

2024

LES CLEANTECHS INDUSTRIELLES EN FRANCE

Innovation, Financement, Marché

Abstract

Cette étude est le fruit d'une collaboration entre la Junior Consulting de Sciences Po et l'association loi 1901 France Cleantech Industries (FCI) pour une pré-étude, complétée et finalisée par FCI, donnant ainsi lieu à ce rapport. En tant que groupement de 13 PME industrielles spécialisées dans les Cleantech, un constat commun se dessine : le marché des Cleantech est un marché complexe, avec de fortes spécificités et aux enjeux parfois méconnus, se distinguant largement d'autres marchés en vogue du XXIème siècle tels que le numérique. Ce constat a amené la volonté d'entamer une réflexion sur les difficultés de financement de nos structures. En s'appuyant sur une approche qualitative et quantitative, l'étude explore les dynamiques d'innovation de ces vingt dernières années et les obstacles financiers rencontrés par les PME industrielles innovantes Cleantech. À travers un questionnaire détaillé, auquel 41 start-ups et PME ont répondu et des entretiens directifs plus approfondis avec une quinzaine de PDG, chercheurs, académiques et journalistes spécialisés, l'étude identifie les principales sources de financement, les obstacles rencontrés ou encore les dynamiques de collaboration avec les grands groupes du secteur énergétique. L'analyse souligne la nécessité d'une révision des politiques publiques et des stratégies de financement -privés et publics- pour soutenir efficacement le développement et le scale-up des technologies industrielles vertes en France. Les recommandations finales visent à renforcer l'écosystème d'innovation en corrigeant les défaillances du marché, à favoriser l'émergence et la consolidation des start-ups industrielles et à encourager la dynamique de réindustrialisation en France et dans l'Union européenne.

This study is the result of a collaboration between Junior Consulting at Sciences Po and the nonprofit association France Cleantech Industries (FCI) for a preliminary study, which was completed and finalized by FCI, leading to this report. As a group of 13 industrial SMEs specializing in Cleantech, a common observation has emerged: the Cleantech market is complex, with very specific requirements and sometimes unknown challenges, setting it apart from other trending markets of the 21st century, such as digital technology. This observation led to a desire to reflect on the financing difficulties faced by our structures. Using both qualitative and quantitative approaches, the study explores the innovation dynamics of the past twenty years and the financial obstacles encountered by innovative industrial Cleantech SMEs. Through a detailed questionnaire answered by 41 startups and SMEs, and more in-depth interviews with about fifteen CEOs, researchers, academics, and specialized journalists, the study identifies the main sources of funding, the obstacles faced, and the dynamics of collaboration with major players in the energy sector. The analysis highlights the need for a revision of public policies and funding strategies—both private and public—to effectively support the development and scaling-up of green industrial technologies in France. The final recommendations aim to strengthen the innovation ecosystem by addressing market failures, fostering the emergence and consolidation of industrial startups, and encouraging the reindustrialization dynamic in France and in the European Union.

Table des matières

I.	<u>Contexte de l'étude</u>	
	Propos introductif de l'étude	4
	Qu'entend-on par Cleantech?	5
II.	<u>Etat des lieux</u>	5
	Les mécanismes de financement existants associant public et privé	8
	Les investisseurs institutionnels sur le marché des Cleantech en France	9
	Les investisseurs privés intervenant sur le marché des Cleantech en France	9
	Question d'étude	17
	Méthodologie de l'étude	19
III.	<u>Analyse quantitative et qualitative</u>	
	Profil des PME	20
	Origine de l'innovation	20
	Réponses des fonds d'investissement	32
	L'état du marché en France	33
IV.	<u>Principales conclusions et recommandations de l'étude</u>	38
	Faciliter le processus d'obtention et l'accès aux financements pour les Cleantech industrielles	39
	Améliorer les conditions du marché des Cleantech en France	42
	Pousser en faveur d'un grand plan d'investissement Cleantech à l'échelle européenne	50
	<u>Conclusion</u>	51
	Bibliographie	56
	Annexe	59

Liste des tableaux et figures

Figure 1.1 Investissement Cléante par type en France, 2018-23. Cleantech for France

Figure 1.2 Répartition des fonds investis dans la Cleantech en 2023

Figure 1.3 Baromètre des levées de fonds France Invest 2023, GreenUnivers

Figure 1.4 Aperçu de la version bêta du portail "Aides territoire"

Table 1.1 L'origine de l'innovation, compilée à partir des résultats du questionnaire d'étude

Table 1.2 L'innovation principale des entreprises, questionnaire d'étude

Table 1.3 Brevets et innovation, questionnaire d'étude

Table 1.4 Levées de fonds, questionnaire d'étude

Table 1.5 Origine des financements, questionnaire d'étude

Table 1.6 Accompagnement bancaire, questionnaire d'étude

Table 1.7 But des financements, questionnaire d'étude

Table 1.8 Entrée en bourse, questionnaire d'étude

Table 1.9 Stratégies d'investissement, questionnaire d'étude

Table 2.0 Origine des fonds d'investissement, questionnaire d'étude

Table 2.1 Analyse du marché, questionnaire d'étude

Table 2.2 Le rôle de la commande publique, questionnaire d'étude

I. Contexte de l'étude

Propos introductif de l'étude

Cette étude, commandée par France Cleantech Industries, une association qui regroupe 13 PME françaises industrielles Cleantech, se concentre sur les problématiques de financement et de marché spécifiques à ce secteur en France. Plusieurs des membres de l'association FCI se spécialisent dans la construction de machines thermodynamiques pour valoriser la chaleur fatale mais d'autres se consacrent également à la valorisation de chaleur thermoacoustique, de froid industriel ou au développement des technologies de stockage d'électricité par conversion thermique. Toutes sont des technologies industrielles innovantes servant les objectifs de décarbonation.

Malgré des enjeux actuels de décarbonation, maîtrise de l'énergie et de réindustrialisation clairs, malgré une traction de marché croissante et une ambition politique affichée de plus en plus forte, les PME industrielles dans les Cleantech membres - ou non - de FCI rencontrent un grand nombre de difficultés liées au marché et à l'accès au financement. Nous menons donc cette étude approfondie sur le financement des Cleantech, un secteur que nous connaissons et dans lequel nous évoluons, certains depuis la fin des années 2000. Conscients des défis et des difficultés d'accès aux financements auxquels nous sommes tous confrontés, cette étude a pour but de centraliser et condenser nos expériences et problématiques communes, bien que diverses, afin de dresser un tableau complet et représentatif des obstacles et des opportunités de financement dans notre secteur.

Si le financement des Cleantech est désormais davantage soutenu qu'il y a cinq, dix ou encore vingt ans et que le terme de *"green roaring twenties"* (EY) a émergé pour qualifier le dynamisme des investissements dans ce marché, pour les acteurs dans les Cleantech cette amélioration demeure largement théorique et les difficultés pour obtenir des financements demeurent réelles et persistantes. A titre d'exemple, la société Enertime, cofondatrice de France Cleantech Industries et leader mondial de la valorisation de chaleur fatale de l'industrie, fait face depuis 16 ans d'existence à des défis de financements significatifs, qui se sont traduits par la décision de la société de s'introduire en bourse sur Euronext en 2016. Cette décision avait été prise par le fondateur d'Enertime, Gilles David, qui avait épuisé toutes les options de financements à sa disposition et s'était donc résolu à introduire Enertime en bourse, décision révélatrice des difficultés de financement des PME dans les Cleantech. En 2024, cette même société a été placée en redressement judiciaire car faisant face à de grandes difficultés économiques. D'autres entreprises membres de FCI, telles que Sylfen, également placée en redressement judiciaire, connaissent les mêmes difficultés. Le constat - pas seulement cantonné aux membres de FCI - est qu'il existe un décalage entre la réelle nécessité de projets industriels innovants Cleantech et les modèles de financement actuels. Face au constat de désindustrialisation de la France et d'un agenda politique axé sur la réindustrialisation de notre pays, le modèle de financement semble être inadéquat.

Parallèlement, de nombreuses sociétés membres de FCI font également part de la complexité d'établir un dialogue fructueux avec des grands groupes du secteur de l'énergie en France. Certaines sociétés pointent la réticence des grands groupes à travailler de concert avec les petites et moyennes entreprises ainsi qu'un problème d'accaparement des financements et de la propriété intellectuelle par ces mêmes groupes.

Cette étude s'insère donc dans un contexte - paradoxal - d'augmentation des financements à destination du secteur des Cleantech et d'un discours politique davantage favorable au développement de l'industrie verte sur le territoire français et en parallèle une persistance des difficultés de financement pour les PME Cleantech. Dans cette étude, il s'agit de vérifier de manière sourcée et académique les observations exprimées par les sociétés membres de FCI, de les confronter, les remettre en question lors d'entretiens directifs et l'analyse des réponses du questionnaire, les restituer et d'en tirer des mesures concrètes à destination des pouvoirs publics et acteurs du marché Cleantech.

L'étude présente un état des lieux des sources de financement en France disponibles pour les petites et moyennes entreprises industrielles de la Cleantech et expose les principales difficultés de financement rencontrées par les représentants des petites et moyennes entreprises du secteur. Ensuite, elle formule des recommandations destinées aux pouvoirs publics et privés qui agissent dans le cadre du marché des Cleantech françaises. Ces recommandations visent à établir un cadre de financement davantage favorable aux petites et moyennes entreprises industrielles innovantes de la Cleantech basées en France.

Qu'entend-on par Cleantech?

Dans la littérature académique, le terme Cleantech n'est pas figé et clairement défini. Shakeel et Juszczuk (2019) expliquent la cleantech comme étant « *des technologies, produits ou services qui cherchent à réduire l'impact environnemental négatif en augmentant l'efficacité, en réduisant les déchets, en encourageant l'utilisation de ressources durables et en protégeant l'environnement* ». Bpifrance détaille de son côté sa définition des Cleantech qu'elle définit comme étant issus d'une "Contraction de « *clean technology* » (...) le terme « *Cleantech* » (ou *clean tech*) signifiant « *technologie propre* » en français. Il fait référence aux entreprises et aux technologies qui encouragent le développement durable et le respect de l'environnement (...) Les Cleantechs visent par exemple à minimiser ou éliminer les émissions de gaz à effet de serre, la pollution ou encore la dégradation des ressources naturelles." Le journal Carbo, dans sa définition, insiste sur l'aspect innovant du secteur: "Les Cleantech misent donc sur l'innovation industrielle. Cette innovation repose sur une amélioration ou la création d'une nouvelle technique ou une technologie en remplaçant une autre plus polluante. Ainsi, on obtient un produit plus respectueux de la planète avec un fort potentiel de croissance." Cleantech for Europe détaille de son côté les secteurs concernés par la Cleantech, à savoir l'énergie, les matériaux et la chimie, l'agroalimentaire, les transports, les technologies habilitantes.

Partant de ces définitions et de cette revue de la littérature académique et de l'expérience des 13 membres de France Cleantech Industries, nous entendrons dans cette étude par Cleantech industrielle l'ensemble des entreprises françaises qui cherchent, axé plus spécifiquement dans l'énergie, à lutter contre le réchauffement climatique et pour la décarbonation grâce à des procédés industriels innovants qu'elles conçoivent et fabriquent elle-même. Ces entreprises développent ainsi des technologies non-digitales associées à l'énergie ou au climat. Le choix du focus sectoriel s'explique par la genèse de l'association France Cleantech Industries qui a commandité cette étude. Cette étude écarte donc toute entreprise uniquement de prestation de services pour se concentrer exclusivement sur les entreprises qui mettent en œuvre des technologies propriétaires manufacturées. Nous avons par ailleurs sélectionné des start-ups ou PME ayant été créées après 2000 afin de nous assurer du caractère novateur des innovations proposées.

II. Etat des lieux

Selon la Bpifrance dans son document *Observatoire des Startups, PME et ETI industrielles innovantes*, on dénombre plus de **2 500 start-ups à vocation industrielle fin 2023** en France. Ce sont également 60 nouveaux sites industriels inaugurés par des start-ups et 58 sites industriels inaugurés par des PME et ETI innovantes en 2023. Ainsi, les start-ups et PME industrielles et à vocation industrielle sont des **acteurs clés de l'emploi des territoires mais également de la réindustrialisation** (Bpifrance, 2023).

La nécessité de réduire les émissions de CO2 dans tous les secteurs de l'économie implique le développement de nombreuses innovations technologiques dans le tissu industriel français. Cela passe par des investissements conséquents et la mobilisation de différents types de financements.

L'industrie européenne et française est soutenue par un ensemble de mesures économiques destinées à accompagner une réindustrialisation du pays. Le plan **France 2030** vise à investir 54 milliards d'euros sur 5 ans afin de rattraper le retard industriel français dans les technologies innovantes. Parallèlement à ce dernier, les tarifs de rachat dont bénéficient certaines technologies, les aides de **l'ADEME** et les financements de la **Bpifrance** ont également des mécanismes d'aides aux entreprises. Dans le domaine de la décarbonation et de l'efficacité énergétique, des instruments comme le Fonds Chaleur ou les *Certificats d'Économie d'Énergie* peuvent conditionner des financements importants.

Au niveau Européen, le **EU Green Deal** pose un cadre législatif ambitieux pour soutenir le développement des technologies vertes dans l'Union Européenne. Suite au conflit russo-ukrainien qui a éclaté en 2022, les Etats-membres de l'Union Européenne ont adopté le plan REpowerEU, qui vise à atteindre un objectif de diminution des émissions nettes de gaz à effet de serre de 55% d'ici à 2030 et à atteindre la neutralité verte vers l'année 2050. Le "*EU Net-Zero Industry Act*" vise la massification du déploiement des technologies vertes sur le territoire de l'Union Européenne en rapatriant par exemple une partie de la production de technologies énergétiques.

La **taxonomie verte de l'Union européenne** est un autre cadre réglementaire, entré en vigueur en juillet 2020, qui vise à orienter les investissements vers des activités durables en phase avec les ambitions climatiques de l'UE. Cette taxonomie établit une liste de critères détaillés permettant de déterminer si une activité économique contribue à la préservation de l'environnement : réduction des émissions de GES, utilisation durable des ressources ou encore protection de la biodiversité. La taxonomie fournit une référence claire pour évaluer la durabilité des projets Cleantech, facilitant ainsi l'accès de ces entreprises à des financements verts. Par exemple, pour qu'un projet d'énergie soit considéré comme durable, il doit répondre, entre autres, à des exigences spécifiques en termes d'efficacité énergétique et de faible impact environnemental. En posant les critères de durabilité, la taxonomie verte encourage les investisseurs à orienter leurs capitaux vers des PME innovantes qui développent des technologies propres. Par exemple, le Fonds Européen d'Investissement Stratégique (FEIS) utilise la taxonomie verte pour orienter ses investissements, soutenant via des garanties des PME comme Skeleton Technologies, une entreprise estonienne spécialisée dans les supercondensateurs ultrarapides. Skeleton Technologies développe des solutions de stockage d'énergie haute performance, contribuant à l'amélioration de l'efficacité énergétique et à la réduction des émissions de carbone dans divers secteurs industriels.

Ainsi, il existe différents mécanismes de financement au niveau français et européen visant à soutenir la réindustrialisation sur ces deux échelons, démarche dans laquelle s'insèrent les PME industrielles innovantes dans les Cleantech.

Par ailleurs, l'industrie et les questions liées à la réindustrialisation ont également pris un tournant politique alors que les conditions économiques sur la scène internationale voient émerger de nouveaux risques. Par exemple, les problèmes d'approvisionnement en gaz russe, ou bien l'arrivée sur le marché européen d'entreprises extra-européennes ayant construit une offre très compétitive sur leur marché sont tout autant de facteurs qui mettent sous pression les entreprises industrielles européennes. L'ensemble des Cleantech industrielles s'inscrit alors dans une double nécessité, celle de la réduction des émissions de gaz à effet de serre, mais également celle du renforcement de la souveraineté européenne grâce au développement d'un nouveau tissu industriel. Il est donc nécessaire d'avoir une vision claire des enjeux des Cleantech industrielles et l'adéquation entre politiques publiques et financements publics et privés ; c'est à cela que cette étude espère participer.

Les mécanismes de financement existants associant public et privé

Des mécanismes de financement variés

Nous avons distingué deux types de financements ; le financement d'innovation et le financement qui vise à faire grandir (scale up) une start-up. En d'autres termes, on peut distinguer dans le cours de vie d'une start-up industrielle deux étapes importantes : d'abord le financement de la recherche et du développement des process et des technologies innovantes - ensuite le financement, plus conséquent, des investissements nécessaires au développement et à la massification de la production.

Les investisseurs institutionnels intervenant sur le marché des Cleantech en France

Rôle de Bpifrance

Selon Cleantech For France, Bpifrance, la Banque Publique d'Investissement française, se distingue au niveau national comme l'acteur institutionnel le plus dynamique avec 75 opérations de financement effectuées.

Cette section vise à offrir un panorama général des mécanismes de financement institutionnels disponibles en France et spécifiquement proposés par Bpifrance. Les mécanismes de financement susceptibles d'intéresser les TPE, PME et ETI du secteur des Cleantech sont détaillés dans [un tableau Excel](#).

L'intervention de Bpifrance s'articule autour de quatre problématiques principales :

1. **Améliorer les conditions et l'accès au financement ;**
2. **Créer un climat d'investissement plus favorable** pour les acteurs du marché ;
3. **Accompagner l'innovation ;**
4. **Soutenir le déploiement à l'international.**

En outre, Bpifrance apporte son expertise dans la création et l'accompagnement des entreprises. L'ensemble des problématiques est considéré par Bpifrance comme prioritaires en termes d'intervention.

Nous examinerons trois thématiques principales, particulièrement pertinentes pour les PME qui sont : l'innovation, le financement et l'investissement.

Bpifrance appréhende **l'innovation** au sens large : elle inclut *l'innovation deeptech, de rupture, l'innovation de service, de produit et l'innovation incrémentale*.

Le soutien de l'innovation intervient indépendamment de la phase du projet et couvre les étapes telles que *la phase d'étude de faisabilité, de développement, de lancement industriel et commercial*.

Le soutien de l'innovation s'articule autour de quatre grandes thématiques : le financement de l'innovation régionale, les concours d'innovation du plan France 2030, la transformation de secteurs stratégiques avec le plan France 2030 et les Deeptech.

En matière de **financement**, Bpifrance fournit des solutions à chaque niveau de développement de l'entreprise, à savoir la création, le développement, la croissance externe, l'international, la transmission etc. Le financement au sein de Bpifrance s'articule autour de plusieurs axes thématiques : *garantie, financement innovation, financement de la trésorerie, financement des actifs et de l'immatériel, financement de projets énergies/environnement et financement export*.

Les modalités de financement de Bpifrance se déclinent principalement en plusieurs mécanismes : **garanties, prêts, subventions, crédits et avances**.

Les **garanties** de Bpifrance ont pour but de couvrir une partie du montant du prêt en cas de défaillance de l'emprunteur, encourageant ainsi les banques à financer des projets plus risqués.

Les **avances** proposées par Bpifrance visent principalement à alléger la pression sur la trésorerie ; avec certaines également disponibles pour le soutien à l'internationalisation des PME. Les **prêts** financent principalement les actifs et l'immatériel, et sont également utilisés pour des projets de transition ou comme solution de financement amont. Les **subventions** sont couramment utilisées lorsque des efforts sont nécessaires pour stimuler l'innovation.

En matière d'**investissement**, Bpifrance cherche à accompagner la croissance des entreprises de toute taille, en intervenant en fonds propres, en quasi-fonds propres et via la dette. **L'intervention en fonds propres** consiste à apporter du capital pour soutenir la croissance et les investissements stratégiques, en échange de parts de propriété. **L'intervention en quasi-fonds propres** fait référence aux instruments financiers qui se situent entre la dette et les fonds propres, comme les obligations convertibles ou les actions de préférence. **L'intervention en dette** désigne le financement par emprunt pour soutenir les besoins en capital.

En ce sens, Bpifrance agit également en tant qu'une **société de gestion**. Bpifrance catégorise son expertise en matière de gestion en trois catégories : capital innovation (concerne souvent des entreprises en phase de démarrage), capital développement et fonds de fonds (d'investissement dans des fonds d'investissement nationaux ou régionaux). Chaque catégorie d'investissement, de financement et de soutien à l'innovation est subdivisée en plusieurs sous-catégories, détaillées dans le tableau Excel associé.

Les investisseurs privés intervenant sur le marché des Cleantech en France

Les fonds d'investissement en capital-risque, **acteurs majeurs** dans l'investissement dans les Cleantech en France, ont connu une croissance importante ces dernières années. Le rapport de Cleantech for France est clair : *“2023 marque une année record pour l'investissement Cleantech en France avec €3,2 milliards investis en capital-risque dans le secteur, dépassant les €2,4 milliards investis en 2022 et les €1,7 milliards investis en 2021. La dynamique positive de l'innovation Cleantech française continue ainsi d'augmenter de manière constante depuis 2019, traversant les crises et les situations économiques difficiles.”*

Selon Cleantech For France, à l'échelle de la France, la Bpifrance est l'acteur institutionnel le plus actif et se distingue nettement en tête du classement, ayant réalisé 75 opérations de financement en 2023. Demeter et Eurazeo occupent respectivement la deuxième et la troisième place en volume d'opérations de financement réalisées pour les Cleantech en France. Parmi les fonds d'investissement les plus conséquents dans le secteur des Cleantech françaises sont ceux de Demeter, acteur européen qui se spécialise dans la transition énergétique et dont les fonds couvrent 1,2 milliards d'euros et plus de 200 opérations d'investissement ces 20 dernières années. A noter que le fonds Demeter agit sur l'ensemble des étapes des entreprises de ce secteur: de l'infrastructure au lancement de startups dites “innovantes”. Parmi les acteurs non-français du classement, se démarquent deux instances européennes, à savoir InnoEnergy et la Banque Européenne d'investissement. Il est important de souligner que le classement des plus grands investisseurs dans les Cleantech repose exclusivement sur des financements provenant d'acteurs publics et institutionnels.

Parmi d'autres exemples de fonds d'investissement, il y a également le fonds Asterion Ventures créé en 2020 ciblant les startups à impact mais aussi Breakthrough Energy Ventures (BEV) doté de plus de deux milliards de dollars, Engie New Ventures, branche de capital-investissement d'Engie qui gère un fonds de plus de 250 millions d'euros spécifiquement dédié aux Cleantech, Eiffel Investment Group, qui a réalisé six opérations d'investissements dans plusieurs secteurs de la Cleantech en 2023 (GreenUnivers), le fonds RGreen Invest, interrogé dans le cadre de cette étude, ou encore Sofinnova qui, en plus d'investir dans la HealthTech investit également dans des Cleantech. Enfin, des fonds d'investissements tels que NordInvest, Finnovam et IRD Invest interviennent eux aussi dans le champ des Cleantech françaises, ayant par exemple soutenu conjointement la PME industrielle innovante Sarus, membre de FCI. Cette liste, non exhaustive, révèle la diversité des fonds présents dans la Cleantech.

Les financements privés en provenance des fonds de capital-risque, communément appelés les Venture Capitalists (les VC), sont essentiels au développement

des Cleantech (Gaddy et al., 2016). En effet, comme le souligne à juste titre une étude du Massachusetts Institute of Technology (Gaddy et al. 2016), les fonds de capital-risque interviennent au moment critique de développement des start-ups, à savoir quand les financements publics sont peu adaptés du fait d'une phase de R&D suffisamment avancée mais d'une maturité technologique insuffisante ne permettant pas encore de commercialiser la technologie mise au point par l'entreprise. Ce manque de financements au moment critique est connu sous le nom de "**vallée de la mort**", évoquée plusieurs fois par les dirigeants des PME interrogés et par les experts du secteur.

Les investissements sont réalisés aux différents stades de développement des sociétés - sont ainsi distingués plusieurs tours, *rounds* de levées de fonds. Il existe les levées de fonds d'amorçage ou autrement appelées pre-seed, seed, série A, série B, série C etc. Les Cleantech industrielles demandent des investissements significatifs pour passer à l'échelle ("scale-up"), bien que la technologie de base soit encore à un stade précoce de développement (Gaddy et al., 2016). Ces investissements significatifs de passage à l'échelle sont liés aux coûts élevés de construction des usines (ibid). Par ailleurs, les marges bénéficiaires des entreprises de cleantech sont généralement très étroites, ce qui rend délicate la balance entre l'investissement nécessaire en recherche et développement et la nécessité de maintenir la compétitivité face à des acteurs dominants comme ceux du secteur pétrolier (ibid).

L'étude du MIT mettait déjà en lumière en 2016 **l'inadéquation entre les critères des fonds d'investissements** (qui visent des projets à faible risque, avec des retours sur investissements élevés et à court-terme) **et les Cleantech industrielles** (entreprises caractérisées par des investissements à haut risque et des dépenses CAPEX-intensives, avec un retour sur investissement inscrit dans le long terme). En effet, les fonds d'investissement ont pour tradition de viser des projets s'inscrivant dans un horizon temporel de 3 à 5 ans, alors que le retour sur investissement des Cleantech industrielles est plus long et plus faible. Dans le secteur des Cleantech industrielles, les ROI se situent entre 7 et 10 ans (panel de discussion sur les défis de financement des PME innovantes lors de Vivatech 2024).

Il est donc visible, en parallèle qu'il y a à la fois une **augmentation sensible des volumes de financements et une grande variété de fonds d'investissement** soit spécifiquement dédiés ou alors intervenant dans le secteur des Cleantech parmi d'autres. Il est également observable que ces fonds d'investissement interviennent sur l'ensemble des stades de maturité des PME Cleantech, mais à des degrés variables.

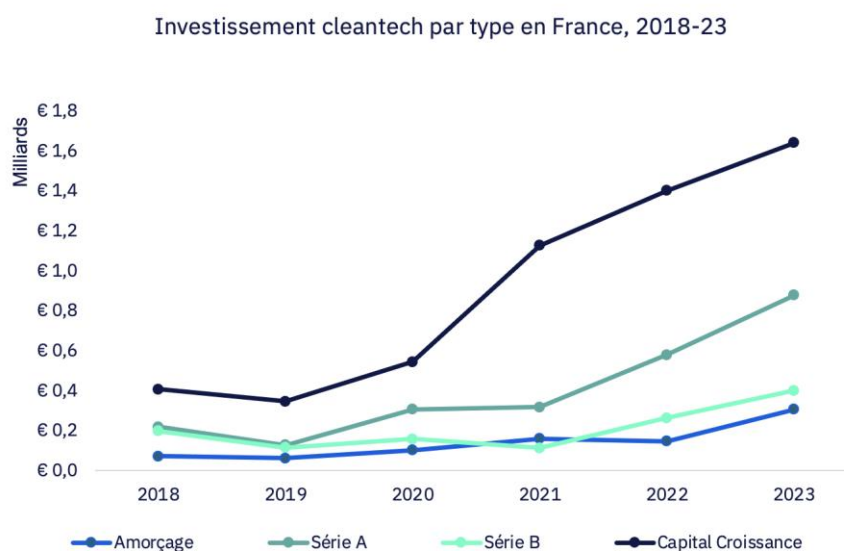


Figure 1.1 Investissement cleantech par type en France, 2018-23. Cleantech for France, Briefing annuel 2023

En effet, ce graphique de Cleantech for France nous révèle qu'il y a de **fortes disparités dans les financements selon les stades de maturité** d'une entreprise. En effet, la majorité des fonds se concentrent lorsque l'entreprise est mûre, en capital-croissance. Malgré une augmentation notable en 2023 des investissements en amorçage, série A et B, ceux-ci restent largement en dessous des financements disponibles pour les entreprises en capital-croissance.

Ce tableau récapitulatif permet de résumer les acteurs intervenant dans les différents stades de vie d'une TPE-PME Cleantech industrielle. A noter que certains fonds n'investissent pas uniquement dans un stade en particulier, mais est indiqué dans le tableau les cibles majoritaires de ces fonds.

Stade de financement	Objectif	Montants	Exemples d'acteurs intervenant en France
Amorçage (seed)	Création de l'entreprise, études de marché et de faisabilité, prospection, R&D, développement d'un produit minimum viable (MVP)	"Petits tickets": 50 000€ jusqu'à 1M€	Fonds d'amorçage, Fonds Ville de Demain (Bpifrance) InnoEnergy, RD INvest, NordInvest, Finnovam, Matterwave Ventures, Demeter Industrial Seed Fund

Série A	Accélération de la croissance, développement des contacts et des ventes, mise sur pied d'un business plan concret	1 à 10M€	IDInvest (filiale d'Eurazeo), Mirova Ventures
Série B	Expansion, commercialisation, développement de nouvelles gammes de produits	10 à 50M€	Eurazeo, Tilt Capital, Alter Equity3P III, Otium Invest, plusieurs fonds Infragreen RGreen Invest, Sofinnova Partners
Série C	Nombreuses applications, technologie mûre, besoins d'infrastructure plus élevés, exportation vers d'autres marchés	50M€+	Eurazeo Growth, Fonds SPI de Bpifrance, EIT InnoEnergy, Meridiam, Macquarie Asset Management, Kouros Invest, Fonds Infragreen RGreen Invest

Cela reflète un constat largement partagé par les membres de FCI et les acteurs interrogés dans cette étude : les VC français font preuve d'une aversion au risque marquée. Ils privilégient les projets peu risqués et attendent souvent qu'une PME industrielle innovante dans les Cleantech atteigne un certain stade de maturité, comme des niveaux de TRL (Technology Readiness Level) de 6 ou 7, avant d'investir. Ce comportement est guidé par une recherche de sécurité et de certitudes sur le potentiel de rentabilité à long terme. Les investisseurs ont tendance à soutenir les entreprises ayant déjà atteint une taille critique, et leur approche exige qu'ils comprennent les spécificités des projets dans lesquels ils s'engagent, malgré les retours incertains et les horizons temporels souvent étendus.

De plus, les données recensées par le média GreenUnivers sur les levées de fonds réalisées par les entreprises Cleantech en 2023 révèlent un fait saillant : une **grande partie des entreprises Cleantech ayant levé des fonds ne développent pas des produits innovants et se concentrent essentiellement sur la fourniture dans des domaines "phares" de la transition écologique** : assemblage de batteries, panneaux solaires, bornes de recharge électriques. Si ces aspects de la transition sont évidemment centraux et prioritaires aux yeux des pouvoirs publics, il est visible que les petites TPE-PME innovantes, qui produisent des solutions novatrices dans les domaines de l'efficacité énergétique, des mobilités, des énergies, sont reléguées au second plan au profit de mégaprojets d'infrastructures dans la transition écologique ou d'entreprises centrées autour de la fourniture de composants.

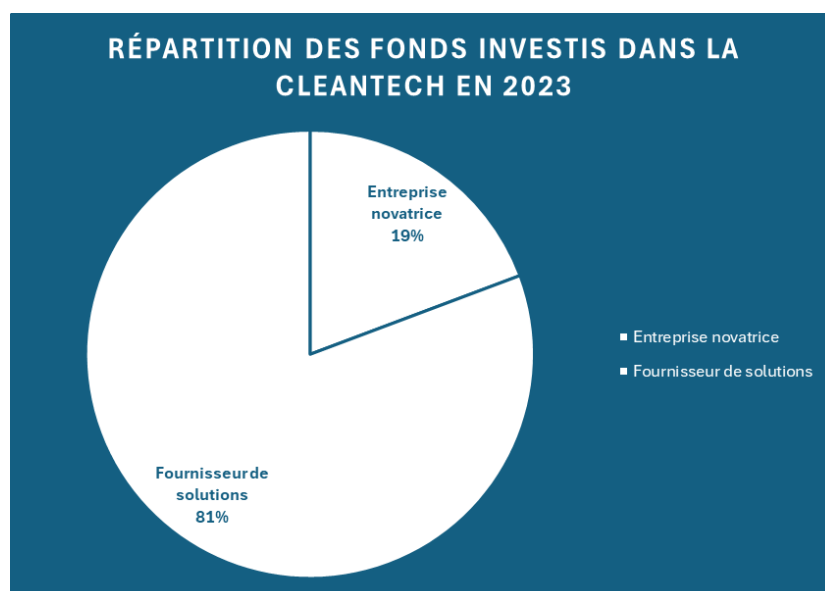


Figure 1.2 Répartition des fonds investis dans la Cleantech en 2023. Graphique réalisé à partir des données compilées par GreenUnivers

L'exemple de **Verkor**, régulièrement cité par les acteurs du marché Cleantech est un cas concret : l'entreprise est spécialisée dans la fourniture de batteries bas-carbone, et peut difficilement être considérée comme étant une entreprise "innovante" dans le secteur des Cleantech. Ce graphique, basé sur les données de GreenUnivers, met en évidence une réalité frappante : des entreprises telles que Amarengo, Neoen ou Verkor, qui déploient des solutions souvent développées en dehors de la France, dominent largement les levées de fonds réalisées en 2023. En revanche, les entreprises véritablement innovantes, collaborant avec des pôles de recherche et développant des innovations de rupture à forte valeur industrielle dans le secteur des Cleantech, ne représentent que 19 % des levées de fonds. Cette situation limite leur contribution positive à la balance commerciale de la France.

"Il est primordial de comprendre que réindustrialiser un pays passe nécessairement par le développement de PME spécialisées dans la construction de machines. La simple construction d'usines à grande échelle ne suffit pas. Souvent, l'industrie est vue uniquement comme un moteur d'emploi, ce qui limite sa véritable nature."

Gilles David, PDG d'Enertime

"Il faut distinguer le financement de grands projets d'infrastructure (comme des fermes d'insectes nécessitant 500 millions d'euros) et les petites entreprises innovantes cherchant des petits montants. L'innovation technologique actuelle devrait être priorisée, sans négliger l'importance de l'infrastructure."

Co-fondatrice et Directrice d'un média spécialisé dans l'économie de la transition
énergétique

Il est également observable que la **majorité de ces financements se concentre sur quelques projets** à forte capitalisation, qui "captent" une proportion assez significative de l'enveloppe totale à destination de l'ensemble du marché des Cleantech. Ainsi, en 2022, sur les 451 millions d'euros levés par les PME industrielles dans les énergies renouvelables, 345 millions ont été fléchés vers l'entreprise Voltalia qui a donc capté 76,5% des financements totaux dans le secteur à elle seule (EY. 2022. p.2). C'est d'autant plus significatif qu'en fait Voltalia n'est pas une société industrielle mais une société de service dans l'énergie et donc ne devrait pas être évaluée dans la même catégorie.

Le constat est le même pour les technologies de stockage. Sur les 380 millions d'euros investis, 300 millions l'ont été pour NW Groupe, ce qui représente 79% des investissements totaux dans cette filière. (EY. 2022. p.2). Comme Voltalia, NW Groupe est également un acteur des services énergétiques plus qu'un industriel innovant.

Cette situation, mise en lumière par ces deux exemples, est confirmée dans un article des Echos datant du 19 mars 2024: *"Le dynamisme de la climate-tech et certains succès comme Verkor (2 milliards levés) cachent une partie de la forêt. Une forte proportion (91 %) des fondateurs interrogés indique que les tours de croissance sont « difficiles » ou « très difficiles » à débloquer (contre 32 % pour la phase d'amorçage)".* L'étude Cleantech for Europe soutenue par Breakthrough Energy va dans le même sens en soulignant, cette-fois ci à l'échelle européenne: *"Des entreprises comme H2 Green Steel en Suède ou Verkor en France, qui développe une gigafactory de batteries, repoussent les limites du financement traditionnel (...) pour construire des projets de technologies propres de plusieurs milliards d'euros. Mais ces entreprises sont l'exception, pas la norme."*

Certaines entreprises lèvent des sommes considérables pour déployer des batteries asiatiques, principalement chinoises, sur le territoire français, générant une faible valeur ajoutée au niveau national. Ces faits sont régulièrement relayés par la presse.

Parole d'un dirigeant d'une Cleantech française

Cette situation "**d'arbre qui cache la forêt**" (Les Echos, 2024) peut être visible car il y a sur le marché des Cleantech dans la transition énergétique à la fois une stabilisation du nombre de deals d'investissements en capital-risque et une augmentation des montants de tours de tables (étude Cleantech for France 2022). Cela témoigne d'une plus **forte concentration des moyens sur quelques projets**. Il y a donc une dynamique complexe où la hausse des financements ne se répercute pas forcément sur l'ensemble des Cleantech industrielles en France. Venant s'ajouter à ce phénomène de concentration des financements à destination d'un nombre restreint d'acteurs du marché, certains secteurs sont davantage encouragés et soutenus en investissements. Au premier semestre de l'année 2024, 49% des financements Cleantech ont bénéficié au marché de l'électrification des transports, cette part est de 16% et 15% pour l'énergie et les technologies transverses (GreenUnivers). On voit donc qu'en plus de certaines entreprises, ce sont certains secteurs qui attirent davantage les financements que d'autres.

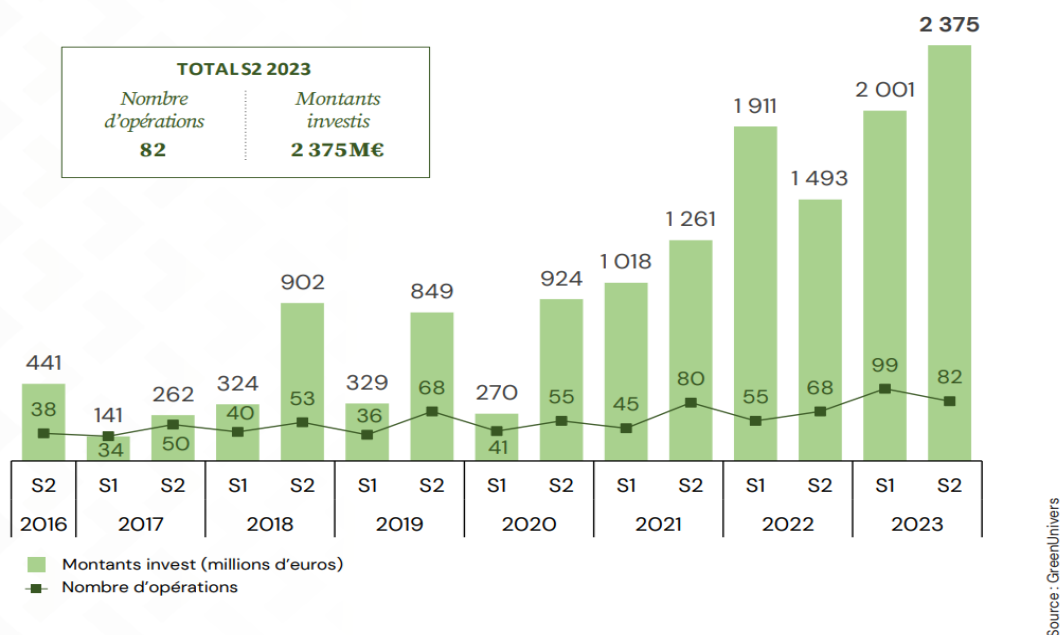


Figure 1.3 Baromètre des levées de fonds France Invest 2023, GreenUnivers

Comme le révèle ce graphique du Baromètre Cleantech 2023 réalisé par France Invest, il est visible qu'il y a une augmentation conséquente du volume des financements depuis 2016, un volume total connaissant une augmentation supérieure à l'augmentation des opérations réalisées. En effet, entre 2017 et 2023, il y a eu une augmentation de 115% des opérations de levées de fonds dans les Cleantech, avec en parallèle une augmentation des montants investis de 985%. Cela montre une concentration accrue des financements vers un nombre d'entreprises bénéficiaires augmentant de manière moins importante. Les cas de Verkor sont des exemples typiques d'une seule entreprise réalisant des levées de fonds records.

En plus d'un problème de concentration des financements à destination des Cleantech, ce sont également les **montants totaux, malgré une hausse significative ces dernières années, qui restent insuffisants**. L'étude de *Cleantech For Europe : A Cleantech Investment Plan For European Competitiveness* montre les difficultés européennes à *scale up* les start-ups industrielles sur le continent et à massifier ces nouvelles technologies à cause d'un manque de financement public et privés. Selon eux, cela est dû à différents facteurs : manque de financement public et privés, manque de demande et de signaux de marché... (Besnainou et al. 2024. p.3). Ce sont 50 milliards de dollars du secteur privé qui seraient nécessaires sur la période 2023-2030 afin de permettre les objectifs d'investissement dans les technologies vertes (Besnainou et al. 2024. p.6). Ainsi, il y a un manque de financement du secteur privé qui limite la capacité des startups industrielles à *scale up*.

Si ces montants totaux d'investissements dans les Cleantech à l'échelle européenne semblent insuffisants, il est clair que les dynamiques nationales ne sont pas non plus en faveur du secteur Cleantech français. Selon *Cleantech For France* ; *"En 2022, l'Allemagne et le Royaume-Uni ont devancé la France dans l'investissement de croissance Cleantech, respectivement de 23% et 39%"*. En plus du financement public, le financement privé est également pointé du doigt pour expliquer les disparités entre la France et ses voisins, notamment avec le Royaume-Uni et les Etats-Unis. Le secteur du capital-investissement européen est 20 fois inférieur à celui des Etats-Unis; la taille moyenne d'un fonds dans l'Union européenne est de 120 millions d'euros alors qu'il est de 1,5 milliards US\$ aux Etats-Unis. L'étude *Cleantech for France* met en lumière le fait que le *"système financier de capital-risque et croissance (est) beaucoup plus développé au Royaume-Uni, la présence d'un grand nombre d'investisseurs étrangers, des crédits d'impôts octroyés à l'investissement en capital-risque plus importants, et une infrastructure de transfert technologique entre universités et le capital-risque plus performante avec des acteurs dédiés."*

Il est donc observable qu'un **décalage dans la force de frappe des financements entre la France et ses voisins européens** ou d'outre-Atlantique persiste, ce qui pénalise les acteurs économiques dans l'innovation industrielle sur l'ensemble du territoire.

Pour conclure cet état des lieux, l'article des Echos basé sur une étude des fonds européens Speedinvest, Planet A et Norrsken VC sur les cleantechs montre des résultats qui peuvent expliquer le manque de financement privé. L'étude analyse qu'en moyenne les marges des Cleantech industrielles sont de 10%, ce qui est relativement peu élevé comparé à d'autres secteurs innovants comme le logiciel où les marges sont de 80/90%. De même, en moyenne les temps de sortie des fonds sont plus longs pour l'industrie - onze ans en moyenne contre sept ans pour le logiciel (Wong. 2024. p.8). Ainsi, les start-ups industrielles ne sont pas forcément les choix préférés des fonds d'investissements. Cela peut donc expliquer en partie le décalage entre les investissements dans les PME Cleantech et ceux par exemple dans le numérique, qui étaient six fois plus élevés en 2020, avec les raisons suivantes mises en évidence par l'étude *Cleantech for France* : *"risques technologiques, risques économiques (intensité capitalistique, temps de développement long), risques d'industrialisation (construction, exécution) risques opérationnels et risques de marché."*

Notre mise en contexte permet de soulever plusieurs points que cette étude cherchera à approfondir :

1) **Un déséquilibre dans la répartition des investissements dans les Cleantech**

Bien que les investissements dans les Cleantech industrielles soient en hausse, cette dynamique ne bénéficie pas équitablement à l'ensemble des start-ups industrielles françaises. Les entreprises axées sur la "fourniture" de biens, plutôt que sur l'innovation et le développement de nouvelles solutions, dominent largement les levées de fonds, représentant 81 % des entreprises ayant bouclé un financement dans ce secteur.

2) **Un déficit d'investissements dans les phases critiques de développement**

La France souffre d'un manque d'investissements, publics et privés, dans les phases cruciales de la "vallée de la mort" (post-crédation) et du scale-up. Les fonds se concentrent principalement sur le capital-croissance, une fois que l'entreprise a atteint une certaine maturité, laissant un vide dans les étapes précédentes.

3) **Une inadéquation entre les besoins des start-ups industrielles et les critères des investisseurs**

Le faible niveau d'investissement privé s'explique en partie par une divergence entre les attentes des fonds d'investissement et les caractéristiques des start-ups industrielles. Ces dernières nécessitent des financements à long terme, CAPEX-intensifs, avec des rendements souvent moins attractifs que ceux offerts par d'autres secteurs comme le numérique.

Question d'étude

Quelles sont aujourd'hui les dynamiques de financement et d'accès aux financements des PME industrielles dans les Cleantech en France ? Quels obstacles existent et quelles perspectives d'amélioration sont envisageables pour une meilleure dynamique de marché ? Un état des lieux.

Méthodologie de l'étude

Le champ d'étude se limite aux TPE-PME de la Cleantech opérant dans le secteur industriel et caractérisées par leur caractère innovant. D'après l'INSEE, les entreprises de moins de 250 personnes et ayant un chiffre d'affaires inférieur à 50 millions d'euros ou un total de bilan n'excédant pas 43 millions d'euros, sont classées comme des PME. L'étude couvre les TPE-PME françaises créées au cours des 20 dernières années, à l'exclusion des territoires d'outre-mer et des collectivités d'outre-mer (DROM-COM). Ce choix est motivé par le fait que les territoires ultramarins bénéficient parfois de dispositifs financiers prenant compte des spécificités territoriales qui peuvent différer de l'hexagone, pouvant potentiellement altérer ou biaiser les résultats. Une étude approfondie des mécanismes de financements dans les territoires ultramarins devra être menée par la suite.

Cette étude se base également sur un questionnaire dans lequel nous avons recoupé les réponses données par 41 startups et PME industrielles. Le questionnaire vise à étudier trois aspects clés : Innovation - Financement privé et public - Accès aux marchés Français et Européen. Le questionnaire comprend 26 questions, de plusieurs types : questions à réponse unique, questions à choix multiples et réponses libres (Annexe). Celui-ci a été conçu dans le but de constituer une base de données statistiques robuste, recueillant des informations provenant des PME industrielles innovantes du secteur Cleantech. Il a été ainsi envoyé à 41 entreprises et ces réponses ont été récoltées entre fin mars et fin juin 2024. En constatant un faible taux de réponse au questionnaire en ligne au mois d'avril, nous avons également réalisé des appels téléphoniques pour poser des questions du questionnaire de vive voix ce qui nous a effectivement permis de recueillir plus de données statistiques.

En parallèle, nous avons également réalisé 19 entretiens directifs avec différents membres du secteur. Les personnes interrogées comprennent les dirigeants et salariés de petites et moyennes entreprises industrielles du secteur Cleantech en France, des représentants de fonds d'investissement, des professeurs spécialistes des questions de décarbonation, des dirigeants des médias couvrant l'actualité des marchés de transition énergétique ainsi que des représentants de bureaux d'études économiques spécialisés dans le secteur de l'énergie. Pour les petites et moyennes entreprises ayant répondu au questionnaire, la participation aux entretiens a constitué une occasion d'approfondir leurs réponses statistiques et d'expliquer de manière détaillée les difficultés rencontrées. Les entretiens avec les investisseurs ont permis de comprendre les réflexions du système financier en matière de financement des PME industrielles de la Cleantech. Ces entretiens ont donné lieu à la rédaction de fiches d'entretien qui se trouvent en annexe de l'étude, mettant en évidence les principaux éléments des témoignages des acteurs interrogés.

Parallèlement, nous avons envoyé un deuxième questionnaire à 6 fonds d'investissements différents sur des thématiques similaires afin d'avoir une analyse croisée entre les entreprises et les acteurs de leur financement. Ce deuxième questionnaire était très similaire à celui envoyé aux entreprises et visait à analyser le financement de start-up industrielles en France par les fonds français. Plus

particulièrement, il comporte 16 questions, incluant des questions à choix unique, à choix multiples et à réponse libre.

Le profil des répondants est varié : de la start-up en *early stage* aux PME présentes dans plusieurs pays. La grande diversité de profils que nous avons sélectionnés nous permet de dresser un panorama complet des problématiques qui touchent aujourd'hui les Cleantech industrielles en France.

III. Analyse quantitative et qualitative

Profil des PME

Parmi 41 entreprises interrogées, seules 3 entreprises sont rentables (EBIT et EBITDA positifs) et 12 sociétés n'ont pas souhaité répondre à cette question. En termes de chiffres d'affaires, 14 sociétés réalisent un chiffre d'affaires nul ou non significatif car se trouvent au stade de développement de leurs technologies et 18 entreprises réalisent un chiffre d'affaires supérieur à 10K euros. Pour les 9 entreprises restantes, le chiffre d'affaires est inconnu.

La répartition géographique des entreprises ayant répondu au sondage est variée avec des concentrations plus spécifiques à Toulouse, à Paris et dans les Hauts-de-Seine. Les sièges sociaux des entreprises se situent notamment dans les lieux suivants: Bouches-du-Rhône (2) (Marseille, Aix-en-Provence), Finistère (Quimper), Nord (2) (Loos, Nomain), Morbihan (Kervignac), Territoire de Belfort (Belfort), Paris (3), Bas-Rhin (Strasbourg), Sarthe (Mareil en Champagne), Essonne (Massy), Hauts-de-Seine (4) (Rueil-Malmaison, Nanterre, Levallois-Perret, Courbevoie), Gironde (3) (Bordeaux, Pessac, Gradignan), Isère (4) (Grenoble, Eybens, Moirans, Eybens), Haute-Garonne (4) (Toulouse), Drôme (Saint-Paul-Trois-Châteaux), Hérault (2) (Mauguio, Béziers), Marne (Vitry-le-François), Maine-et-Loire (Saint Georges sur Loire), Var (Hyères), Savoie (Bourget-Du-Lac), Ille-et-Vilaine (Rennes), Loire-Atlantique (Nantes), Somme (Amiens), Seine-Saint-Denis (Montreuil).

Six PME ont des filiales à l'international : Etats-Unis (2), Chine, Allemagne, Espagne, Italie et Scandinavie.

Origine de l'innovation

À retenir ?

Selon Shakeel (2021), les PME sont souvent à l'origine de technologies de rupture et d'innovations. Les réponses au questionnaire confirment cette tendance dans le secteur des Cleantech: 56 % des entreprises interrogées déclarent que leur technologie a été développée en interne ou apportée par l'un des fondateurs. Sur les PME rentables, $\frac{3}{4}$ ont développé leur innovation en interne.

Les laboratoires de recherche publique contribuent pour une part importante à l'innovation mais une part significative émerge indépendamment des institutions de recherche.

Les PME de la Cleantech collaborent avec les laboratoires pour réduire les coûts de R&D, bénéficier d'une expertise scientifique, accéder à des réseaux stratégiques, obtenir un soutien logistique et renforcer leur notoriété. Leur rôle est essentiel dans la maturation des projets pilotes. Cependant, certains obstacles persistent, notamment le manque d'identification de l'expertise nécessaire pour certaines technologies novatrices au sein des laboratoires de recherche. Des dispositifs, comme le réseau des Instituts Carnot, facilitent la mise en relation entre les centres de recherche et les entreprises.

Par ailleurs, breveter les innovations est essentiel pour attirer les investisseurs et sécuriser le développement de la société.

Analyse des réponses au questionnaire

Les laboratoires de recherche constituent un acteur non négligeable dans l'émergence de l'innovation, représentant 39% de celle-ci. Cependant, une part notable des technologies innovantes (56%) émerge indépendamment de ces institutions. En effet, pour 36.5%, l'innovation est développée en interne dans la startup et dans 19.5% des cas, l'innovation est apportée par l'un des fondateurs de la startup. Il convient de souligner que l'innovation issue du partenariat avec d'autres sociétés est le cas le plus rare d'émergence de l'innovation.

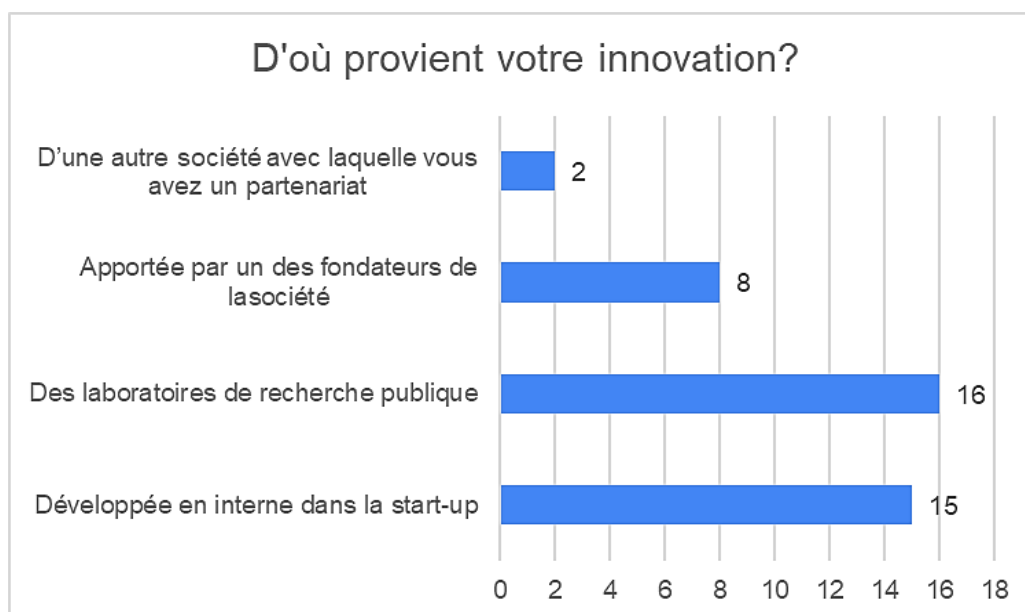


Table 1.1 L'origine de l'innovation, compilé à partir du questionnaire d'étude

Par ailleurs, parmi les 18 sociétés collaborant avec des laboratoires de recherche, il est important de noter la contribution des laboratoires locaux. Les laboratoires cités incluent le CEA, CEA Leti, CEA LITEN, CES des Mines ParisTech, ChimieParisTech PSL, CIRIMAT Toulouse, Collège de France à Paris, CNRS (4), École des Mines et Centrale Marseille, IFPEN, ICMCB Bordeaux, LIED (Laboratoire Interdisciplinaire des Énergies de Demain), LRCS Amiens, SRI (Rennes 1 Université de Chimie), Toulouse Biotechnology Institute Université CALTECH, Université de Pau et des Pays de l'Adour, Université de Picardie Jules Verne, FEMTO-ST.

Pourquoi les PME de la Cleantech collaborent avec les laboratoires de recherche?

Plusieurs raisons motivent la décision de collaboration des PME de la Cleantech avec les laboratoires de recherche. Certaines sociétés travaillent avec les laboratoires de recherche dès le début de leur activité, d'autres préfèrent amorcer leur collaboration avec le temps. Parmi les sociétés interrogées, cinq principales raisons expliquent la motivation des PME du secteur de travailler ensemble avec les laboratoires de recherche.

Les PME de la Cleantech bénéficient de partenariats avec les laboratoires de recherche pour accélérer leur développement en accédant à de l'expertise et à des moyens de laboratoires onéreux. Ces partenariats offrent plusieurs avantages :

1. **Réduction des coûts de R&D** : Les laboratoires offrent un soutien financier et logistique pour la mise en place de projets pilotes, réduisant ainsi les coûts pour les startups.
2. **Accès à une expertise scientifique** : Les laboratoires apportent une expertise spécialisée sur des sujets que les startups ne maîtrisent pas, comme dans le cas de Stolect et IFP Nouvelles Energies.
3. **Accès à un réseau stratégique** : Travailler avec les laboratoires permet de se connecter à des réseaux de partenaires et de clients historiques, facilitant la diffusion et la commercialisation des innovations.
4. **Soutien logistique** : Les laboratoires offrent un accès à des équipements d'essai et des ressources techniques, comme l'hébergement d'Equium au CES Mines ParisTech, qui facilite les tests et la fabrication de composants clés.
5. **Renforcement de la notoriété** : Le partenariat avec des laboratoires peut augmenter la visibilité de l'entreprise, particulièrement lors des levées de fonds, bien que ce ne soit pas toujours déterminant.

Obstacles à la collaboration entre les laboratoires de recherche et les TPE-PME de la Cleantech

Cependant, certains acteurs soulignent des obstacles à la collaboration avec les laboratoires de recherche. Dans le secteur des Cleantech industrielles et innovantes, la nature novatrice des technologies peut entraîner un manque d'expertise disponible au sein des laboratoires. Par exemple, Waga Energy rencontre des difficultés pour identifier les écoles et laboratoires de recherche spécialisés dans le domaine du gaz renouvelable.

et de l'ingénierie du gaz issu des déchets. Dans ce contexte, les entreprises sont souvent contraintes de se tourner vers d'autres entreprises pour obtenir le soutien nécessaire, faute d'expertise identifiés dans le milieu académique.

Par ailleurs, Gilles David, dirigeant de la société Enertime, souligne que certains domaines académiques suscitent moins d'intérêt auprès des laboratoires de recherche que d'autres. Il met en évidence la tendance des laboratoires à privilégier les technologies disruptives, souvent au détriment de la recherche dans des secteurs plus traditionnels. Ce manque d'intérêt des centres de recherche pour des thématiques spécifiques, comme la thermodynamique, complique la collaboration des PME industrielles, notamment celles travaillant sur la récupération de chaleur résiduelle, avec les laboratoires de recherche. Lors de nos entretiens, il a également été noté que, dans certains cas, les laboratoires peuvent freiner le développement d'une entreprise en cherchant à conserver le contrôle sur la technologie, évitant une dilution de leurs parts lors de levées de fonds par d'autres investisseurs. Toutefois, ces mêmes laboratoires offrent également un accès à des installations coûteuses qui permettent d'avancer sur les technologies. Ces tensions entre le secteur public et privé peuvent, dans certains cas, nuire à la pérennité des entreprises Cleantech.

"L'université et l'industrie se regardent souvent d'un œil distant."

Gilles David, dirigeant d'Enertime

En outre, Gilles David observe également que **les milieux académiques et l'industrie ont traditionnellement peu collaboré en France**. La culture de la recherche universitaire est souvent éloignée des besoins et des défis technologiques de l'industrie, créant une distance entre ces deux sphères.

Une utilité limitée des laboratoires de recherche lors de passages à l'échelle ?

Les laboratoires de recherche jouent un rôle clé dans le financement de l'innovation, en particulier lors de la phase de développement des projets pilotes, grâce aux équipements et ressources qu'ils mettent à disposition. Toutefois, leur efficacité semble limitée lorsqu'il s'agit de passer à l'échelle industrielle et de financer l'infrastructure nécessaire à cette transition. Cela a conduit à la création des SATT (Sociétés d'Accélération du Transfert de Technologies), des filiales des organes de recherche, visant à adopter une approche à plus long terme et à accompagner les technologies vers le secteur privé. Les SATT ont pour objectifs de dynamiser la maturation économique des projets de recherche les plus prometteurs et d'accélérer le transfert technologique vers les entreprises, afin de renforcer l'innovation et la compétitivité de l'industrie.

Les incubateurs des écoles de commerce montrent une grande capacité à accompagner la croissance des entreprises, même lorsque les produits présentent des spécificités nécessitant des approches différentes. Selon Anaël Baulard, ingénieur d'affaires chez Enertime, collaborer avec les industriels dès le stade de développement

des technologies et de leurs prototypes permettrait non seulement d'améliorer la résilience des projets, mais aussi de faciliter leur expansion à une échelle plus large.

Cette réflexion met en lumière l'importance d'une collaboration renforcée entre les différents acteurs de l'innovation. **En combinant les forces des laboratoires de recherche et des incubateurs, et en intégrant les industriels dès les phases initiales de développement, il est possible de créer un écosystème plus résilient et plus adaptable.** Cette synergie pourrait non seulement accélérer le passage de l'idée à la mise en œuvre industrielle, mais aussi assurer une meilleure adaptabilité des innovations aux réalités du marché, garantissant ainsi un succès à plus grande échelle.

Nécessité de réorienter les stratégies des PME de la Cleantech

Dans la majorité des cas, l'innovation principale reste la technologie initialement proposée par l'entreprise (Table 2).

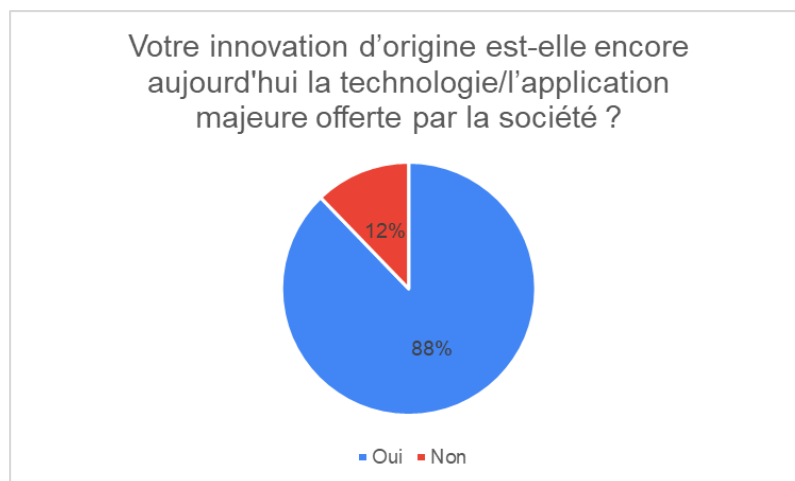


Table 1.2 L'innovation principale des entreprises, compilé à partir des résultats du questionnaire d'étude

Cependant, certaines entreprises doivent ajuster leur stratégie et leur plan d'affaires pour assurer la viabilité de la société. Par exemple, Equium, dont le projet initial visait à récupérer la chaleur fatale pour produire du froid, a opté pour le développement de pompes à chaleur thermoacoustiques en raison des difficultés d'être économiquement viable rencontrées dans le secteur de la chaleur fatale. De même, Enertime a pris la décision de diversifier la gamme technologique de ses produits en développant des pompes à chaleur et des turbo-expanders. En effet, se concentrer uniquement sur les machines à cycle thermodynamique de Rankine (ORC) ne permettait pas à Enertime de trouver un marché viable en France, où la demande était faible et les aides gouvernementales inexistantes pour cette technologie

Breveter l'innovation

Les innovations de 41 entreprises interrogées sont majoritairement brevetées et constituent la base de l'activité des PME. Comme en atteste Philippe Loiseau, président de PackGy, breveter une innovation est indispensable. L'absence de

brevets jouerait comme un frein au développement de la société, car saperait, entre autres, la dynamique de financement. Les brevets rassurent dans une certaine mesure les investisseurs qui y voient un **signe de qualité** et de **certitude technologique**.

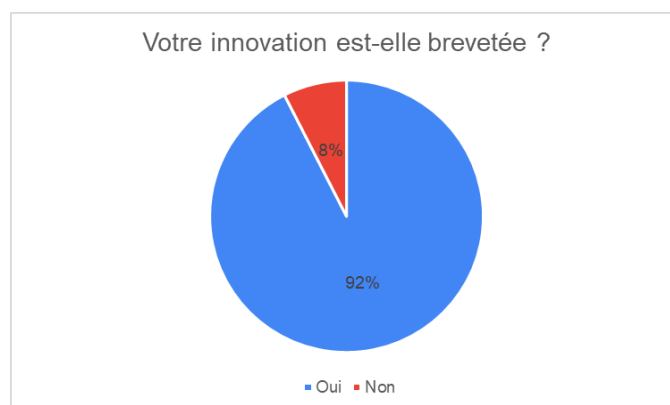


Table 1.3 Brevets et innovation, compilé à partir des résultats du questionnaire d'étude

Le financement des cleantech industrielles

À retenir :

Diversité des sources de financement : Les moyens financiers sont multiples et interconnectés, répondant aux besoins spécifiques des startups en développement précoce. Cependant, les fonds d'investissement privilégient généralement les tours de financement de type B, lorsque l'innovation est déjà mature.

Secteurs privilégiés : Les Petites et Moyennes Entreprises à fortes levées de fonds se concentrent autour des technologies comme le solaire, l'hydrogène ou le biogaz, qui prennent aujourd'hui une place importante dans le paysage industriel et économique français.

Répartition géographique des financements : Les financements sont distribués de manière équitable à travers la France, sans distinction notable entre Paris et les autres régions, et l'accès aux fonds ne semble pas dépendre de la localisation géographique.

Difficulté d'accès aux fonds européens : Bien que les fonds européens constituent une source importante de financement, leur complexité et les obstacles administratifs rendent leur accessibilité plus difficile.

Absence de critères d'investissement clairs : Les fonds d'investissement déclarent que des éléments comme le soutien de Bpifrance ou l'implication de la recherche publique ne sont pas des critères décisifs dans leur processus d'investissement.

Analyse des réponses au questionnaire

L'analyse des réponses au questionnaire révèle que 85 % des PME interrogées ont levé des fonds. Les 15% restants ont mentionné des obstacles à l'accès aux financements,

l'absence de stratégie de financement établie ou la volonté de préserver leur capital, notamment dans le cas des entreprises familiales (Table 1.4).

Avez-vous levé des fonds?

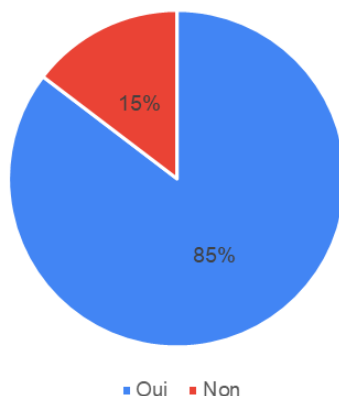


Table 1.4 Levées de fonds, compilé à partir des résultats du questionnaire d'étude

Les sources de financement pour les Cleantech industrielles sont diversifiées et comprennent principalement **Bpifrance, des fonds institutionnels, et des fonds d'investissement en capital-risque (VC) français**. Le recours aux business-angel est plus limité (Table 5). Les financements par Bpifrance prennent généralement la forme de prêts bancaires. Les fonds institutionnels français comprennent l'ADEME, l'appel d'offres de France 2030 ou France Relance, ou des investissements régionaux. Pour les fonds européens, il s'agit du fond européen de développement régional (FEDER)¹ et du fond du European Innovation Council fund (EIC fund).²

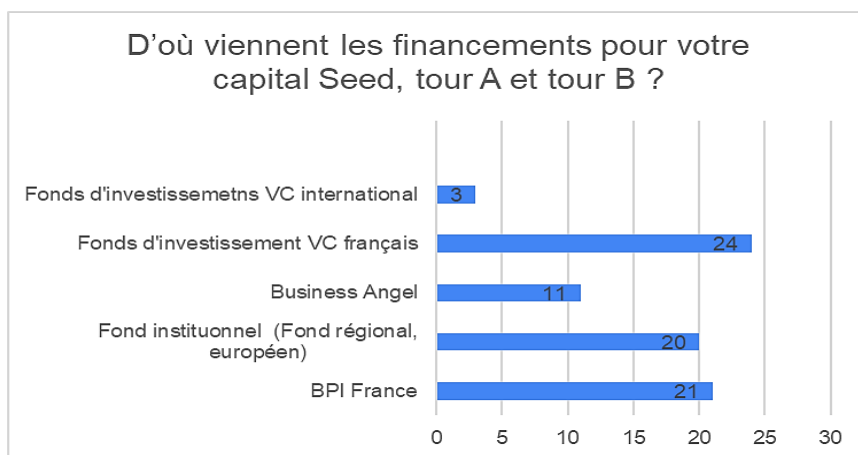


Table 1.5 Origine des financements, compilé à partir des résultats du questionnaire d'étude

¹ Le fonds FEDER a pour objectif de "renforcer la compétitivité et la cohésion des régions européennes" (Source: Fonds européen de développement régional | L'Europe s'engage en France, le portail des Fonds européens (europe-en-france.gouv.fr)). Les investissements sont orientés vers des projets favorisant le développement économique des territoires européens. De plus, les investissements en faveur d'une "Europe plus verte" sont perçus comme contribuant à l'objectif de cohésion de l'Union européenne (Source: Fonds européen de développement régional (FEDER) | Fiches thématiques sur l'Union européenne | Parlement européen (europa.eu)).

² L'EIC vise à favoriser le développement de l'innovation de rupture dans les pays de l'UE. Le Programme permet d'obtenir des subventions ou des investissements en capital-risque (Source: Le Conseil européen de l'innovation | Horizon-europe.gouv.fr)

Concernant les financements privés, sont cités: AQUITI Gestion, Aliad (Air Liquide), Amundi, Arkema, Armor Group, Chart Industries, Cibola Invest, CMI, Crédit Coopératif, Dalkia, Daphni, Delmas Investissements, Demeter, EDF Pulse Croissance Holding, EREN (7), Eximium, Finovam Gestion, GO Capital, Impact Partners, Industrya, Irdi Capital Investissement, InnoEnergy SE, Kreaxi, MBDA, NFA, Noria (3), Ovive, Otium Capital, Paris Business Angels, Polytechniques Ventures (2), QAIR, Siparex, Starquest Capital, Stellantis Ventures, TEAM FOR THE PLANET (2), Tertium, Tiresias Ventures, UI investissement.

Ces levées de fonds ont été accompagnées par un financement bancaire significatif pour 37,5% des PME (Table 6) et ont majoritairement servi au financement des besoins courants de la société (51% des cas, Table 7) Le financement d'usine représente 19 % de l'utilisation des financements (Table 7) Le financement de la R&D remonte à 10%.

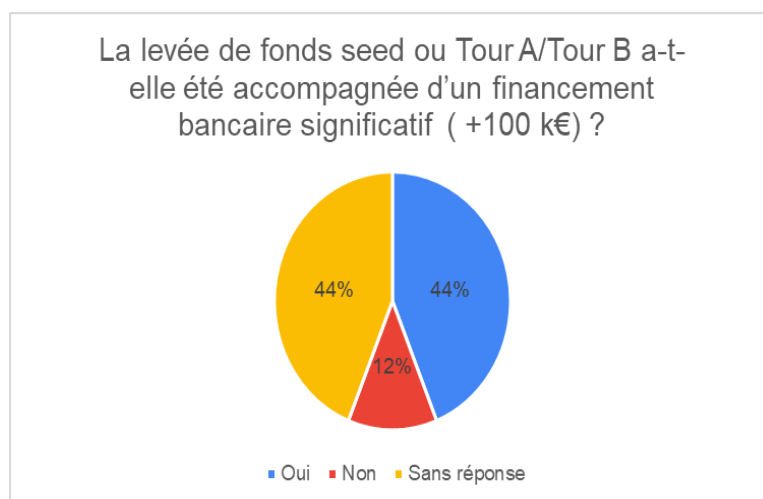


Table 1.6. Accompagnement bancaire, compilé à partir des résultats du questionnaire d'étude

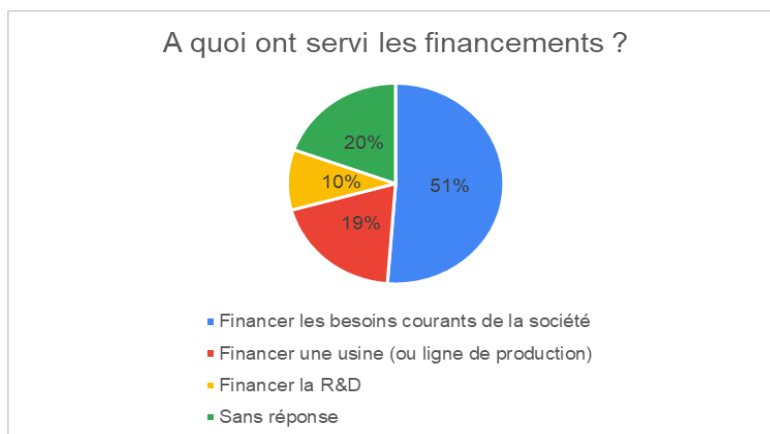


Table 1.7 But des financements, compilé à partir des résultats du questionnaire d'étude

Enfin, seulement quatre des PME étudiées sont entrées en bourse (Table 1.8). Ces entreprises, dont Enertime, interrogées dans le cadre de l'étude, peuvent ainsi avoir une perception différente des mécanismes et des enjeux d'accès aux financements en raison de leur cotation.

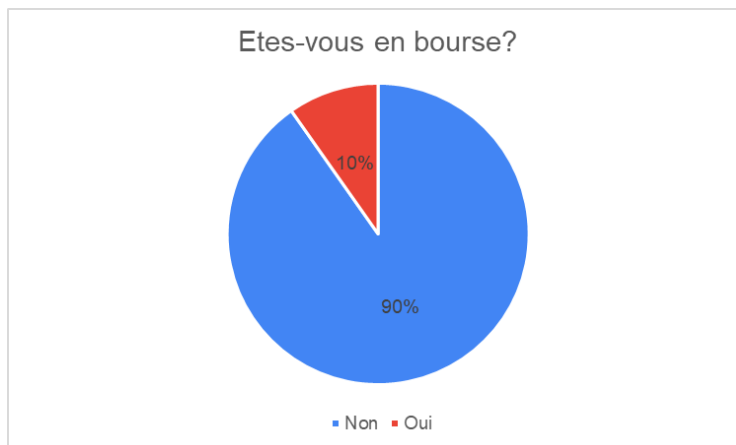


Table 1.8 Entrée en bourse, compilé à partir des résultats du questionnaire d'étude

Observations issues des entretiens

Comme le souligne un entrepreneur et investisseur expérimenté, il est relativement facile de trouver des financements jusqu'à 500 k€ ou 1 M€. Cependant, un manque crucial de financements persiste pour les projets à haute intensité capitalistique nécessitant des montants bien plus élevés.

Ce constat est en accord avec l'analyse de [l'article de CNEWS](#), qui met en lumière les défis financiers auxquels sont confrontées les entreprises lors du passage à l'échelle industrielle, malgré une relative facilité à lever des fonds en phase de préprojet et d'amorçage.

Par ailleurs, les dirigeants des PME industrielles innovantes du secteur de la Cleantech observent que les financements provenant des acteurs institutionnels sont souvent limités à des montants relativement modestes. Par conséquent, ils doivent se tourner vers les investisseurs privés pour obtenir des fonds plus importants nécessaires au financement de projets d'envergure industrielle.

Financements institutionnels

Plusieurs observations critiques ont été exprimées par les représentants des entreprises interrogées concernant le fonctionnement des acteurs institutionnels dans le domaine du financement, que nous détaillons ci-dessous.

Premièrement, certaines démarches auprès des acteurs institutionnels de financement sont jugées comme **peu transparentes**. La **diversité des guichets** et des points de contact complique significativement les procédures de financement au niveau des fonds propres au sein de Bpifrance. Les entreprises doivent naviguer à travers une multitude de fonds et de programmes, rendant ardue la gestion des opportunités disponibles. Inversement, les financements non dilutifs, à l'image des prêts à l'innovation et les prêts à l'amorçage, sont plutôt considérés comme compréhensibles et accessibles pour les PME.

Deuxièmement, les acteurs du secteur regrettent que **les informations concernant les fonds disponibles ne soient pas toujours à jour**. Il est arrivé que des informations contradictoires soient communiquées au sein d'un même organisme de financement. Par exemple, certains fonds ont été mentionnés comme étant accessibles alors qu'ils ne l'étaient plus en réalité. Cette inconsistance dans la communication et la gestion des fonds contribue à la confusion des acteurs des TPE -PME Cleantech. Les disparités régionales constituent un autre défi notable. **Les services de financement régionaux sont souvent perçus comme plus efficaces que ceux de la région parisienne**, incitant certaines entreprises à déménager hors de la région Ile-de-France. Ce fut ainsi le cas d'Equium qui a préféré quitter la région de l'Ile-de-France. Les entreprises établies en dehors de l'Ile-de-France peuvent bénéficier d'un soutien plus cohérent et mieux organisé, tandis que celles situées dans cette région doivent souvent faire face à des processus plus bureaucratiques et moins transparents.

Troisièmement, **la règle des 1 pour 1 issue de la réglementation de l'Union Européenne et pratiquée par les guichets français, dont ceux opérés par Bpifrance, est particulièrement restrictive**. Autrement dit, la condition de fonds propres conditionne probablement de manière excessive l'éligibilité aux aides Bpifrance. Selon un responsable programmes au sein d'une entreprise spécialisée en technologies énergétiques, il serait nécessaire d'élargir et de renforcer les régimes dérogatoires permettant le financement public des projets les plus innovants au-delà de 50 %, afin de réduire l'écart avec la disponibilité de financement public en Chine et aux États-Unis.

Financements en provenance des acteurs privés

Concernant l'investissement provenant des acteurs privés, les entretiens corroborent les analyses académiques. Les représentants interrogés des Cleantech évoquent deux raisons principales de la réticence des investisseurs privés d'investir dans les technologies industrielles innovantes.

D'une part, **les investisseurs**, en quête de rendements significatifs, **appliquent souvent des horizons temporels trop courts** aux projets industriels. Cette approche à court terme pose un problème particulier aux acteurs de la Cleantech, dont les projets nécessitent généralement des cycles d'investissement plus longs pour atteindre la rentabilité

D'autre part, les représentants des PME industrielles innovantes de la Cleantech soulignent également **une aversion au risque trop marquée des investisseurs privés en France**, malgré toute la traction de marché, ce qui limite inévitablement le pool d'investissement disponible. Les investisseurs français préfèrent généralement soutenir des projets peu risqués et sûrs. Ils attendent souvent que l'entreprise atteigne une taille critique avant d'investir des sommes importantes: les investisseurs privés préfèrent attendre d'avoir une tête de série de la technologie.

Un responsable d'une startup Cleantech compare la mentalité française en matière d'investissement à celle des Etats-Unis. Il existe un autre rapport au risque aux Etats-Unis - le risque est vu comme un élément incontournable à la réussite d'investissement - c'est "*high risk - high reward*" ce qui crée un climat de financement particulièrement favorable aux PME innovantes. Face aux difficultés de financement des PME en France, notamment privé, il devient parfois indispensable d'aller chercher des fonds aux Etats-Unis, avec un risque de délocalisation de tout ou partie des actifs à terme, et un impact négatif sur la volonté de réindustrialiser la France.

"La culture d'investissement dans des projets d'infrastructure à haute intensité capitalistique est pratiquement inexistante en France."

Un entrepreneur, fondateur et dirigeant d'un groupe spécialisé, ainsi qu'investisseur et conseiller dans plusieurs sociétés

Par ailleurs, selon Clément Schambel, dirigeant d'Entent et Alexis Reymond, ingénieur d'affaires chez Entent, les complexités principales liées à la question de financement sont liées à la **profondeur demandée de la feuille de route**.

Si l'objet de cette étude est d'analyser les obstacles financiers, il convient également de mentionner le point de vue d'un entrepreneur et investisseur expérimenté, qui souligne que **le cadre réglementaire et fiscal actuel n'est pas optimal pour attirer les investisseurs étrangers en France**. Un responsable programmes au sein d'une entreprise spécialisée en technologies énergétiques souligne que l'implantation de celle-ci aux États-Unis, requise lors de son passage par un incubateur, constitue un levier de diversification et d'accélération de son financement historique, notamment via plusieurs tours en crowdfunding. De manière générale, le temps consacré en France aux levées de fonds lui paraît disproportionné par rapport au temps effectivement consacré au projet de développement technologique.

En conséquence, l'écosystème des startups industrielles de la Cleantech en France fait face à un double désavantage. Les PME du secteur en France se trouvent confrontées à un double désavantage, étant donné que le cadre réglementaire et fiscal n'est pas optimal pour attirer les investisseurs étrangers.

Concrètement, pour plusieurs entreprises interrogées, ces défis se manifestent particulièrement lors du tour A d'investissement. De nombreux représentants des PME de la Cleantech évoquent la métaphore de la "vallée de la mort" (Gaddy et al., 2016) ou du **"trou dans la raquette"**. En effet, l'obtention de capital d'amorçage et de financements en série B semble moins problématique. D'une part, les montants requis pour le capital d'amorçage sont généralement plus modestes. D'autre part, la série B offre une sécurité accrue, la technologie ayant déjà fait ses preuves.

En conséquence, les entreprises se tournent spécifiquement vers des sociétés de capital-risque spécialisées dans les Cleantech ou même les deeptech, car elles adoptent des critères d'évaluation plus adaptés aux technologies présentées par les membres de FCI.

Financement à l'échelle internationale

La plupart des PME du secteur de la Cleantech se financent principalement à l'échelle nationale. Les acteurs interrogés ont souligné **la complexité des dossiers européens**, qui nécessitent une équipe dédiée pour leur préparation, ressource dont une PME ne dispose pas toujours. Un autre problème est lié au fait que les fonds FEDER (Fonds Européen de Développement Régional) ne sont versés qu'après la présentation des factures, ce qui peut créer des problèmes de trésorerie et constituer un obstacle majeur pour les petites structures.

En tenant compte des nombreuses difficultés de financement, les PME industrielles de la Cleantech doivent adopter 'la stratégie du cafard', concept évoqué par un entrepreneur et investisseur du secteur. Faute de financements adéquats, ces PME sont contraintes de se concentrer sur des marchés de niche, sans ambition de conquérir de plus grands marchés.

"La stratégie du cafard est une situation subie par les PME industrielles en France."

Un entrepreneur, fondateur et dirigeant d'un groupe spécialisé, ainsi qu'investisseur et conseiller dans plusieurs sociétés

Dans une économie où les « licornes » fascinent par leurs levées de fonds spectaculaires, la « stratégie du cafard » met en lumière une autre voie : celle des entreprises qui, à l'image de cet insecte, survivent et prospèrent dans des environnements hostiles. Pour les PME Cleantech, cette stratégie consiste à naviguer avec ingéniosité dans un écosystème complexe et souvent contraignant. Face à des difficultés d'accès aux financements internationaux et aux tensions de trésorerie qui en découlent, ces entreprises adoptent une approche plus prudente et ciblée.

Plutôt que de viser une croissance rapide et risquée, elles privilégient des niches, bâtissent des fondations solides et optimisent leurs ressources pour maximiser leur rentabilité. Bien que cette stratégie puisse être perçue comme subie, elle peut également devenir une véritable force. En adoptant cette vision, les PME Cleantech apprennent à surmonter les crises, à rebondir et à prospérer de manière durable, à l'abri des projecteurs.

Comme le souligne Serge Kinkingnehun dans sa « Stratégie du cafard » c'est souvent la résilience, et non le spectaculaire, qui conduit au succès.

Réponses des fonds d'investissement

Les financements servent principalement à développer l'entreprise et l'investissement en infrastructure industrielle occupe la deuxième place en termes d'importance d'investissements de la part des fonds d'investissement. Le rachat d'une entreprise est un motif d'investissement le moins populaire parmi les fonds d'investissements (Table 9).

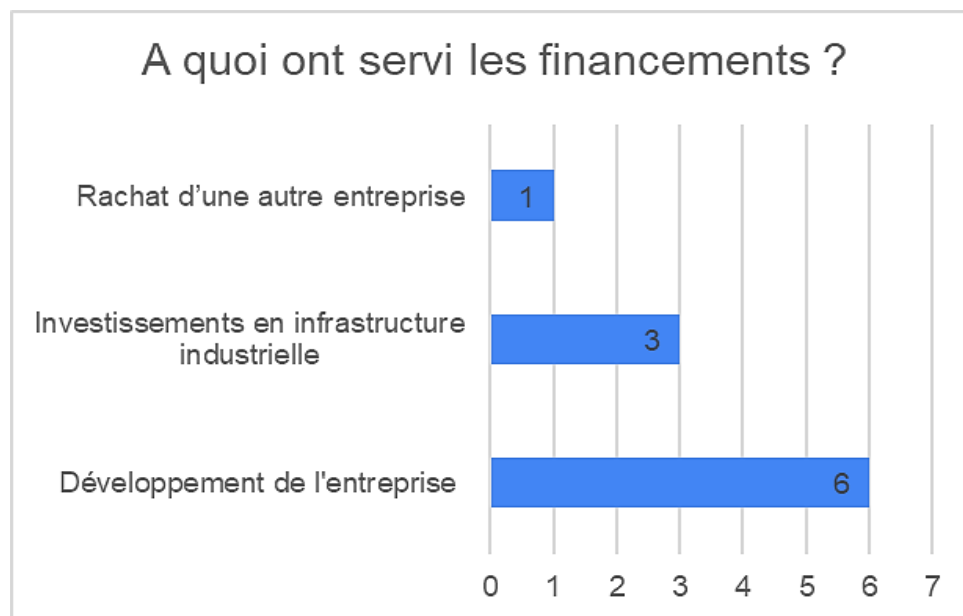


Table 1.9 Stratégies d'investissement, compilé à partir des résultats du questionnaire d'étude

Le critère de scalabilité demeure un critère clé pour les investisseurs, mais la qualité du projet, notamment l'expertise de l'équipe ou la présence de brevets, prévaut sur les liens avec la sphère publique (tels que Bpifrance ou les laboratoires). Cependant, l'accent mis sur la scalabilité peut s'avérer particulièrement contraignant pour certaines technologies développées par les membres de l'association France Cleantech Industrie. Par exemple, Enertime, qui conçoit des machines thermodynamiques sur mesure, se heurte à une faible possibilité de scalabilité pour ces modules de production d'électricité.

Ainsi, bien que la scalabilité reste un facteur déterminant dans les décisions d'investissement des acteurs privés, des technologies spécifiques comme celles-ci risquent de rencontrer de sérieuses difficultés de financement. En l'absence de solutions

de financement alternatives adaptées, les entreprises membres de FCI doivent ajuster leurs stratégies pour s'adapter à ces contraintes.

Par ailleurs, l'importance de la qualité de l'équipe a été confirmée par Fabrice Poulin, responsable Cleantech chez Enerdata. Selon lui, il existe 3 aspects-clés qui permettraient de sécuriser les financements de la part du secteur privé. Premièrement, la startup doit proposer une technologie à forte valeur ajoutée ce qui est notamment assuré par la présence de profils très techniques au sein de l'entreprise. Deuxièmement, la startup doit être également capable de présenter une base stratégique solide, appuyée par une étude de marché développée et d'un business plan détaillé. Enfin, il est impératif que la startup dispose d'un suivi financier rigoureux. La présence d'un directeur financier et administratif (CFO) est nécessaire pour garantir la conformité aux objectifs financiers.

Enfin, les fonds investis par les investisseurs proviennent principalement de fonds institutionnels (les banques, assurances ; Table 10).

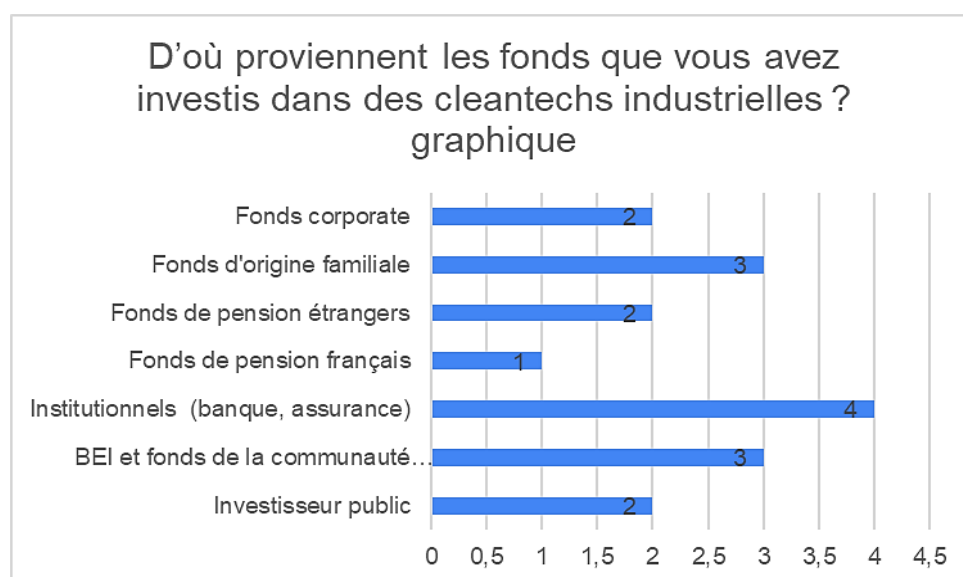


Table 2.0 Origine des fonds d'investissement, compilé à partir des résultats du questionnaire d'étude

L'état du marché en France

D'où viennent les financements pour votre capital Seed, tour A et tour B ?

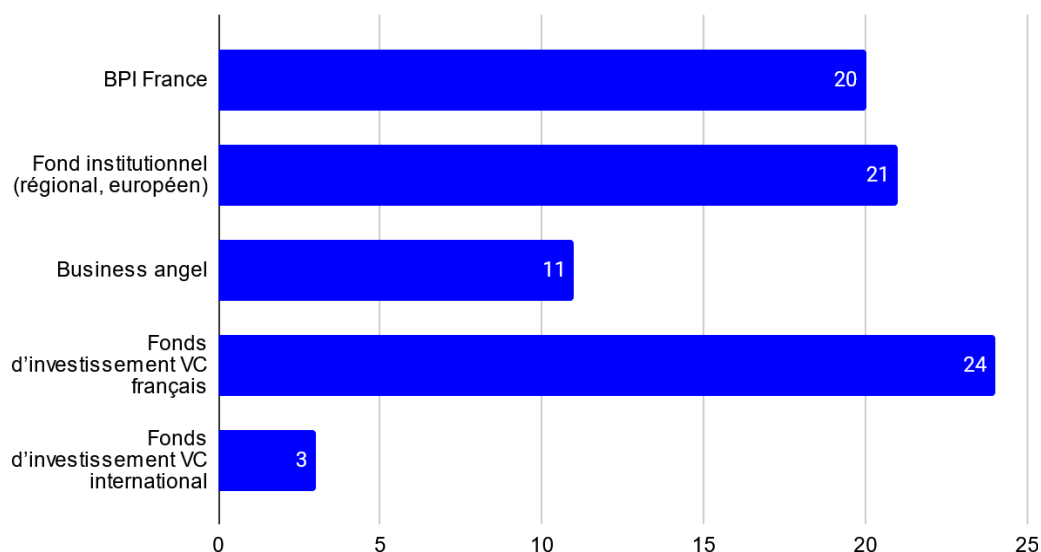


Table 3.0 L'état du marché en France, compilé à partir des résultats du questionnaire d'étude

À retenir ?

- **Les opportunités du marché Cleantech :**

Le développement des technologies Cleantech est encouragé par des objectifs de décarbonation, un soutien réglementaire et politique, ainsi qu'un intérêt marqué pour les technologies "Made in France". La crise énergétique et la sensibilité aux prix de l'énergie renforcent également l'attractivité des solutions d'efficacité énergétique.

- **Les freins au développement :**

Malgré cette dynamique favorable, plusieurs obstacles ralentissent la mise en œuvre des technologies Cleantech. Ces freins incluent :

- Des investissements en CAPEX élevés, difficiles à mobiliser.
- La complexité administrative française.
- L'incertitude liée à l'évolution des prix du gaz et du carbone.

Par ailleurs, le marché semble biaisé en faveur de certaines technologies, ce qui limite les opportunités pour d'autres innovations.

- **Les limites structurelles :**

Les grands groupes ne disposent pas de stratégies claires pour collaborer avec les PME industrielles innovantes. De plus, une stratégie d'État insuffisante dans certaines technologies Cleantech affaiblit le développement des PME industrielles du secteur.

Analyse des réponses au questionnaire

En France, la plupart des entreprises, à hauteur de 80,5%, affirme qu'au démarrage des startups le marché des équipements que ces entreprises développent existait déjà. Par ailleurs, la grande majorité des entreprises (75%) estime que l'état du marché, que ce soit en France ou en Europe, est propice au développement de technologies proposées par les sociétés interrogées.

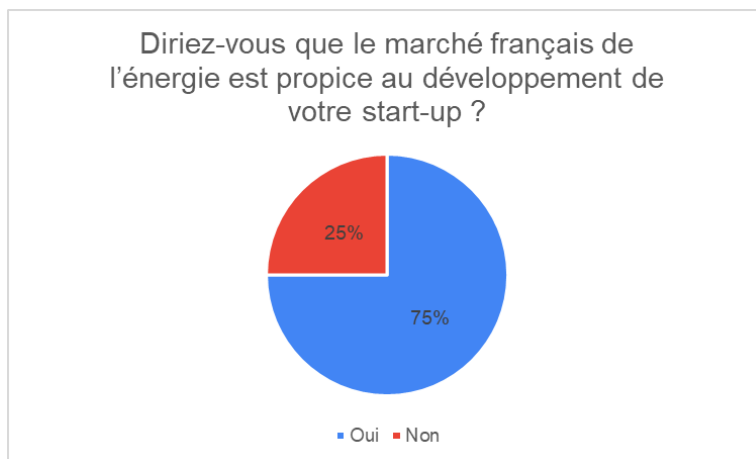


Table 2.1 Analyse du marché, compilé à partir des résultats du questionnaire d'étude

En quoi le marché d'aujourd'hui est propice à la Cleantech?

Deux experts du secteur, un responsable programmes dans une entreprise de technologies énergétiques et un responsable marketing produit dans une autre entreprise spécialisée, s'accordent à dire que le contexte général est favorable au développement des technologies de la Cleantech.

En effet, **le secteur privé et public sont vivement stimulés par les objectifs de décarbonation** ce qui bénéficie aux technologies de la Cleantech répondant, naturellement, à cette cible. Autrement dit, **la traction significative du marché constitue un facteur puissant pour le développement des Cleantech en France.**

A titre d'exemple, pour les producteurs de pompes à chaleur (PAC), l'ambition politique de déployer 60 millions de PAC en Europe d'ici 2030 et un million de PAC en France illustre comment le contexte réglementaire peut favoriser le développement de cette filière. Cependant, il convient de noter que cette stratégie s'applique uniquement aux pompes à chaleur utilisées dans un cadre domestique, et non industriel.

Philippe Loyer (Equium) cite également d'autres aspects du marché qui rendent le dernier attractif aux acteurs de la Cleantech. D'abord, les entreprises qui développent une technologie **"Made in France"** suscitent l'intérêt particulier de la part du secteur privé et public. Avoir une filière 100% française est une force de l'ensemble des membres de l'association France Cleantech Industries.

Deuxièmement, la participation des technologies de la Cleantech à **l'agenda de réindustrialisation de la France** est également un atout supplémentaire. Enfin, **la conjoncture économique** est un facteur non négligeable qui conditionne en partie l'attractivité des technologies d'efficacité énergétique, comme le souligne Frédéric Thevenod, Directeur du Business Développement de Hevatech. En effet, à la suite de la crise énergétique et de la hausse des prix du gaz (qui, fin 2024, restent encore 4 à 5 fois plus élevés qu'en 2021), les technologies d'efficacité énergétique connaissent un tournant décisif dans leur développement. Cependant, la rentabilité des innovations cleantech proposées reste très sensible à la variabilité des prix de l'énergie.

"Le contexte actuel du coût de l'énergie et de la tonne de CO2 en Europe est favorable aux solutions d'efficacité énergétique, il y a là un vrai momentum pour favoriser la vente de des solutions cleantechs"

Frédéric Thevenod, Directeur du Business Développement chez Hevatech

Ainsi, le contexte réglementaire, politique et économique est globalement propice au développement des technologies de la Cleantech.

Des freins du marché cependant persistants

Cependant, malgré l'attractivité globale du marché, la mise en œuvre des technologies de la Cleantech fait face à de nombreux freins. Les acteurs interrogés mettent en évidence les freins et obstacles développés ci-dessous.

D'abord, on note des **freins opérationnels** liés aux pratiques en place. Ceux-ci relèvent notamment de la résistance au changement de la part d'acteurs de terrain comme les directeurs d'usines, mais également de l'aversion au risque qui peut freiner des cadres exécutifs dans leurs décisions d'investissement, au vu des montants élevés et des retombées incertaines des projets concernés. Ensuite, **l'incertitude économique et financière du marché** est un frein auquel fait face le secteur de la Cleantech. Face à l'incertitude d'évolution des prix du gaz et du carbone, et en l'absence d'une modélisation prospective suffisamment fiable liée à la grande sensibilité de la rentabilité aux prix, les investissements substantiels des clients peinent à se concrétiser.

Certains acteurs soulignent également une probable **distorsion du marché en faveur des certaines technologies**. Une telle configuration risque de biaiser le marché, favorisant certaines technologies au détriment d'autres. Autrement dit, **les tendances de marché ne sont pas technologiquement neutres**. Plusieurs technologies ont été identifiées comme bénéficiant des levées de fonds et des aides publiques disproportionnées. Le nucléaire, malgré sa nature extrêmement capitalistique, semble bénéficier d'un parti-pris, voire d'un pari favorable, selon l'un des acteurs interrogés. Les technologies liées à l'hydrogène ont également longtemps accaparé les ressources du marché. Selon Frédéric Thevenod, il y avait effectivement une "folie de l'hydrogène" entre 2018 et 2022.

Dialogue avec des grands groupes

A la question “Avec quels grands groupes français de l’énergie avez-vous eu une collaboration dans les 3 dernières années ?”, sont mentionnés: Air Liquide (3), Airbus, Dassault Systèmes (2), EDF (7), Engie (8), GRDF (7), GRT gaz (3), RTE, SNCF, Suez, Technip, Total Energies (4), Vinci. Néanmoins, 35% des personnes interrogées répondent “aucune”.

Ces partenariats interviennent soit dans le contexte d’une aide à l’innovation, soit pour implémenter l’innovation dans l’entreprise, soit pour coopérer sur des projets nécessitant l’innovation.

En quoi consiste concrètement le partenariat avec les grands groupes?

Pour les entreprises en développement sans technologie commercialisée, telles que représentées par un grand nombre d’acteurs de FCI, la collaboration avec les grands groupes intervient généralement en amont, avec l’objectif que ces derniers deviennent de futurs clients. Il s’agit ainsi principalement des **discussions techniques de prospection**, pour des sujets tels que la recherche des sites pilotes, comme le soulignent Clément Schambel, CEO d’Entent et Alexis Reymond, Ingénieur d’Affaires chez Entent.

Les grands groupes fournissent également des moyens financiers pour aider à la **construction des prototypes** plus ambitieux et proposent des **conditions d’essai de la technologie**, ce dont témoigne Un directeur technique au sein d’une entreprise spécialisée dans les cleantechs souligne que les collaborations entre les PME de l’association France Cleantech Industries et les grandes entreprises permettent d’établir des premiers sites de production pour les technologies des membres. C’est le cas, par exemple, d’une entreprise qui teste son prototype de stockage massif d’électricité avec la SNCF.

Des relations néanmoins délicates entre les PME et les GE

Bien que des exemples de collaborations fructueuses existent, les relations entre les PME et les grandes entreprises sont souvent complexes. Plusieurs des PME interrogées déplorent que **les GE n’apportent pas d’aide à la hauteur de leurs capacités**. Ainsi, les grands groupes font l’objet d’une série de critiques de la part des PME lesquelles seront détaillées ci-après.

Stérilisation de l’innovation et problématique de partage de valeur

Le sentiment largement partagé par les sociétés interrogées est que les grandes entreprises fonctionnent comme suivant le principe du “*Not invented here*”, qui est une mentalité ne valorisant uniquement que les technologies développées en interne, rejetant ou ne souciant peu des innovations réalisées en dehors de la sphère de l’entreprise.

Par ailleurs, le directeur général de Waga Energy, Matthieu Lefebvre, reconnaît qu'il existe toujours une **légère tension dans la question de partage de la valeur** entre les PME et le GE.

Absence de collaboration concrète

Il a été également souligné que, malgré un climat d'échanges bienveillant, les discussions entre les PME et les grands groupes se concrétisent rarement. Selon Cécile Duong, responsable communication d'ANANKÉ, la stratégie de collaboration des grands groupes avec les PME se traduit presque exclusivement par une forme de **veille stratégique** exercée par les premiers. Un directeur technique au sein d'une entreprise spécialisée estime qu'une telle approche pratiquée par les grands groupes est "source de faux signaux, de faux espoirs."

Soutien financier limité

La collaboration entre les centres de R&D, les PME innovantes et les grands groupes constitue un levier essentiel pour réussir l'industrialisation des technologies émergentes. Toutefois, cette synergie doit être davantage renforcée. En effet, le soutien financier apporté par les grands groupes demeure limité. Malgré leurs bénéfices significatifs, ces derniers hésitent souvent à investir dans des technologies émergentes, préférant orienter leurs financements vers des projets ayant déjà démontré leur viabilité. Cette réticence s'aligne avec les conclusions des recherches académiques, notamment celles de Gaddy et al. (2016), qui soulignent que, bien que les grands groupes disposent d'importantes capacités de financement, ils privilégient des investissements moins risqués au détriment de l'innovation.

Philippe Loiseau, président de PackGy, souligne qu'il est **nécessaire d'encourager une plus grande prise de risques de la part des grands groupes**. Bien qu'ils disposent des capacités financières nécessaires, ces derniers privilégient souvent l'acquisition de technologies déjà rentables. Pour accélérer le développement des innovations, il serait bénéfique que les grands groupes s'impliquent davantage en soutenant des projets encore en phase d'émergence. Cette amélioration contribuerait à renforcer l'écosystème d'innovation et à faciliter la transition des technologies vers une industrialisation réussie.

Processus managériaux lents et lourds

Les processus managériaux au sein des grandes entreprises sont caractérisés par **la lenteur des procédures de validation**, selon Clément Schambel, PDG d'Entent, et Alexis Reymond, ingénieur d'affaires chez Entent. **Le bureaucratisme** inhérent aux grandes entreprises s'avère incompatible avec les exigences de rapidité et les impératifs de survie des PME, selon un entrepreneur et investisseur expérimenté.

Relation contractuelle très déséquilibrée

La relation contractuelle est particulièrement déséquilibrée entre les PME et les GE (grandes entreprises), au détriment des premières. Selon Frédéric Thevenod, Directeur du Business développement de Hevatech, les dirigeants de PME subissent parfois une pression intense les conduisant à accepter des situations contractuelles inacceptables. A l'échelle d'une PME, l'échec de la signature d'un contrat peut entraîner la fin de l'entreprise, chaque contrat étant crucial pour sa survie. En revanche, cette pression n'existe pas pour les grandes entreprises.

Cette inégalité des relations se manifeste également par **l'absence de discussion top-to-top** entre les PME et les GE.

"De nombreuses négociations de contrats entre PME des cleantech et un industriel s'apparentent à un combat de David contre Goliath"

Frédéric Thevenod, Directeur du Business Développement de Hevatech

Enjeu de rivalité entre les PME et les GE

En matière de recherche et développement, **un enjeu de concurrence** est observable entre les PME et les grands groupes. Comme en atteste Gilles David, dirigeant d'Enertime, c'est un aspect de **"not invented here"** des technologies des PME qui peut créer un sentiment d'adversité au sein des grands groupes. Concrètement, dans le secteur de l'énergie, historiquement, EDF, en tant qu'électricien national, maîtrisant l'ensemble de la chaîne de valeur de l'électricité en France, semble percevoir des alternatives de production d'électricité comme concurrentes. Les petits acteurs du secteur de l'énergie subissent ainsi la position de **"winner takes all"** des grands groupes, d'autant plus que **les leviers de lobbying des start-ups sont particulièrement faibles**. De plus, le fait que l'innovation ne constitue pas le cœur d'activité des grandes entreprises, nourrit également la complexité des rapports avec les PME innovantes.

La question des réseaux de chaleur, dans laquelle opèrent plusieurs membres de France Cleantech Industries, est révélatrice des dynamiques complexes de dialogue entre les PME et les GE. En effet, l'exploitation des réseaux de chaleur constitue une source de revenus importante et stable pour les grands énergéticiens en France. Ces marchés sont garantis par des contrats s'étendant sur plusieurs années, offrant une stabilité économique considérable aux grandes entreprises. L'introduction de changements dans le fonctionnement des réseaux de chaleur, tels que l'installation d'une machine à cycle thermodynamique de Rankine, peut être considérée comme une rupture par rapport aux pratiques établies.

Structure centralisée de gouvernance en France

L'activité des membres de France Cleantech Industries est également complexifiée par **les aspects culturels de gouvernance en France**. Historiquement, le fonctionnement du pays est centralisé avec en conséquence peu de libertés décisionnelles accordées aux régions. EDF était en position de monopole sur le marché de l'électricité national. En ce sens, la situation de l'Allemagne est complètement différente comme en atteste Sven Rösner, directeur de l'Office franco-allemand pour la transition énergétique (OFATE). En raison de sa structure fortement décentralisée, résultant du fédéralisme, les différentes régions de ce pays ont la capacité de définir leur propre modèle énergétique de manière autonome. Cette décentralisation permet ainsi de favoriser l'implication et la participation des PME dans le secteur énergétique.

Manque possible de stratégie d'Etat

Il est essentiel de comprendre qu'à l'échelle française, la stratégie étatique joue un rôle déterminant dans le développement des filières industrielles. Historiquement, comme le note Sven Rösner, la politique de nationalisations menée après la Seconde Guerre mondiale visait à faire émerger des champions nationaux. Aujourd'hui, cette tradition de gouvernance centralisée à fort rôle étatique reste bien présente. Cependant, face aux difficultés rencontrées par les PME industrielles, il est possible de percevoir un manque de stratégie d'Etat, comme le souligne Fabrice Poulin, responsable Cleantech chez Enerdata. Selon lui, l'Etat ne reconnaît pas encore pleinement la valeur stratégique des technologies proposées par les PME de la Cleantech industrielle. Pour que ces filières se développent, il est crucial que l'Etat prenne conscience de leur importance stratégique. Un soutien significatif de l'Etat pourrait en effet déclencher une dynamique d'investissement plus forte de la part du secteur privé pour ces technologies.

Un moyen d'améliorer cette stratégie étatique serait de renforcer le rôle de la commande publique. L'intérêt de cette politique est confirmé par un sondage montrant que 66% des PME interrogées (**table 2.2**) considèrent la commande publique comme essentielle au développement de leur activité.

À titre d'exemple, le secteur parapétrolier en France a montré qu'un modèle similaire pouvait réussir. Malgré l'absence de ressources pétrolières, la France a su développer une industrie parapétrolière puissante, fondée sur la coopération entre les centres de R&D, les PME innovantes, les grands groupes opérateurs et un soutien financier public. Il serait pertinent d'envisager un dispositif similaire pour les technologies cleantech, afin de favoriser l'émergence de champions nationaux dans ce domaine et d'accélérer leur industrialisation.

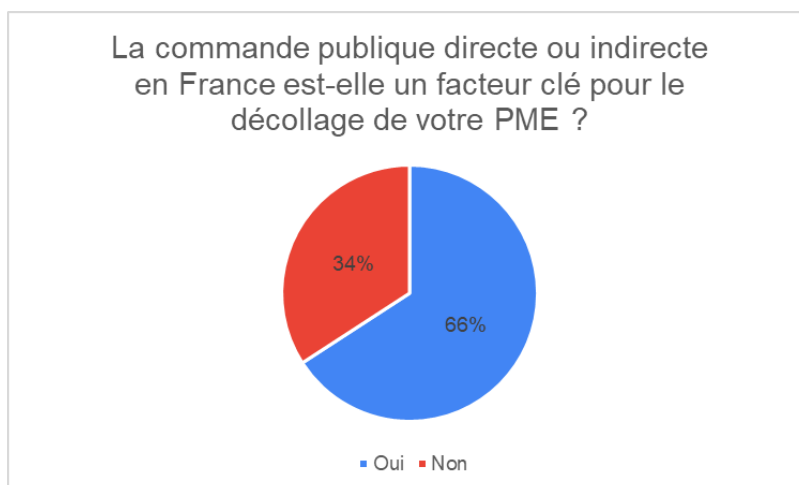


Table 2.2 Le rôle de la commande publique, compilé à partir des résultats du questionnaire d'étude

IV. Principales conclusions et recommandations de l'étude

À la lumière des conclusions des deux questionnaires, des entretiens directifs et de notre analyse de la littérature académique existante, il est évident que les TPE et PME Cleantech françaises rencontrent des défis majeurs en matière de financement. Ces entreprises, qui jouent un rôle central dans la transition écologique, peinent à accéder aux capitaux nécessaires pour développer et déployer leurs technologies vertes. Le manque de financement adéquat freine non seulement leur croissance, mais également leur capacité à répondre aux objectifs climatiques de la France.

Cependant, un axe de développement prometteur pourrait être l'exportation. En France, bien que le marché local soit favorable à l'innovation en Cleantech, c'est à l'international que se trouvent véritablement les opportunités de croissance. Par exemple, dans les Zones Non Interconnectées (ZNI) comme la Guyane, le coût de production de l'énergie est extrêmement élevé, atteignant environ 240€/MWe selon les données de la CRE, principalement en raison de l'utilisation du fioul. Ce coût de production, lié à l'approvisionnement en fioul, représente une opportunité significative pour les technologies Cleantech qui, grâce à des solutions plus écologiques, pourraient offrir une alternative économiquement compétitive.

Dans ce contexte, la première démonstration d'un produit, suivie de sa réalisation en série dans ces zones, pourrait non seulement prouver son efficacité, mais aussi sa viabilité économique. De plus, un centre de recherche labellisé jouerait un rôle clé en facilitant cette transition, en fournissant des données concrètes sur l'impact carbone réduit, renforçant ainsi la compétitivité des technologies Cleantech françaises sur les marchés internationaux.

Le soutien à l'export est donc une voie stratégique à privilégier. Avec un cadre adapté et un soutien étatique renforcé, les entreprises Cleantech françaises pourraient non seulement conquérir de nouveaux marchés, mais aussi devenir des leaders dans la

fourniture de solutions durables et rentables pour les zones en forte demande énergétique.

Les résultats de l'étude et du travail bibliographique mettent en avant différents pistes de recommandations, que nous articulons en trois grandes parties

1. Faciliter le processus d'obtention et l'accès aux financements pour les TPE-PME Cleantech industrielles
2. Améliorer les conditions du marché des Cleantech en France
3. Mettre en place des mesures à l'échelle européenne

I. Faciliter le processus d'obtention et l'accès aux financements pour les Cleantech industrielles

Lors de nos entretiens directifs, il est apparu clairement que les démarches d'obtention d'aides pouvaient être opaques, changeantes et excessivement chronophages pour les entreprises, et que certaines étapes de maturité d'une Cleantech n'étaient pas assez soutenues par les pouvoirs publics et/ou financeurs privés. Dans cette partie, nous proposons des mesures pouvant permettre de pallier ces difficultés et améliorer les dynamiques de financements pour les Cleantech françaises.

1) Le besoin de centraliser la distribution des aides publiques sur une plateforme commune

Actuellement, les aides disponibles, telles que les subventions de l'ADEME, les financements dans le cadre de France 2030, ainsi que les soutiens de la Banque Publique d'Investissement (BPI) et de la Banque des Territoires, sont gérées par différents organismes à travers des processus distincts. Cette fragmentation peut rendre l'accès aux financements complexe et opaque. En centralisant ces aides sur une plateforme unique, il devient possible de gagner en lisibilité et en efficacité, réduisant le temps et les efforts nécessaires pour accéder aux différentes sources de financement.

Le principal objectif d'une telle plateforme serait d'offrir un point d'entrée unique où les entreprises Cleantech peuvent trouver toutes les informations nécessaires sur les aides disponibles, soumettre leurs demandes et suivre leur état. Cela simplifierait non seulement les démarches administratives, mais aussi permettrait une meilleure visibilité sur les financements adaptés aux besoins spécifiques des Cleantech.

"Le processus d'obtention d'aides, dans lequel nous nous sommes replongés, est extrêmement chronophage".

Un responsable de la stratégie et des partenariats au sein d'une entreprise spécialisée en technologies énergétiques

Ce mécanisme de guichet unique pour faciliter les démarches d'obtention d'aide et d'identification des subventions ou prêts mis à dispositions des acteurs sur le territoire existe déjà, mais en version beta (soit le stade avant sa plus large diffusion) depuis plusieurs mois sur le portail "*Aides territoires*" (lien : [Aides Territoires \(beta.gouv.fr\)](https://beta.gouv.fr)). Cela se décline sous la forme d'un moteur de recherche avec des champs de renseignement de la structure demandeuse d'aides. L'interface est conçue de manière intuitive permettant d'avoir une vision panoramique des possibilités de financements.



Figure 1.4 Aperçu de la version bêta du portail "Aides territoire". Capture d'écran

Ce portail constitue une démarche allant dans le sens d'un guichet unique pour tous types d'acteurs : entreprises, particuliers, agriculteurs, collectivités, association, intercommunalité etc. Il est encore en version non aboutie, va dans le bon sens et se devra d'être diffusé largement par les services de l'Etat pour rediriger les PME industrielles innovantes en quête d'informations. Ce type de "guichet unique" permettrait de faciliter largement la lisibilité des démarches par les acteurs entrepreneuriaux et permettrait aussi de lutter contre le non-recours aux prêts ou subventions à disposition des projets Cleantech en France.

2) Mettre en place un fonds industriel exclusivement dédié aux entreprises Cleantech, de la "vallée de la mort" jusqu'au "scale-up"

Pour Pascal Roux de Watson Farley & Williams, dans une conférence retranscrite par GreenUnivers; *"l'écosystème français est très au point pour le financement et continue de s'améliorer (...) En revanche, les difficultés commencent avec les levées de plusieurs millions d'euros. Il existe un vrai trou dans la raquette entre l'amorçage et les levées de fonds dites de séries A, pour les collectes entre 5 et 10 M€".*

C'est ce stade de maturité de l'entreprise (la "vallée de la mort") qui, comme nous l'avons précédemment analysé, est moins financé que le stade de capital-croissance et sur lequel butent de nombreuses Cleantech industrielles. Lié aux spécificités de marché des Cleantech, ces difficultés dans l'accès aux financements et d'accompagnement s'étendent

jusqu'à la période de scale up et le processus de passage à l'industrialisation de la technologie proposée par l'entreprise.

Le manque de capital public dans la *vallée de la mort* et dans le *scale up* des entreprises amène l'idée d'un mécanisme dédié uniquement à ces stades de maturité des Cleantech industrielles. Cela permettrait une maturation et un développement ainsi qu'un accès privilégié aux financements qui sont souvent réservés à quelques starts-up (telles que Verkor).

Ce fonds pourrait être piloté par les pouvoirs publics et des personnalités expertes du secteur des Cleantech. L'on pourrait également imaginer qu'il puisse être abondé par des financements privés, afin de renforcer les partenariats état-privé dans le soutien des entreprises Cleantech industrielles.

"Distinct de la logique des capitaux-risques, un fonds spécialisé dans le financement des projets industriels et géré par des personnes avec une profonde compréhension des particularités du secteur permettrait de mieux répondre aux besoins des projets à haute intensité capitalistique et de surmonter les obstacles actuels rencontrés par les PME en croissance rapide."

Un entrepreneur, fondateur et dirigeant d'un groupe spécialisé, ainsi qu'investisseur et conseiller dans plusieurs sociétés.

II. Améliorer les conditions du marché des Cleantech en France

Outre la nécessité de faciliter l'accès aux financements et combler les trous dans la raquette, il apparaît nécessaire de formuler des recommandations afin de corriger certaines défaillances du marché des Cleantech. En effet, de nombreux acteurs du secteur des Cleantech - interrogés ou non dans le cadre de cette étude - n'imputent pas les problèmes des entreprises industrielles Cleantech aux dynamiques de financements mais aux dysfonctionnements inhérents au marché des Cleantech.

Il est donc nécessaire de formuler des recommandations pour corriger certaines défaillances du marché des Cleantech, caractérisé par de fortes spécificités et des enjeux stratégiques croissants liés à la décarbonation.

1) Mettre en place une réelle stratégie de pilotage de marché

Pour développer efficacement le marché des Cleantech en France, il est crucial d'adopter une approche segmentée, propre à chaque domaine : énergies renouvelables, efficacité énergétique, mobilités décarbonées, valorisation de chaleur fatale, etc. Une vision stratégique de chaque segment, structurée par les pouvoirs publics, semble ainsi essentielle pour améliorer la lisibilité du marché et limiter les efforts de prospection en interne.

"Un des enjeux est d'identifier quels sont les besoins dans l'industrie. Le boom de l'hydrogène s'est fait avec beaucoup de moyens mais sans réel plan de développement précis. Il y a une nécessité d'avoir en amont une réflexion stratégique sur les besoins et comment la filière peut être structurée. Ensuite, les petits acteurs pourront intervenir. Il faudrait une vision "d'Etat stratégie" avec une vision claire de toute la stratégie."

Entrepreneur, fondateur et dirigeant d'un groupe spécialisé, ainsi qu'investisseur et conseiller dans plusieurs sociétés

À cet égard, le modèle de l'agence fédérale américaine ARPA-E pourrait servir d'exemple. Cette agence facilite le déblocage de financements pour des programmes de recherche à haut risque qui, sans un soutien financier spécifique, auraient été négligés. Un autre exemple, cité par Sven Rösner, directeur de l'OFATE, est celui de la vision industrielle allemande, qui se distingue par une approche plus long-termiste que la française dans certains secteurs, notamment le solaire.

"En France, il y a davantage de tâtonnements, pas forcément de ligne directrice claire, d'industrie qui planifie sur 30 ans. C'est une question de visibilité, "d'incentive".

Sven Rösner, Directeur de l'OFATE

Cette absence de visibilité freine les investissements et le développement des technologies propres. Il est donc impératif que l'Etat offre une feuille de route détaillée et cohérente, garantissant ainsi une stabilité et une prévisibilité nécessaires pour encourager les investissements à long terme. Concrètement, cela passerait par une identification précise des besoins de chaque industrie, des leviers de réductions d'émissions de gaz à effet de serre, vision à laquelle pourraient se greffer les entreprises industrielles proposant des procédés innovants allant dans ce sens.

Si certaines démarches récentes vont dans ce sens, avec la constitution d'une Secrétariat Général à la Planification Écologique en 2022, l'initiative "France 2030" ou encore le plan sectoriel de décarbonation des 50 sites industriels les plus émetteurs annoncés par le gouvernement, ces démarches ne concernent pas spécifiquement le secteur des technologies innovantes dans la décarbonation qui, comme nous l'avons analysé, est un marché incertain et changeant.

Pour surmonter ces défis, il est essentiel que l'Etat démontre un engagement clair et soutenu, ce qui non seulement rassurera les investisseurs, mais permettra aussi de naviguer à travers les incertitudes liées aux prix du carbone et du gaz, et d'élaborer des modélisations prospectives plus fiables pour justifier des investissements conséquents.

"La stratégie de l'Etat peut donner une impulsion importante aux développement de filières, comme France 2030 et l'investissement dans le nucléaire ou encore les panneaux solaires. Les difficultés peuvent être en partie liées au manque de stratégie de l'Etat (...) si l'Etat montre

un soutien important, alors les investisseurs et le marché de financement suivront.”

Fabrice Poulin, Expert département Cleantech d'Enerdata

2) Revoir le rôle de l'Etat dans le marché des Cleantech

Dans la lignée de la mise sur pied d'un organe permettant d'avoir une vision d'ensemble du marché en amont, il est nécessaire de revoir le rôle et les possibilités d'intervention des pouvoirs publics dans le marché des Cleantech. Plusieurs recommandations concrètes constituent cet axe qui permettrait de faire vivre le marché et corriger certains dysfonctionnements qui le caractérisent.

a. Mettre en place des réglementations permettant de favoriser l'émergence des TPE-PME industrielles innovantes

Certains acteurs du secteur des Cleantech ont mis en lumière leur souhait que l'Etat impose davantage de règles aux acteurs industriels afin de les inciter à se tourner vers des solutions industrielles innovantes pour réduire leur impact environnemental. En effet, malgré une traction de marché et des discours politiques favorables à une réindustrialisation verte, de nombreux secteurs reposent sur le bien-vouloir des industriels pour des partenariats avec des petites et moyennes entreprises Cleantech. L'axe réglementaire peut être un outil puissant pour "ouvrir" le marché des Cleantech et accélérer leur déploiement sur le territoire.

“Sur les pistes à envisager pour améliorer les conditions de marché, l'axe réglementaire est à étudier: imposer des limites d'émissions de CO2, imposer des audits énergétiques et analyser ce qui peut être réduit en termes de consommations... S'il n'y a pas de signal prix, le réglementaire est pertinent. C'est un problème de marché, parfois la réglementation est inexistante.”

Un directeur technique au sein d'une entreprise spécialisée des cleantechs

Un exemple de réglementation mise en place par l'Etat qui a incité des acteurs à se tourner vers des solutions innovantes est celui de la TGAP, Taxe Générale sur les Activités Polluantes qui concerne entre autres les incinérateurs de déchets.

Lorsqu'une installation de traitement thermique de déchets non dangereux est certifiée conforme à la norme ISO 50001, le tarif de la TGAP par tonne est de 22€. Lorsqu'une même installation a un rendement énergétique supérieur ou égal à 0,70 et réalise une valorisation énergétique des résidus à haut pouvoir calorifique, ce taux tombe à 7€ par tonne. Ainsi, ce rabais de taxe incite les installations à se tourner vers des mécanismes de valorisation énergétique, ce qui a bénéficié à des entreprises comme Enertime, spécialiste de valorisation de chaleur fatale, qui a installé des modules ORC dans des incinérateurs qui cherchaient, entre autres, à avoir de meilleurs rendements

énergétiques. Cette mesure est un exemple concret de décision mise en place par l'Etat, soit réglementaire soit incitative, qui incite des industriels à étudier des solutions industrielles innovantes, qui devrait être généralisée à d'autres secteurs.

"Les réglementations contraignantes ont fait bouger les lignes dans le bon sens, mais pour être réellement efficaces, elles doivent être appliquées de façon universelle, devenir des leviers stratégiques de performances dans la compétition internationale."

Philippe Loiseau, cofondateur et président de PackGy

"Le politique est très important pour faire bouger les choses. Par exemple, on pourrait mettre dans les contrats une obligation d'intégrer 2 ou 3 technologies Cleantech."

Jules Besnaiou, fondateur de Cleantech for France & Cleantech for Europe

b. Mettre sur pied une politique de commande publique dans les secteurs pertinents

La structure actuelle du marché du secteur énergétique en France comporte le risque de stériliser l'innovation. Attendre que les technologies émergentes créent leurs propres marchés peut potentiellement être contre-productif, compte-tenu des enjeux entourant ces technologies. Pour éviter cette situation, il serait avisé de créer des marchés avant même d'allouer des financements.

La mise sur pied d'une politique de commande publique, où l'Etat passerait des contrats avec TPE-PME industrielles innovantes stratégiques, permettrait de faire grandir des fleurons industriels français dans la Cleantech. Cela permettrait également à l'Etat d'atteindre des objectifs de décarbonation rapidement, avec la massification de technologies Cleantech dans divers secteurs.

Le cas des Zones Non Interconnectées

On doit en particulier parler des ZNI (Zones non interconnectées) qui est une spécificité française. Les ZNI sont des zones essentiellement composées des territoires d'Outre-Mer, qui ne sont pas reliées au réseau d'électricité continental. Conséquence de cet isolement géographique: la production d'électricité coûte très cher, 326 €/MWh en moyenne en 2022 (CRE) et est fortement subventionnée, selon le principe de péréquation tarifaire. Un autre aspect à prendre en compte pour ces ZNI est que leur mix électrique est très majoritairement fossile et donc bien plus carboné que le mix présent sur le réseau hexagonal. A titre d'exemple, le mix électrique guadeloupéen est à 71% issu de sources fossiles, le mix réunionnais 62%. La part des sources fossiles atteint même 93% à Mayotte ou encore 100% à Saint-Pierre-et-Miquelon.

Ces ZNI pourraient être des territoires pionniers pour faire décoller des nouvelles technologies de production, de stockage et d'efficacité énergétique électrique qui pourraient ainsi devenir compétitives grâce à un réel effet d'échelle. L'avantage serait double: permettre de réduire les coûts de production électrique sur ces territoires et donc réduire les subventions nécessaires pour respecter le principe de péréquation tarifaire mais également réduire massivement les émissions de CO2 liées à la production électrique en ZNI.

Une politique de commande publique dédiée pourrait s'avérer particulièrement pertinente et bénéfique pour les ZNI, car ces territoires présentent un potentiel unique pour initier des filières industrielles innovantes. En mettant ces zones au cœur des politiques de transition écologique et énergétique, on pourrait non seulement soutenir leur développement durable, mais aussi en faire des moteurs de changement dans l'industrialisation des technologies vertes. Les représentants de l'État dans ces zones sont déjà très engagés sur ces sujets, et il serait stratégique de capitaliser sur cet engagement pour maximiser les retombées positives.

"Il faut que l'Etat fasse mieux en terme d'ouverture de marché. La commande publique est essentielle à cela."

Gilles David, PDG d'Enertime

Il convient de préciser que cette recommandation ne peut s'appliquer à l'ensemble des entreprises industrielles Cleantech qui, pour beaucoup d'entre elles, se destinent essentiellement vers le secteur privé. Certains secteurs, comme celui des incinérateurs de déchets, sont à la fois en interaction avec le privé et le public. Néanmoins - et cela rejoint et approfondit la recommandation d'un Etat stratège - cela permettrait à certaines Cleantech de croître et se développer bien plus rapidement.

"L'idée de la commande publique n'est pas mauvaise: elle pourrait sécuriser la situation des PME en passant par des appels d'offres, évitant ainsi que les grands groupes ne leur laissent que des miettes."

Entrepreneur, fondateur et dirigeant d'un groupe spécialisé, ainsi qu'investisseur et conseiller dans plusieurs sociétés

c. Mettre en place des Appels à Projets neutres en choix technologiques

Une autre solution que l'Etat pourrait mettre en place est celle d'une mise en place d'Appels à Projets qui ne favorisent pas une technologie par rapport à une autre. Certaines technologies de niche ou profondément novatrices se retrouvent dans les "angles morts" d'Appels à Projets et ne sont pas considérées comme étant éligibles à certains d'entre eux.

Actuellement, les Appels à Projets couvrent essentiellement des marchés cibles, tels que des Appels à Projets *Batteries* menés par Bpifrance, qui pourraient ainsi se décliner en Appel à Projet *solutions de stockage*, permettant une plus libre interprétation des technologies éligibles et ouvrant davantage la voie à des technologies industrielles innovantes développées par des entreprises Cleantech.

"Une bonne solution pour créer des appels d'air ou des marchés et susciter de nouvelles technologies serait de créer des Appels à Projets dotés de suffisamment d'argent et neutres en technologies."

Gilles David, PDG d'Enertime

Pour atteindre nos objectifs de décarbonation, il est impératif que les modèles de financement en France garantissent la neutralité technologique du secteur des Cleantech. Cela signifie soutenir une diversité de solutions innovantes sans favoriser un type de technologie spécifique, afin de maximiser les chances de succès dans la transition vers une économie décarbonée.

Un exemple sur lequel pourraient s'inspirer les pouvoirs publics français est celui des appels à projets dans le cadre du programme Horizon Europe, qui est le principal programme de l'Union européenne centré autour de la recherche et de l'innovation, doté de 95,5 milliards d'euros sur 7 ans (budget septennal 2021-2027).

Dans le cadre de ce programme, des appels à projets sur les thématiques climat, énergie et décarbonation industrielle sont des piliers majeurs et les Appels à Projets constitués sont très ouverts sur les technologies éligibles. Les propositions faites sont en effet généralement soumises à des critères d'impact, de qualité et non pas bornés en fonction de telle ou telle technologie. Si les appels à projets comportent des orientations claires dépendant de la stratégie européenne, les approches et diversités de technologies éligibles sont larges et ne favorisent pas de technologies en particulier. Les pouvoirs publics nationaux pourraient ainsi s'inspirer de ce qui est fait à l'échelle européenne -ce qui a permis à des Cleantech comme Enertime de bénéficier de fonds pour des projets R&D- tout en prenant compte des critiques adressées au système d'aides européen, jugé chronophage et très complexe par de nombreuses personnes interrogées au cours de cette étude.

3) Le renforcement et développement de partenariats entre les grands groupes et les TPE-PME industrielles innovantes

Si des partenariats entre grands groupes et start-ups et PME industrielles existent, les entretiens individuels ont soulevé de nombreux problèmes dans les relations entre les start-ups Cleantech et les grands groupes, notamment dans l'énergie.

a. Oeuvrer pour des partenariats à l'export entre grands groupes et PME industrielles

Une des difficultés souvent mise en avant par les acteurs de la Cleantech est celle des barrières d'accès aux marchés internationaux pour les petites entreprises innovantes. En effet, celles-ci n'ont ni les carnets d'adresse, ni les moyens financiers pour développer des activités à l'export alors même que certains marchés sont extrêmement prometteurs pour les entreprises françaises. Par exemple, dans le domaine de la valorisation de chaleur fatale, des pays tels que la Chine ou les Philippines sont quelques uns des exemples de marchés à haut potentiel pour les entreprises françaises, dont l'accès ne se fait pas sans embûches.

Une solution qui pourrait être mise sur la table est le soutien des grands groupes à destination des PME qui voudraient se déployer dans des pays dans lesquels ils sont déjà solidement implantés. Ceux-ci pourraient ainsi "chapeauter" l'installation des petites entreprises à l'étranger, les mettre en relation avec des investisseurs et acheteurs potentiels, et travailler en tandem pour des installations communes à l'international.

Cette mesure comporterait plusieurs avantages: cultiver une relation de travail stable et pérenne entre les grands groupes et les PME industrielles en dehors du territoire hexagonal, asseoir la légitimité de plus petites entreprises qui seraient soutenues par des grands groupes, et ouvrir des marchés à l'export pour les petites pousses de la Cleantech.

"Concernant le déploiement à l'international, celui-ci pourrait être accéléré par des grands groupes qui pourraient inclure des startups innovantes dans leurs périmètres et les aider à s'implanter à l'international. Les PME arriveraient avec la crédibilité d'un grand groupe, ce qui serait un atout en plus pour un accès plus rapide aux marchés internationaux."

Alexis Reymond, ingénieur d'affaires chez Entent

b. Le conditionnement du Crédit Impôt Recherche pour inciter les grandes entreprises à collaborer de manière renforcée avec les PME

Actuellement, le Crédit Impôt Recherche est accordé en fonction des dépenses de recherche et développement réalisées par une entreprise, sans obligation de collaboration avec d'autres entreprises. En 2021, 28 800 sociétés ont déclaré 25,6

milliards de dépenses éligibles à ce Crédit, ce qui a généré un Crédit d'Impôt de 7,25 milliards d'euros.

Un tel volume et une telle puissance d'un instrument de finances publiques pourrait être employé afin de favoriser l'émergence d'une nouvelle génération de Cleantech, en phase de R&D, et impulser une nouvelle dynamique de travail entre grandes et petites entreprises industrielles. Ainsi, une recommandation éventuelle pourrait être de modifier les critères d'éligibilité du CIR tels qu'ils sont définis dans le Code Général des Impôts, et conditionner l'accès des grandes entreprises au CIR à une collaboration avec des TPE-PME innovantes en matière de R&D. Cela serait une mesure concrète permettant mécaniquement d'augmenter drastiquement le nombre de collaborations entre grands groupes et petites entreprises, en plus de créer des emplois et stimuler le secteur de la recherche en France.

Cette mesure, si mise en place, devra s'accompagner du développement d'un mécanisme de suivi et de contrôle de ces collaborations avec un établissement de critères précis et prédéfinis pour s'assurer de l'effectivité d'une telle mesure.

4) Mettre en place des mécanismes assurantiels afin de favoriser les investissements privés dans les start-ups industrielles

Autre obstacle au développement des Cleantech: la nature même des projets. Comme analysé précédemment, ceux-ci sont souvent intensifs en dépenses de capitaux et beaucoup nécessitent des investissements non-négligeables de la part de clients potentiels. Ces craintes, couplées à des retours sur investissement traditionnellement plus longs dans le secteur des Cleantech, crée un climat de réticence à installer des machines conçues par des petites sociétés, parfois sans références, avec peu de trésorerie, et dont la maturité technologique n'est pas toujours complètement certaine. Cela constitue une barrière assez importante pour des petites entreprises dans le secteur, qui ont souvent du mal à installer leurs machines auprès de leurs clients. Ainsi, plusieurs mesures peuvent être imaginées pour rassurer les acheteurs potentiels et favoriser la consolidation du marché des Cleantech.

"Peu de clients veulent être les premiers à "essayer les plâtres" avec les PME Cleantech qui sont encore au stade de développement de leurs machines. Il serait intéressant de mettre en place un mécanisme pour rassurer les acheteurs potentiels contre le risque de perturbation du process industriel du client. "

Frédéric Thevenod, Directeur du Business Développement chez Hevatech

Plusieurs propositions sont mises sur la table par des acteurs du secteur, comme celle de s'inspirer de ce que peut proposer la BPI à l'international avec une assurance prospection. Ce mécanisme assurantiel permet de rassurer les clients potentiels, et peut être décliné de diverses manières en France avant de dépasser les craintes initiales de collaboration avec une petite entreprise.

En plus d'une assurance prospection, une assurance perte d'exploitation ou une assurance tout risque pour le client qui couvrirait des projets novateurs Cleantech seraient des mesures pouvant permettre d'avoir un climat de marché plus serein, moins paralysé et davantage favorable à l'ouverture vers des installations innovantes.

L'exemple du grand groupe métallurgiste français a été avancé par Frédéric Thevenod, Directeur du Business Développement chez Hevatech. Celui-ci avance le fait qu'ils installent une machine proposée par la société, cela nécessite l'arrêt de l'usine pendant une semaine et conséquemment des pertes de l'ordre de plusieurs millions d'euros. Ainsi, il y a des réticences claires à travailler avec des PME Cleantech, et émergent donc des difficultés d'ordre opérationnel. Ces solutions peuvent permettre de pallier en partie à ces problématiques.

III. Pousser en faveur d'un grand plan d'investissement Cleantech à l'échelle européenne

Si nous avons abordé uniquement les problématiques de financements et de marché des Cleantech sous un prisme français, il est nécessaire de ne pas faire fi de l'échelle européenne, essentielle pour le développement d'une industrie robuste sur le territoire français. Comme le précise Ann Mettler, Vice-Président de Breakthrough Energy, : *"L'Europe risque de perdre la course des Cleantech. Elle a besoin de toute urgence d'un plan d'investissement dans les technologies propres pour transformer son avantage en matière d'innovation en leadership industriel."* (propos traduits et recueillis du rapport *Cleantech for Europe 2024*)

Ainsi, en plus de recommandations à destination d'acteurs étatiques et privés français, il convient de prendre en compte les possibilités d'actions européennes pour venir en aide aux Cleantech françaises.

1) Allouer une part des revenus du système européen SEQE-UE pour augmenter volume de financements auxquels peuvent prétendre les TPE-PME Cleantech

En 2023, les Etats membres de l'Union européenne ont généré 33 milliards d'euros à partir des enchères du SEQE-UE, le système d'échange de quotas d'émission de l'Union européenne (Data EEA). Une partie de ces revenus est allouée aux fonds d'innovation et de modernisation européen, qui a pour objectif d'intensifier les transition technologiques et durables sur le Vieux Continent.

Cette manne financière, qui n'est pas négligeable et déjà fléchée en partie vers des fonds visant à stimuler l'innovation pourrait être fléchée plus spécifiquement vers le secteur des Cleantech.

"Les Investisseurs en Venture Capital ne veulent pas investir dans les Cleantech: faibles retours sur investissements, habitudes, entreprises trop petites... Une inspiration peut venir du Japon qui vient de faire un emprunt sur ses revenus de son système national d'échange de quotas d'émission pour faire des investissements Cleantech."

Jules Besnaiou, fondateur de Cleantech for France & Cleantech for Europe

Le Rapport *"A Cleantech Investment Plan for European Competitiveness"* publié par Cleantech for Europe recommande que les Etats-Membres investissent 25% de leurs revenus SEQE-UE (ou ETS en anglais) dans la production Cleantech. Le nouvellement-élu Député européen et ancien directeur UE du Institute 4 Climate Economics (I4CE) Thomas Pellerin-Carlin détaille comment cette mesure pourrait s'appliquer concrètement : *"L'UE peut trouver un moyen d'anticiper l'investissement, par exemple en empruntant sur les futures recettes du système d'échange de quotas d'émission. En bref : utiliser la dette pour augmenter la taille de la carotte (plan d'investissement dans les technologies propres), et utiliser l'argent généré par le bâton (ETS) pour rembourser cette dette."*

Ainsi, cela permettrait d'augmenter massivement les volumes de financements à destination du marché des Cleantech et de mener à terme des politiques ambitieuses en matière d'innovation et de souveraineté industrielle.

2) Développer l'investissement des fonds de pension européens dans le venture et capital-croissance

Une autre mesure pouvant être mise en place au niveau européen est celle d'un fléchage d'une partie des fonds de pension européens vers l'investissement en VC en capital-croissance. Cette pratique existe déjà au sein de l'Union européenne mais à faible ampleur, avec 0,018% des assets des fonds de pensions investis dans les fonds d'investissement (State of European Tech 2021) contrairement aux fonds de pension états-unis qui investissent 1,9% de leurs assets dans ce secteur.

"Le péché originel est l'absence de fonds de pension, ce qui limite le financement."

Gilles David, PDG d'Enertime

La différence est majeure et constitue une grande faiblesse de l'Union européenne vis-à-vis des Etats-Unis, qui pourrait être corrigée en révisant les règles prudentielles de la zone euro (Cleantech for Europe).

Conclusion

Une vision à revoir pour le financement des PME Cleantech

En matière de financement, le premier réflexe est de penser que les PME de la Cleantech bénéficient aujourd'hui des « green roaring years » (EY), notamment grâce aux montants records des levées de fonds. Cependant, il est essentiel de regarder au-delà des chiffres initiaux. Si les investissements dans la Cleantech ont effectivement augmenté ces dernières années, cela masque une confusion profonde entre les financements alloués aux actifs et ceux dirigés vers les technologies industrielles innovantes à forte valeur ajoutée. Le développement des actifs (assets) ne suffira pas à atteindre les objectifs de réindustrialisation de la France. Il est crucial que les technologies à dominante industrielle bénéficient également de ces financements croissants.

Le modèle actuel appliqué au financement de la Cleantech industrielle, ou hardware, est inadapté. En effet, il ne prend pas en compte la complexité du secteur. Comparé à la Cleantech software et au secteur numérique, l'accès au marché pour les technologies industrielles est considérablement plus limité. Le secteur numérique, avec ses faibles investissements en CAPEX et sa culture B2C, attire les investisseurs privés. En revanche, la Cleantech industrielle, en raison de ses retours sur investissements faibles et à long terme, reste un secteur peu attrayant pour les investisseurs en capital-risque. L'absence de success stories dans ce domaine n'encourage pas davantage ces derniers. Dès lors, il est impératif de remettre en question la politique de financement "one size fits all", qui ne tient pas compte des spécificités de la Cleantech industrielle.

Le marché, un obstacle majeur à surmonter

Au-delà des enjeux de financement, un problème de marché sous-jacent empêche les PME Cleantech de se développer. En effet, l'accès au marché est extrêmement complexe en raison de la structure quasi-monopolistique du secteur de l'énergie, dominé par de grands groupes puissants qui créent des barrières à l'entrée pour les nouveaux acteurs. Ces grands groupes, alimentés par un capitalisme de rente, bénéficient de modèles économiques stables, ce qui freine l'innovation continue et l'émergence des startups.

Les PME de la Cleantech, en revanche, se positionnent sur des marchés de niche où l'innovation de rupture et deeptech est essentielle. Cependant, elles se retrouvent souvent confinées à une innovation marginale, car les grands groupes, se concentrant sur l'amélioration des produits existants, ne soutiennent pas suffisamment cette recherche radicale. Si la France souhaite réellement devenir un leader de l'innovation verte, il est nécessaire de créer un écosystème favorable qui inclut toutes les parties prenantes, des PME aux grands groupes.

Créer des marchés avant de financer : une approche nécessaire

Les recommandations de cette étude soulignent qu'avant même de renforcer les financements, il faut prioritairement résoudre les défaillances du marché. Une des priorités doit être de rétablir un équilibre de forces sur le marché des Cleantech. Pour

cela, l'État doit définir une feuille de route claire pour chaque filière Cleantech, qui englobe l'ensemble des technologies nécessaires à la décarbonation, sans exclusion. Cette vision, clairement exprimée et soutenue, servira de guide pour les acteurs financiers et créera un cadre propice à l'augmentation des investissements.

En parallèle, les pouvoirs publics doivent adopter des réglementations contraignantes pour favoriser l'émergence de TPE-PME industrielles innovantes. La collaboration entre grands groupes et PME doit être renforcée, et l'État doit imposer des engagements concrets pour encourager cette collaboration. Par exemple, l'accès au crédit d'impôt recherche pourrait être conditionné à la participation des grands groupes dans la recherche et développement avec les PME.

De plus, pour éviter que les PME ne soient marginalisées par les grands acteurs, une politique de commande publique pourrait être mise en place, où les appels d'offres seraient conditionnés à l'utilisation de technologies développées par les PME Cleantech. Ces appels d'offres devraient être technologiquement neutres, de manière à permettre à toutes les solutions d'avoir une chance égale, sans privilégier une technologie en particulier.

Optimiser les financements et intégrer une dimension européenne

Parallèlement à ces réformes du marché, il est essentiel d'améliorer l'accès au financement. La création d'un guichet unique pour les aides publiques et d'un fonds industriel dédié aux PME, en particulier celles nécessitant des financements intermédiaires entre l'amorçage et la série A, permettrait de combler les lacunes actuelles du système. De plus, une mobilisation plus forte de la dimension européenne pourrait apporter un soutien crucial, notamment en allouant une part des revenus du Système européen de quotas d'émission à la Cleantech industrielle, ce qui augmenterait le volume des financements disponibles.

Une meilleure orientation des fonds de pension vers les sociétés de capital-risque pourrait également pallier le manque de ressources financières disponibles. Cela offrirait aux sociétés de capital-risque plus de moyens pour prendre des risques, en particulier dans des secteurs comme la Cleantech industrielle, où les investissements sont souvent perçus comme incertains et à long terme.

Vers une transformation complète de l'écosystème Cleantech

En conclusion, pour que la Cleantech industrielle se développe durablement en France, il est impératif d'adopter une approche intégrée, combinant à la fois la création de marchés et une révision des mécanismes de financement. L'État doit jouer un rôle central en définissant une stratégie claire, tout en créant des incitations et des régulations adaptées pour encourager l'innovation et la collaboration. Il est urgent de remédier aux défaillances du marché et de renforcer l'accès au financement pour que les PME de la Cleantech industrielle puissent véritablement jouer leur rôle dans la réindustrialisation et la décarbonation de la France.

Bibliographie

Atomico. "State of European Tech." December 2021

<https://stateofeuropeantech.com/>

Banque Européenne d'Investissement. "Estonie : #InvestEU : des supercondensateurs en graphène alimentés par un financement BEI de 15 millions d'EUR." 10/02/2017

[Estonie : #InvestEU : des supercondensateurs en graphène alimentés par un financement BEI de 15 millions d'EUR \(eib.org\)](#)

Banque Publique d'Investissement. 2023. *C'est quoi la cleantech?*

<https://bigmedia.bpifrance.fr/news/cest-quoi-la-cleantech>

Bpifrance. "Assurance Prospection."

<https://www.bpifrance.fr/catalogue-offres/assurance-prospection>

Bpifrance. "Investissement." [Investissement | Bpifrance](#)

Banque Publique d'Investissement. 2024. *Observatoire des startups PME et ETI industrielles innovantes.*

<https://presse.bpifrance.fr/bpifrance-publie-la-deuxieme-edition-de-son-observatoire-des-startups-pme-et-eti-industrielles-innovantes-francaises-et-confirme-une-dynamique-a-la-hausse-en-2023/>

Besnainou, Jules., Beucler, Trisan. 2023. Réussir le passage à l'échelle des cleantech en France. Cleantech For France. <https://www.cleantechforfrance.com/publications>

Besnainou, Jules., Karagiann, Sofia. 2024. *A Cleantech Investment Plan for European Competitiveness.* Cleantech For Europe.

<https://www.cleantechforeurope.com/cleantech-investment-plan>

Big Média - Bpifrance. "C'est quoi la cleantech?". 22/09/2023

[C'est quoi la cleantech ? \(bpifrance.fr\)](#)

Commission Européenne. 2023. *Net Zero Industry Act.*

https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/green-deal-industrial-plan/net-zero-industry-act_en

Commission européenne. "Taxonomie verte: mode d'emploi." 13/01/2022.

[Taxonomie verte : mode d'emploi ! - Commission européenne \(europa.eu\)](#)

Commission de Régulation de l'Energie. "Transition énergétique dans les ZNI." Page mise à jour le 29/04/2024.

[https://www.cre.fr/electricite/transition-energetique-dans-les-zni.html#:~:text=Des%20co%C3%BBts%20de%20production%20%C3%A9lev%C3%A9s&text=Elles%20justifient%20de%20recourir%20%C3%A0,%E2%82%AC%2FMWh%20en%202021\).](https://www.cre.fr/electricite/transition-energetique-dans-les-zni.html#:~:text=Des%20co%C3%BBts%20de%20production%20%C3%A9lev%C3%A9s&text=Elles%20justifient%20de%20recourir%20%C3%A0,%E2%82%AC%2FMWh%20en%202021).)

Direction de l'information légale et administrative (Premier ministre), Ministère chargé des finances. "Taxe générale sur les activités polluantes (TGAP)." Avril 2024.

<https://entreprendre.service-public.fr/vosdroits/F23497#:~:text=L'acompte%20pour%20la%20TGAP,donec%20%C3%A0%20444%2C96%20%E2%82%AC>.

Economist Impact. 2023. *Climate tech: bridging the gap between innovation and impact*. <https://impact.economist.com/sustainability/net-zero-and-energy/climate-tech-bridging-the-gap-between-innovation-and-impact>

L'Europe s'engage en France. "Fonds européen de développement régional." 2021-2027. [Fonds européen de développement régional | L'Europe s'engage en France, le portail des Fonds européens \(europe-en-france.gouv.fr\)](https://europe-en-france.gouv.fr)

Euronext. Introduction en bourse de Enertime. 07/07/2026. [Introduction en bourse de Enertime | euronext.com](https://www.euronext.com/fr/fr/actualites/actualites/2026/07/07/introduction-en-bourse-de-enertime)

European Environment Agency. "EU Emissions Trading System (ETS) data viewer." 10/05/2024. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/emissions-trading-viewer-1>

EY. 2022. *Baromètre Cleantech de la Commission Transition Écologique (Bilan annuel 2022 et S2 2022)*. [PDF Baromètre Cleantech - Ey](#)

FLEURY Anais. "Cleantech : quelles innovations pour la transition énergétique ?" Carbo, māj en mars 2023. [Cleantech : quelles innovations pour la transition énergétique ? \(hellocarbo.com\)](https://www.hellocarbo.com/)

France Invest, GreenUnivers, EY. "Baromètre des levées de fonds Cleantech en France - 10 ans." Décembre 2021. [Barometre-10-ans-Cleantech-final.pdf \(franceinvest.eu\)](https://franceinvest.eu/publications/barometre-10-ans-cleantech-final.pdf)

Gaddy, B. E., Sivaram, V., Jones, T. B., & Wayman, L. (2016). Venture capital and cleantech : The wrong model for energy innovation. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2788919>

GreenUnivers. "Comment transformer les innovations cleantech en marchés ?" 31/03/2017. <https://www.greenunivers.com/2017/03/comment-transformer-les-innovations-cleantech-en-marches-compte-rendu-160438/>

Hydrogen Today. "Sylfen en redressement judiciaire." 17/05/2024 [Sylfen en redressement judiciaire - H2Today \(hydrogentoday.info\)](https://hydrogentoday.info/)

LANDI Jacopo. "Les cleantech lèvent plus de 5 Mds€ en 2023." GreenUnivers, 4/03/2024. [Les cleantech lèvent plus de 5 Mds€ en 2023 - GreenUnivers](https://www.greenunivers.com/2024/03/les-cleantech-levent-plus-de-5-mds-e-en-2023/)

LESAFFRE Clément, SASPORTAS Thomas. "La start-up française Verkor lève plus de 2 milliards d'euros pour ses batteries électriques." BFM TV, 14/09/2023. [La start-up française Verkor lève plus de 2 milliards d'euros pour ses batteries électriques \(bfmtv.com\)](https://www.bfmtv.com/actualites/la-start-up-francaise-verkor-leve-plus-de-2-milliards-d-euros-pour-ses-batteries-electriques/)

Ministère de l'Economie. 2023. *France 2030: Un plan d'investissement pour la France*.
<https://www.economie.gouv.fr/france-2030>

Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. "EIC - Le Conseil européen de l'innovation." 27/12/2023

[Le Conseil européen de l'innovation | Horizon-europe.gouv.fr](https://www.horizon-europe.gouv.fr/horizon-europe-c-est-quoi-24104)

Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. "Horizon Europe, c'est quoi ?" 9/12/2020.

<https://www.horizon-europe.gouv.fr/horizon-europe-c-est-quoi-24104>

Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. "Le crédit d'impôt recherche, dispositif de soutien à la R&D des entreprises." Juin 2023.

https://publication.enseignementsup-recherche.gouv.fr/eesr/FR/T268/le_credit_d_impot_recherche_dispositif_de_soutien_a_la_r_d_des_entreprises/

Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. "Fiche pratique innovation - Les sociétés d'accélération du transfert de technologies (SATT)." 01/03/2017.

[Les sociétés d'accélération du transfert de technologies \(SATT\) | enseignementsup-recherche.gouv.fr](https://publication.enseignementsup-recherche.gouv.fr/eesr/FR/T268/le_credit_d_impot_recherche_dispositif_de_soutien_a_la_r_d_des_entreprises/)

République Française. "Aides Territoires - Réalisez vos projets."

[Aides Territoires \(beta.gouv.fr\)](https://www.aides-territoires.beta.gouv.fr/)

SCHWARZ Kelly. "Fiche thématique - FEDER." Europarl - Parlement européen, Avril 2024.

[Fonds européen de développement régional \(FEDER\) | Fiches thématiques sur l'Union européenne | Parlement européen \(europa.eu\)](https://www.europa.europa.eu/fr/parlement-europeen/fiches-thematiques-sur-lunion-europeenne/)

SHAKEEL Shah Rukh, JUSZCZYK Oskar. "The Role of Venture Capital in the Commercialization of Cleantech Companies." December 2019

[\(PDF\) The Role of Venture Capital in the Commercialization of Cleantech Companies \(researchgate.net\)](https://www.researchgate.net/publication/348111111)

SHAKEEL Shah Rukh. "Cleantech: Prospects and Challenges." Août 2021.

[\(PDF\) Cleantech: Prospects and Challenges \(researchgate.net\)](https://www.researchgate.net/publication/348111111)

TRINIAC Manon. "Que font les fonds? Le portrait de Demeter IM". Maddyness, 27/11/2023.

[Que Font Les Fonds ? Le portrait de Demeter IM \(maddyness.com\)](https://www.maddyness.com/fr/que-font-les-fonds-le-portrait-de-demeter-im/)

Wong, Camille. 2024. *Start-up climatiques : les fonds de capital-risque font le grand saut dans le « hardware »*. Les Echos.

<https://www.lesechos.fr/start-up/impact/start-up-climatiques-les-fonds-de-capital-risque-font-le-grand-saut-dans-le-hardware-2083501>

Annexe

Panorama des sociétés de France Cleantech Industries

AIRTHIUM - Une pompe à chaleur pour décarboner l'industrie

Airthium fournit des solutions complètes de chauffage industriel propre, permettant à ses clients d'atteindre leurs objectifs de décarbonation et leurs engagements ESG de manière économique. L'entreprise exploite les capacités de sa **pompe à chaleur haute température**, conçue pour faciliter une décarbonation rentable dans le secteur du chauffage industriel, notamment dans la plage de 160°C à 550°C.

ANANKÉ - KEOS & IONEX: les modules de cogénération dédiés à la valorisation de chaleur fatale haute température qui transforment les rejets thermiques en air comprimé, électricité et chaleur utile pour l'industrie.

ANANKÉ est **intégrateur et équipementier de solutions de valorisation de chaleur fatale**. Elle accélère la transformation énergétique des industries en déployant les technologies figurant parmi les meilleures du marché. En parallèle de son expertise d'intégrateur, ANANKÉ a mis au point sa propre **technologie de valorisation de chaleur fatale** dédiée à la valorisation de rejets thermiques haute température (à partir de 450°C). Cette technologie brevetée est abritée au cœur d'un module de cogénération baptisée KEOS (air comprimé + chaleur utile) ou IONEX (électricité + chaleur utile).

CIXTEN - développe une machine thermique modulaire recyclant la chaleur fatale dès 60°C

A partir de sources de chaleur perdues et du CO₂, la technologie de CIXTEN, permet la **production d'électricité ou d'air comprimé**. La part de chaleur résiduelle non convertie peut également être valorisée dans un réseau de chaleur.

L'énergie utile est générée via un cycle thermodynamique piloté exploitant le CO₂ sous pression en circuit fermé.

ENERTIME - déploie ses technologies ORC, des pompes à chaleur haute température, et des turbines à gaz afin de valoriser et de transformer la chaleur fatale en énergie utile.

Enertime est spécialiste de la **valorisation d'énergie fatale dans l'industrie**. La société met au point pour cela des **machines thermodynamiques** de forte puissance comme les cycles organiques de Rankine (ORC), pompes à chaleur industrielles (PAC) et turbines de détente de gaz naturel (turboexpanders).

REFORMULER SUITE LIQUIDATION

ENTENT - LE PULSE, la technologie qui valorise la chaleur fatale à des bas niveaux de températures dans l'industries comme dans les datacenter dès 60°C

Entent a mis au point une innovation brevetée dans le domaine de la production d'électricité, nommée 'Le Pulse'. Cette technologie est conçue pour **transformer efficacement les sources de chaleur de basse température**, allant de 60°C à 150°C, **en électricité utilisable**.

TERRAO - Un échangeur révolutionnaire de chaleur et de matière qui agit contre la pollution de l'air liée aux activités industrielles et humaines

Grâce à un échange direct par brassage de l'air ou des fumées avec de l'eau, TERRAO® assure un transfert quasi parfait des calories et de la matière entre les deux fluides. Ce brassage conduit au lavage de l'air ou des fumées et à la récupération de leur chaleur latente et sensible. La régénération de l'eau permet d'en extraire ensuite la pollution.

SARUS - Intégrer des solutions durables pour la transition des réseaux gaziers

Le système développé par SARUS permet **la production de travail, de froid et d'électricité à partir de l'énergie de pression**. Cela peut être aussi complexe que la transformation d'un gaz en liquide ou aussi simple que de permettre un changement de pression.

PACKGY - Le Piston Hydro-CO₂ qui double l'efficacité énergétique des machines pour la production ou valorisation de chaud et de froid industriel

Les solutions PackGy s'adressent à un large public, notamment les bâtiments tertiaires, les bâtiments industriels, les collectivités locales et les particuliers. Elles peuvent être utilisées pour améliorer l'efficacité énergétique des systèmes de climatisation, de chauffage, de production d'eau chaude sanitaire ou de réfrigération.

STOLECT - développe une technologie innovante de stockage d'électricité à grande échelle par conversion thermique, appelée batterie Carnot

Cette technologie permet de construire des réseaux 100% renouvelables en convertissant l'électricité renouvelable variable en électricité pilotable.

HEVATECH - La technologie Turbosol (de 30kW à 100kW) qui permet de valoriser la chaleur fatale et de la convertir en électricité et chaleur pour les réseaux urbains

*Hevatech développe et fabrique des technologies de **récupération de la chaleur perdue**. Le produit phare de l'entreprise est le module TURBOSOL, qui permet de convertir la chaleur perdue en électricité. Les technologies d'Hevatech sont utilisées dans une variété d'applications, y compris les processus industriels, la production d'électricité et le chauffage urbain.*

ECO-TECH CERAM - propose des solutions pour la récupération et la valorisation de la chaleur fatale industrielle.

*Eco-Tech Ceram se spécialise dans la **valorisation de la chaleur fatale industrielle**, offrant des solutions pour transformer cette chaleur en électricité et en chauffage. Leur technologie Eco-Stock® permet de récupérer efficacement la chaleur jusqu'à 1000°C, contribuant à l'efficacité énergétique des industries et à la réduction des émissions de CO2.*

EXTRAJOOOL - transforme les chaleurs fatales en électricité propre avec un gain économique.

*Extrajool développe un **module qui génère de l'électricité propre à partir de ces chaleurs rejetées**. La segmentation distinctive du marché d'Extrajool, visant les basses puissances et les températures comprises entre 180 et 500 degrés, ouvre la voie à de nombreuses industries pour exploiter la possibilité de récupérer ces chaleurs perdues.*

EQUIUM - la pompe à chaleur thermoacoustique pour que votre confort thermique soit écologique, économique et d'un usage facile.

*EQUIUM est une startup deep tech nantaise créée en 2017 qui développe, industrialise et commercialise des **pompes à chaleur sans compresseur utilisant la résonance acoustique** comme principe actif : une révolution dans le monde de la thermodynamique. Cette nouvelle génération de pompes à chaleur, 100% française, est destinée à accélérer la décarbonation du confort thermique des bâtiments responsable de 20% des émissions de GES.*