L'enjeu est en effet essentiel pour les donneurs d'ordre. Ainsi, pour Airbus Atlantic (AA), les donneurs d'ordre sont face à un défi : *« Embarquer la chaîne de valeur dans la démarche de transformation pour nourrir les nouveaux programmes tout en leur faisant gagner le combat de la compétitivité, dans un contexte où ils doivent investir massivement dans le ramp-up dans tous les programmes d'Airbus, alors qu'ils n'ont pas de trésorerie. Ils sont confrontés à ce défi en tant que membre du CORAC et donneur d'ordre. Il faut amener les fournisseurs à réaliser ces investissements... Il est nécessaire de les associer aux démarches de transformation en cours, de les amener à se transformer eux même. Le projet phare au sein d'AA qui permet de faire cela, c'est le projet PIF. Il y a 16 partenaires, ce qui permet une très grande inclusivité pour préparer ce que devra être le système industriel des futurs aéronefs d'Airbus, notamment le SMR. »*

---

<sup>117</sup> Des grosses ETI qui animent leur tissu régional et disposent d'une capacité de R&D structurée, ou des filiales de groupes étrangers disposant de capacités de production et d'ingénierie en France (groupe Collins Aerospace par exemple).

En l'absence de questionnaire adressé à l'ensemble des entreprises de la filière, il est difficile de savoir précisément combien d'entre elles ne sont pas au courant de l'existence du régime tout en étant susceptibles de porter un projet pertinent, c'est-à-dire, un projet respectant les critères exigeants qui conditionnent l'accès aux financements du régime, en particulier en tant que partenaire.

Sur un plan strictement quantitatif, à partir de traitements réalisés sur les numéros d'identification des entreprises (numéro Siren), le nombre de bénéficiaires dans les 5 principaux secteurs<sup>118</sup> s'élève à 115 contre 8 838 pour les entreprises non-bénéficiaires suivies sur toute la période dans les données et qui ont des emplois R&D au moins une fois entre 2016 et 2021. Ces 5 secteurs, à l'exception de la construction aéronautique et spatiale, représentent principalement des fonctions transverses communes à l'ensemble de l'industrie voire au-delà. Même en se limitant aux seules entreprises dans le secteur de la construction aéronautique et spatiale, la part des bénéficiaires reste faible (de l'ordre de 17 % environ).

L'ampleur des exigences associées à ce régime tant dans son périmètre que dans ses modalités de financement et la complexité du montage des projets en font un régime qui se singularise (voir ci-après). Il convient de saluer les efforts d'ouverture engagés, concomitants à la hausse des enveloppes, afin de pouvoir davantage tirer l'ensemble de la filière. Dans cette perspective, les choix opérés par la DGAC quant à l'identification des projets et leur sélection (notamment l'existence d'une phase de réorientation des projets déposés auprès de l'adresse CORAC-PME), apparaissent tout à fait cohérents afin de limiter les risques pour les entreprises. En effet l'existence d'une feuille de route partagée au niveau de la filière qui a vocation à structurer et coordonner l'ensemble des efforts, ainsi que la dimension fortement verticale de la filière qui rend difficile une exploitation des résultats sans l'appui des donneurs d'ordre, implique une attention particulière sur les projets financés, afin de ne pas mettre les entreprises en situation de risque.

## 6.3. Rappel des caractéristiques des projets et incidence sur la participation

La participation au régime suppose un engagement des entreprises dans des projets aux caractéristiques très particulières :

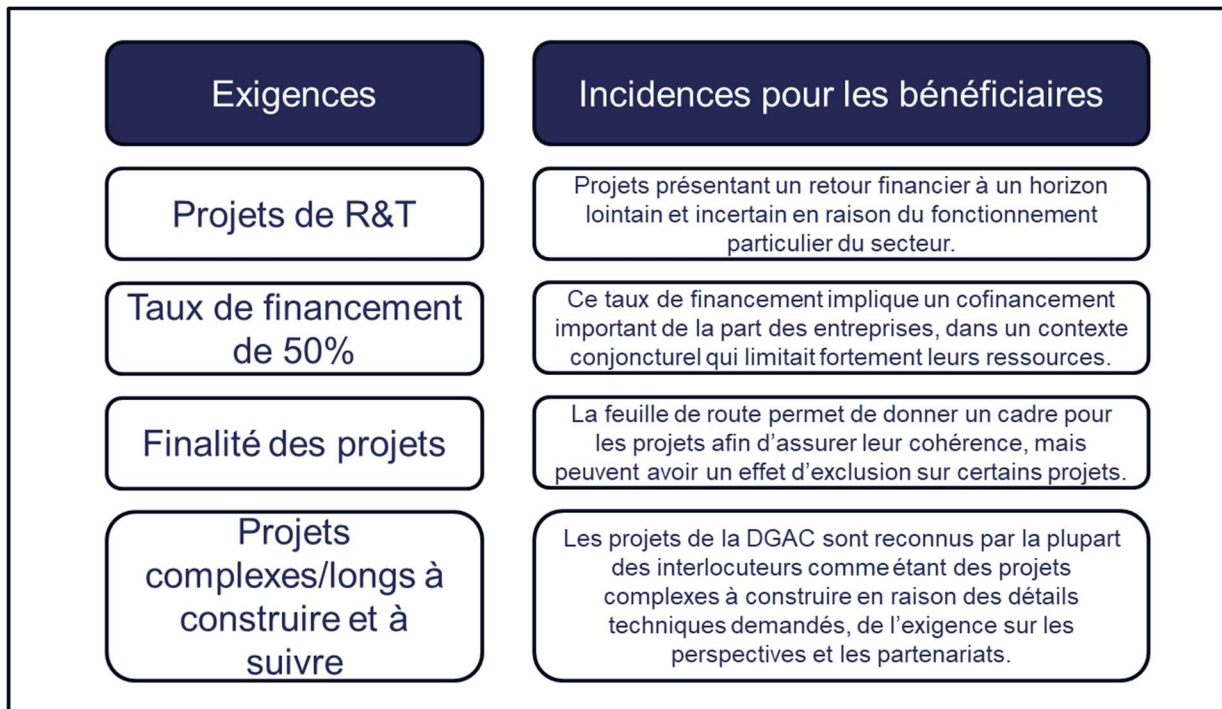
- **Les projets financés sont des projets de R&T**, ce qui correspond globalement à des projets ne dépassant pas le TRL 6. Les projets des entreprises ciblent ainsi majoritairement les risques technologiques et le financement couvre les phases amont de la recherche et non les phases de développement. Les coûts associés aux phases de développement, indispensables afin d'assurer une exploitation des technologies développées impliquent ainsi un effort important et dans la durée pour les entreprises bénéficiaires.
- **Les projets sont financés à hauteur de 50 %** par la DGAC dans le cas des entreprises et nécessitent donc un co-financement de 50 % de la part des entreprises bénéficiaires, sur leurs fonds propres. A titre de mise en perspective, les taux de financement pour les entreprises dans le cadre d'Horizon Europe sont de 60 % à 70 % (auxquels s'ajoutent les frais généraux à hauteur de 25 %) pour les appels à projets de type *Innovation Action* (IA) et de 100 % (auxquels s'ajoutent les frais généraux à hauteur de 25 %) pour les appels à projets de type *Research and Innovation Action* (RIA), qui sont généralement plus proches des actions financées dans le cadre du régime.

---

<sup>118</sup> 7112B : Ingénierie, études techniques ; 3030Z : Construction aéronautique et spatiale ; 8542Z : Enseignement supérieur ; 7219Z : Recherche-développement en autres sciences physiques et naturelles ; 2562B : Mécanique industrielle.

- **Les projets financés doivent s’inscrire dans le cadre de la feuille de route du CORAC** et dans la finalité visée (décarbonation, compétitivité, sécurisation). La feuille de route du CORAC étant révisée régulièrement (sur une base annuelle), elle a pu prendre pleinement en compte les orientations données dans le cadre du plan de relance et en particulier les enjeux de décarbonation, qui sont de ce fait au cœur des préoccupations. Toutefois, tous les projets ne sont pas forcément considérés comme pertinent au regard de cette feuille de route.
- **Les projets financés sont principalement des projets partenariaux**, qui doivent prendre en compte le reste de la filière, notamment les besoins des donneurs d’ordre potentiels. Dans le détail, les projets financés sur la période 2020-2022 sont caractérisés par un nombre moyen de 4 partenaires financés et l’on comptabilise 58 projets individuels sur 176 projets (soit 33 %).
- **Les dossiers des projets sont complexes/longs à monter et nécessitent de gros efforts**. En effet, le montage d’un projet se déroule en partenariat avec la DGAC, qui s’assure de la pertinence technique de la proposition, des dépenses avancées, du choix des partenaires, des perspectives économiques, de la solidité financière des bénéficiaires, etc. A ce titre, être bénéficiaire d’un projet DGAC, et plus encore en être le leader est considéré comme un label pour de potentiels clients ou financeurs.

Ces différentes caractéristiques sont justifiées au regard des exigences d’impact, d’efficacité et d’efficience du régime mais ont pour effet d’exercer des contraintes sur les entreprises qui en bénéficient. Elles peuvent ainsi conduire une partie des entreprises de la filière à ne pas pouvoir, ou à ne pas souhaiter, accéder à ce régime. L’encadré ci-dessous synthétise l’ensemble des contraintes que font peser les exigences du régime sur les entreprises.



## 6.4. Illustration par les retours des entretiens

Dans le cadre des entretiens, il est apparu que les différents facteurs pré-identifiés peuvent représenter, seuls ou en combinaison, des justifications à la non-participation d'entreprises au régime.

### 6.4.1. Difficultés d'être identifié, d'intéresser la filière et de s'inscrire dans le périmètre ciblé

Afin de bénéficier du régime d'aide, les projets doivent s'inscrire dans le cadre de la feuille de route du CORAC. Ce choix d'une inscription dans le cadre de la feuille de route du CORAC est un aspect important du régime, qui peut exercer une contrainte sur les participants. Deux cas permettent d'illustrer l'incidence de ces enjeux de positionnement sur l'accès au régime et les difficultés, mais aussi l'intérêt que peut représenter cette approche.

La première illustration est donnée par la PME Aster Technologies qui est principalement un éditeur de logiciel, leader mondial dans la mesure de l'efficacité des tests électroniques. Son intensité de R&D est importante (environ 40 à 50 % du chiffre d'affaires investi en R&D). Ses produits portent sur l'aide à la conception et l'optimisation du design et de la production de carte électronique (design et placement routage). L'entreprise définit également des métriques de suivi et la mesure de la qualité des composants pour lesquels, elle joue un rôle de référent au niveau mondial.

Aster Technologies est en cours de négociation sur une participation à un projet dans le cadre du régime. Toutefois, pour l'entreprise, il est difficile d'être identifié vis-à-vis du régime d'aide en raison de son positionnement. En effet, le lien entre l'entreprise et le secteur aéronautique est assez distant (ce segment ne représente d'ailleurs qu'une faible partie de son chiffre d'affaires, environ 15 %), car l'entreprise contribue à l'amélioration de la qualité des processus composant électronique au sein de l'avion, plutôt qu'à l'avion lui-même. Cet exemple illustre la difficulté pour des entreprises en lien avec la filière, d'être correctement identifiées, alors même que les enjeux d'optimisation des processus de production, dans une perspective de transformation vers l'industrie 4.0 sont importants pour la filière.

Un second exemple est donné par le groupement Mécapole dont l'une des entreprises a pu rejoindre un projet DGAC. Avant ce premier succès, l'entreprise avait développé des initiatives visant à réduire le nombre de références matières sur des produits à finalité similaire, mais dont la composition ou le traitement de surface varie légèrement. Cette multiplication des lignes de produits, qui s'explique selon l'entreprise, par un manque de coordination des bureaux d'études, rend plus complexe la gestion de la production et limite les capacités de rendement d'échelle. Une standardisation permettrait de réduire les coûts et de générer des impacts environnementaux positifs. Lors de la présentation du projet dans le cadre des instances du CORAC, un retour positif a été donné sur l'idée, mais qui n'a pas été suivi d'un soutien dans le cadre d'un projet « car cela est trop complexe, en particulier pour les avions en cours de fonctionnement ».

Le retour du CORAC apparaît ainsi essentiel en raison des interdépendances des acteurs et de la nécessité de développer des solutions qui sont susceptibles d'intéresser et d'être appuyées et exploitées par les clients ou utilisateurs finaux potentiels. Si l'entreprise s'était engagée dans le projet, les retours financiers n'auraient pas été positifs alors même que sa situation était déjà fragilisée.

La même problématique s'est posée pour le groupe Reaero, spécialisé dans la fabrication de pièces de rechange, sous-ensembles, et kits de modification, pièces métalliques et pièces composites pour l'industrie aéronautique qui cherchait à travailler sur l'usage de l'impression 3D pour la fabrication des pièces au lieu de l'usage systématique de solutions de fonderie (qui sont marquées par des cycles à rallonge et requièrent des volumes importants). L'entreprise, qui avait développé un premier projet il y a quelques années (2014-2015), n'a pas pu trouver de cas d'usage auprès des clients permettant de qualifier pleinement la solution. Un échec, renouvelé dans le cadre du projet MAMA avec l'IRT Saint Exupéry (projet non financé par le régime) pour les mêmes raisons. Ces deux échecs

illustrent les risques et les difficultés de conduire des efforts de R&T, sans l'appui des donneurs d'ordre et sans une coordination efficace du CORAC et de la DGAC, permettant la bonne organisation et coordination des démarches et l'implication des donneurs d'ordre.

En conclusion, l'ensemble du régime participe à une ambition commune dans une filière verticale, soumise à d'importants niveaux d'exigence et des enjeux de certification importants pour lesquels, le nombre d'acheteurs potentiels reste finalement relativement limité. Dans ce contexte, il est difficile pour une entreprise de s'engager dans une démarche d'innovation lorsque les clients potentiels ne la soutiennent pas. Si les spécifications du produit ne sont pas conformes aux exigences du client potentiel ou des instances de certification, si le produit ne peut être introduit en raison de son incidence sur la certification de la solution de son client, son exploitation sera alors impossible.

A ce titre, la finalité du régime qui est de soutenir la mise sur le marché d'une nouvelle génération d'aéronefs qui soient à la fois compétitifs et qui présentent des performances environnementales en rupture avec les générations existantes est particulièrement contraignante et implique nécessairement un fort leadership des donneurs d'ordre sur les projets engagés. Cette logique *top-down* peut être accompagnée d'une démarche plus *bottom-up* d'innovation, notamment sous l'impulsion de la DGAC quand les nouvelles solutions sont finalement susceptibles d'être exploitées. Dans cette perspective, la vision strictement quantitative du nombre d'entreprises bénéficiaires dans la filière apparaît peu pertinente car elle masque l'importance de cette dimension verticale qui est au cœur du régime.

Cette coordination des efforts de R&T et ce cadre réglementaire exercent en retour un effet négatif potentiel sur les dynamiques d'innovation en limitant, dans une certaine mesure, la disruptivité. A ce premier inconvénient s'ajoute une sur-focalisation sur la filière aéronautique et en particulier, sur le développement des futurs aéronefs, qui peut limiter l'adoption d'innovation en provenance d'autres secteurs, ou cross-secteurs.

#### 6.4.2. Difficultés liées au montage des projets

Le montage d'un projet dans le cadre du guichet d'aide est un processus long et exigeant en raison du haut niveau d'exigence associé à ces projets, tant dans le contenu technique, que dans le contrôle de la soutenabilité financière pour l'entreprise ou dans les perspectives d'exploitation.

Les dossiers doivent présenter en détail le contenu technique visé, le calendrier et les jalons techniques. Un sponsor ou la présence d'un client potentiel doit être inclus afin d'assurer que le projet soit bien en lien avec les besoins des donneurs d'ordre. La solvabilité financière est scrutée afin de s'assurer que malgré le temps de retour sur investissement très important qui caractérise les projets de R&T dans l'aéronautique et la conjoncture très difficile, les entreprises ne soient pas fragilisées financièrement par les projets.

L'ensemble de ces contraintes implique des délais de montage de projets assez conséquents (environ une année) ce qui peut être problématique dans le cadre de certains projets. A titre illustratif, la société Cobham Aerospace Communications a renoncé à un projet pour cette raison.

Cobham Aerospace Communications propose des solutions innovantes destinées à l'aéronautique civile et à la défense avec un positionnement sur des systèmes avioniques embarqués avec différentes lignes de produit (Antennes, Eclairage, IHM<sup>119</sup>, Audio/radio, Satcom, Horloge). Le projet visé portait sur les Satcom<sup>120</sup>. Toutefois, si les antennes évoluent peu, le monde de la connectivité évolue très vite. Ainsi pour l'entreprise « *Monter un dossier CORAC prend du temps, entre le montage du dossier et la soutenance, beaucoup de paramètres du marché avaient*

---

<sup>119</sup> Interface homme machine face avant, panneaux de contrôle, panneaux de cabine.

<sup>120</sup> Cobham Aerospace Communications fournit une combinaison unique d'antennes et de technologies d'émetteur-récepteur Satcom aux acteurs civils et militaires. L'entreprise conçoit des  **systèmes Satcom aéronautiques de nouvelle génération basés sur la bande L**  des services mobiles par satellite (MSS), réservée et protégée pour les communications aériennes.

*changé. Le produit n'aurait pas intéressé les avionneurs... La structure rigide d'un projet CORAC n'est pas adaptée au rythme des STACOM. Dans l'aéronautique, tout prend du temps, sauf la connectivité. »*

Selon l'entreprise Aster Technologies, ce niveau d'exigence implique également « *une lourdeur de gestion, avec une difficulté liée à l'existence de doubles interlocuteurs (DGAC d'une part et Coordinateur du projet). Il y a aussi la nécessité de détailler avec beaucoup de précisions tous les éléments du projet dans un contexte d'incertitude technique. Au niveau du timing, il y a un problème de temps long. »*

En contrepartie de ce niveau d'exigence, plusieurs entreprises ont indiqué que cela avait permis de faire évoluer positivement les projets, que ce soit par des suggestions de partenaires, par des réflexions sur l'usage ou plus directement sur les développements technologiques prévus. Ce niveau d'exigence conduit d'ailleurs à ce que la participation à un projet DGAC joue un rôle de label pour certaines entreprises que ce soit vis-à-vis de clients ou de financeurs.

### **6.4.3. Solidité financière nécessaire pour engager un projet ambitieux de R&T dans un contexte économique difficile pour l'entreprise**

Comme évoqué, les projets financés par la DGAC correspondent à des projets présentant des retours à long terme, dans un contexte difficile pour les entreprises de la filière aéronautique.

La période des mesures sanitaires liées à la crise du COVID-19 (2020 - 2021) a connu une réduction brutale du trafic aérien, qui s'est contracté de 60 % en 2020<sup>121</sup>. Cette situation a entraîné des annulations de commandes, des reports de livraisons d'appareils ainsi qu'une suspension partielle des activités de maintenance des appareils et une forte réduction des commandes de pièces de rechanges qui constituent une importante source de financement pour les équipementiers. Ce choc initial s'est répercuté sur toute la chaîne de valeur aéronautique. En conséquence, l'industrie aéronautique française a enregistré une baisse d'activité de 28 points de pourcentage<sup>122</sup> entre mars et décembre 2020 et une baisse du niveau d'emploi de l'ordre de 8,3 points de pourcentage par rapport au niveau de juin 2019.<sup>123</sup>

La crise du COVID-19 n'a cependant été que l'un des chocs qui ont affecté le secteur :

- L'arrêt du 737 Max de Boeing a eu pour conséquence un arrêt des commandes et des livraisons de pièces de rechange. Un arrêt qui a été brutal pour toutes les entreprises dans la chaîne de valeur de cet avion.
- Les dysfonctionnements sur la chaîne d'approvisionnement sont également une source de difficultés pour le secteur, notamment s'agissant des composants aéronautiques et de la matière première. Cela se traduit par des tensions sur le respect des délais de livraison et des tensions inflationnistes susceptibles de fragiliser les entreprises en particulier en cas de contrat à prix fixe avec les donneurs d'ordre.
- Enfin, la crise en Ukraine, a conduit à l'arrêt des ventes et des programmes qui concernent la Russie, à un renchérissement des coûts des matières premières et de l'énergie, qui vient également grever les marges des entreprises et handicaper la reprise post-COVID-19.

Dans ce contexte de crises multiples ayant affectées la filière, la chaîne de valeur a été fragilisée, comme cela est présenté plus en détail dans l'étude de cas COVID-19. Cette fragilisation se traduit non seulement par une réduction des capacités financières et des capacités de recherche, mais également par une réduction des capacités managériales nécessaires pour le montage et le pilotage de projets de recherche.

---

<sup>121</sup> OACI – Communiqué de presse du 15 janvier 2021 - *2020 passenger totals drop 60 percent as COVID-19 assault on international mobility continues.*

<sup>122</sup> INSEE – Note « Le secteur aéronautique : un an de crise COVID-19 ».

<sup>123</sup> Cour des comptes — Rapport « Le soutien public à la filière aéronautique » — Février 2022.



A titre illustratif, pour l'entreprise FORGEAVIA (membre du groupement Mécapole), qui fabrique des pièces pour les avions neufs et de rechange en sous-traitance et qui a été très affectée par la crise (voir l'étude de cas dédiée) : « Nous ne nous relancerions pas dans un projet de R&D en raison des difficultés de financement. Il est difficile de financer le reste à charge et les banques ne suivent pas ».

#### 6.4.4. Impact des consolidations sur la participation au régime

La crise du COVID-19 a mis en évidence les fragilités de certaines entreprises dans la chaîne de valeur et la consolidation est l'une des solutions permettant de répondre à ces fragilités, en favorisant la mutualisation de certaines fonctions. C'est par exemple le cas en Corse, où Corse Aéronautique Composite a incité ses 5 sous-traitants locaux à se consolider afin de renforcer leur solidité et leur capacité à investir dans les transformations nécessaires pour être compétitifs.

Si la consolidation présente un potentiel de renforcement à terme, elle se traduit par des charges importantes à court terme tant sur le plan financier que sur le plan managérial, réduisant les capacités des entreprises à investir par ailleurs.

A titre illustratif, la start-up aéronautique FACT, créée en 2017, sur le positionnement des servovalves aéronautiques innovantes, a dû renoncer à s'engager dans un projet dans le cadre du régime d'aide. L'entreprise a connu une croissance rapide dans le design et en 2020 rachète la société Nortier, qui faisait les pièces des éléments des servovalves afin notamment de se placer en capacité d'industrialiser les servovalves. Cependant, le nouveau groupe a été frappé par la crise et l'arrêt du 737 Max (en répercussion des difficultés rencontrées par Safran). Par ailleurs, l'intégration des activités, des arrêts de livraison de pièces en Turquie en raison de restriction à l'export et les charges liées à la restructuration de la nouvelle acquisition, ont rendu l'intégration plus complexe que prévu. Un effet qui est venu se combiner aux difficultés conjoncturelles, qui a conduit l'entreprise à ne pas pouvoir participer.

« FACT a été mise en contact par le Cluster Aerospace Valley avec la DGAC. Le cluster a sélectionné 10 entreprises de Toulouse méconnues pour les présenter à la DGAC. Si la DGAC semblait en faveur d'une poursuite, FACT n'a pu poursuivre le projet en raison des difficultés financières.

- *Le problème d'un projet c'est d'assurer son financement sachant que le taux de financement est faible (50%) notamment en comparaison avec les financements européens et que les ressources de l'entreprise sont contraintes par sa situation financière.*
- *Il fallait trouver un rang 1 qui puisse les intégrer. Mais pour les rangs 1, il faut une entreprise qui ait la capacité de produire différentes servovalves, qu'elle soit disruptive en matière de R&D, de technologie de production et qu'elle ait une capacité financière solide.*
- *Il fallait assainir la situation financière avant de pouvoir s'engager dans un projet financé par la DGAC, d'autant que FACT a rencontré des difficultés à trouver un banquier qui puisse appuyer une jeune startup industrielle (difficulté aujourd'hui levée). Pour le moment, l'entreprise se centre sur le renforcement de son chiffre d'affaires et sur la démonstration de sa solution, afin de pouvoir générer le cash nécessaire au financement de la R&D et à sa crédibilité vis-à-vis des donneurs d'ordre. »*

## 6.5. Conclusion

Le secteur aéronautique est confronté à des enjeux majeurs et se caractérise par un fonctionnement très singulier en raison de sa dimension verticale. Le régime a été conçu pour répondre aux caractéristiques particulières de ce secteur.

Cela se traduit par des difficultés d'accès structurelles pour certaines entreprises, liées à différents facteurs : la nécessité d'être identifié comme un acteur de la filière et/ou par les acteurs de la filière, de s'inscrire dans le cadre de la feuille de route du CORAC et de pouvoir répondre au haut niveau d'exigence de la DGAC dans le cadre de la soumission des offres et de s'inscrire dans le calendrier associé. Un calendrier qui est totalement en phase avec les rythmes de développement dans l'aéronautique, mais qui peut souffrir d'un manque de réactivité au regard du rythme des développements dans d'autres secteurs.

A ces difficultés d'accès propres au régime sont venues s'ajouter les difficultés économiques que rencontrent les acteurs de la chaîne de valeur dans la filière aéronautique. Les pressions concurrentielles ont de manière quasi structurelle limité les marges dans les segments amont de la chaîne de valeur. La survenue de la crise du COVID-19 mais également d'autres crises qui ont affectées la filière (arrêt des vols du 737 max, contraintes à l'export liées à la situation géopolitique, contraintes sur les matières premières, inflation des coûts des matières premières, des composants et de l'énergie), ont considérablement fragilisé les entreprises dans la chaîne de valeur. Ces crises ont ainsi limité leur capacité financière et managériale à s'engager sur des projets de R&T, qui impliquent un co-financement à 50 %, des retours sur investissements longs et une prise de risque technique et commerciale importante.

A ce titre, si le régime semble avoir touché une faible part des bénéficiaires potentiels, au sens des codes APE, la possibilité d'une extension significative des bénéficiaires ne semble que peu crédible au regard des contraintes importantes du dispositif et de ses mécanismes. En effet, la dimension verticale de la filière implique nécessairement l'implication des donneurs d'ordre potentiels qui ont tous été contactés. Des efforts ont été engagés afin d'attirer des entreprises, dans une perspective d'innovation davantage *bottom-up*, ce qui apparaît salutaire afin de renforcer le potentiel d'innovation de la filière, mais qui réduit davantage la possibilité qu'un vivier important d'entreprises potentiellement éligibles aient été omis par la DGAC.

Enfin, il convient de noter que seuls les bénéficiaires directs ont été évoqués jusqu'à présent. Ces bénéficiaires sont directement partenaires des projets. Ils sont généralement maîtres de leur propriété intellectuelle et ont vocation à rentrer dans une relation de partenariat plus étroite avec le donneur d'ordre. Ils sont ainsi considérés comme étant des acteurs susceptibles de pousser l'innovation dans la filière par les donneurs d'ordre et sont généralement amenés à prendre une part de risque plus importante sur les retours financiers des programmes.

A côté de ce premier type de bénéficiaires, les responsables des projets peuvent choisir d'associer leur chaîne de valeur via des relations plus classiques de sous-traitance. Ce second mode d'association est utilisé lorsque le contenu innovant est faible ou lorsque l'entreprise n'a pas la capacité de rejoindre le projet en tant que partenaire. En termes d'accès, cela implique que les entreprises réellement bénéficiaires du régime sont en réalité plus nombreuses que ce que laisse à penser le simple nombre de partenaires financés par le régime.

A noter que cette analyse ne reposant pas sur une base quantitative, elle reste soumise à une certaine incertitude quant au dimensionnement réel des effets présentés et ainsi, quant à sa conclusion.

# Annexe 7. Grille d'entretien utilisée (hors étude de cas) et questionnaire

Le questionnaire proposé pour la collecte des informations auprès des bénéficiaires est disponible dans un fichier séparé, en format Excel et la grille d'entretien applicable pour les entretiens avec les chefs de projet en format Word.

# Annexe 8. Matrice d'évaluation

La matrice d'évaluation est disponible dans un fichier séparé en format Excel.



Deloitte fait référence à un ou plusieurs cabinets membres de Deloitte Touche Tohmatsu Limited (« DTTL »), à son réseau mondial de cabinets membres et à leurs entités liées (collectivement dénommés « l'organisation Deloitte »). DTTL (également désigné « Deloitte Global ») et chacun de ses cabinets membres et entités liées sont constitués en entités indépendantes et juridiquement distinctes, qui ne peuvent pas s'engager ou se lier les uns aux autres à l'égard des tiers. DTTL et chacun de ses cabinets membres et entités liées sont uniquement responsables de leurs propres actes et manquements, et aucunement de ceux des autres. DTTL ne fournit aucun service aux clients. Pour en savoir plus, consulter [www.deloitte.com/about](http://www.deloitte.com/about). En France, Deloitte SAS est le cabinet membre de Deloitte Touche Tohmatsu Limited, et les services professionnels sont rendus par ses filiales et ses affiliés.