

RAPPORT D'ÉVALUATION DE L'UNITÉ :

DSBT - Département des systèmes
basse température

SOUS TUTELLE DES ÉTABLISSEMENTS ET
ORGANISMES :

Université Grenoble Alpes – UGA,
Commissariat à l'énergie atomique et aux
énergies alternatives – CEA

CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2025-2026
VAGUE A

Rapport publié le 01/07/2026



Au nom du comité d'experts :

Frédéric Topin, président du comité

Pour le Hcéres :

Coralie Chevallier, présidente du Hcéres

En application des articles R. 114-15 et R. 114-10 8° du code de la recherche, les rapports d'évaluation établis par les comités d'experts sont signés par les présidents de ces comités et contresignés par la présidente du Hcéres.

Pour faciliter la lecture du document, les noms employés dans ce rapport pour désigner des fonctions, des métiers ou des responsabilités (expert, chercheur, enseignant-chercheur, professeur, maître de conférences, ingénieur, technicien, directeur, doctorant, etc.) le sont au sens générique et ont une valeur neutre.

Ce rapport est le résultat de l'évaluation du comité d'experts dont la composition est précisée ci-dessous. Les appréciations qu'il contient sont l'expression de la délibération indépendante et collégiale de ce comité. Les données chiffrées de ce rapport sont les données certifiées exactes extraites des fichiers déposés par la tutelle au nom de l'unité.

Cette version du rapport est publique dans les conditions de l'article R. 114-23 du code de la recherche. Des parties considérées comme confidentielles ainsi que les réponses aux points d'attention des tutelles ne figurent pas dans cette version du rapport.

MEMBRES DU COMITÉ D'EXPERTS

Président :

M. Frederic Topin, MCF, Aix-Marseille Université

M. Olivier Andrieu, IR, Centre National de la Recherche Scientifique - CNRS, Paris, (représentant du personnel d'appui à la recherche)

Experts :

M. Stephan Briaudeau, PR, Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris

M. Tristan Cren, DR, CNRS, Paris

M. Emiliano Olivieri, IR, CNRS, Orsay

CONSEILLÈRE SCIENTIFIQUE DU HCÉRES

Mme Laurence Pruvost

REPRÉSENTANTS DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES TUTELLES DE L'UNITÉ DE RECHERCHE

Mme Pascale Bayle Guillemaud, Directrice de l'Institut de Recherche Interdisciplinaire de Grenoble du CEA

M. Philippe Roux, Vice-président Recherche, université de Grenoble

CARACTÉRISATION DE L'UNITÉ

- Nom : Département des systèmes basse température
- Acronyme : DSBT
- Label et numéro : UMR-E-9004
- Nombre d'équipes : quatre
- Composition de l'équipe de direction : M. Raphael Couturier, directeur de l'unité (depuis le 1er avril 2025), M. François Millet, directeur adjoint de l'unité

PANELS SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

ST Sciences et technologies
ST2 Physique

THÉMATIQUES DE L'UNITÉ

Le DSBT est composé de quatre équipes :

- (i) Large Refrigeration and Thermal-Hydraulics laboratory (LRTH)
- (ii) Cryogenics for Fusion (LCF)
- (iii) Cryocoolers and Cryogenics for Space Laboratory (LCCS)
- (IV) Support team (ST)

HISTORIQUE ET LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DE L'UNITÉ

Le Service des Basses Températures (SBT) fut fondé en 1957 et développé par Louis Weil et Albert Lacaze sur le site du CEA Grenoble. À cette époque, l'unité, appelée Physico-Chimie et Basses Températures, avait pour vocation d'accompagner les physiciens du solide en leur fournissant des dispositifs cryogéniques. L'activité s'est progressivement orientée vers la physique des hautes énergies, notamment pour la production de champs magnétiques intenses à l'aide de matériaux supraconducteurs. Dans ce domaine, le SBT a acquis une renommée internationale grâce au développement d'une technologie originale et brevetée de refroidissement par hélium superfluide sous pression qui a été mise en œuvre avec succès dans plusieurs projets (solénoïde 32 T du CNRS, tokamak Tore-SUPRA du CEA, LHC du CERN) et plus récemment adaptée pour le projet Iselt, d'imagerie par résonance magnétique avancée de NeuroSpin.

En 2007, le SBT est devenu une unité de recherche mixte CEA-UGA (UMR-E 9004), puis, en 2019, un département, rebaptisé DSBT (Département des Systèmes Basses Températures). Aujourd'hui, le DSBT fait partie de l'IRIG (Institut de Recherche Interdisciplinaire de Grenoble), lui-même rattaché à la DRF (Direction de la Recherche Fondamentale) du CEA et au département de recherche PEM (Physique, Ingénierie et Matériaux) de l'UGA (université Grenoble Alpes). Le DSBT est hébergé au CEA Grenoble en zone protégée, dans les bâtiments 51, C1, D1 et 10:01 ainsi qu'au C5.

ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE DE L'UNITÉ

Le DSBT est hébergé au sein du CEA de Grenoble dans cinq bâtiments, bureaux et halle technologiques. Il bénéficie de métiers supports mutualisés au sein de l'IRIG qui assurent les supports en sécurité, RH, infrastructures, qualité, valorisation, finances, Informatique et communication.

Au niveau du CEA il existe des actions coordonnées (Programmes transverses, actions «bottom-up», programme «Audace», thèses CFR, comité des trois instituts de la direction de la recherche fondamentale, projets avec la direction des applications militaires, ou programmes «Fusion» et «Soutien au nucléaire») dont bénéficie pleinement le DSBT.

Du côté de l'UGA, le DSBT fait partie du pôle PEM «Physique, Ingénierie, Matériaux». Ses trois enseignants chercheurs y sont rattachés. Le DSBT y dispense des cours, TDs & TP (en automatisme, cryogénie notamment), accueille des stagiaires ainsi que des étudiants en alternance.

Le DSBT bénéficie de structures grenobloises (labex QuantAlps, TEC21, FOCUS, Fed3G), de leurs appels à projets et des liens entre les unités et les personnels qui en découlent. Le DSBT interagit notamment avec des unités qui ont des thématiques semblables comme le LEGI (turbulence, thermique), le 3 SR (mécanique de la glace H2), l'IGE (glace d'eau), le GIPSA (automatisme) ou le LRP (rhéologie).

Par ailleurs le DSBT a de fortes interactions avec le CNRS-Néel et des entreprises locales ou des startups, par exemple Air Liquide (laboratoire commun), Absolut System, Renaissance Fusion ainsi qu'avec d'autres UMR de l'IRIG (RMN-DNP, matériaux pour le refroidissement «magnétique»).

Enfin, l'unité est pleinement investie dans les projets nationaux et internationaux (CNES, NASA, ITER...) et communique auprès de la société civile autour de ses thèmes de recherche au travers d'actions grand-public.

EFFECTIFS DE L'UNITÉ : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2024

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	1
Maitres de conférences et assimilés	2
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Cadre scientifique CEA	29
Personnels d'appui à la recherche	0
Non cadre scientifique CEA	18
Cadre administratif CEA	0
Non cadre administratif CEA	1
Sous-total personnels permanents en activité	51
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	3
Cadre scientifique CEA non permanent	5
Personnels non permanents d'appui à la recherche	2
Non cadre scientifique CEA non permanent	3
Cadre administratif CEA non permanent	0
Non cadre administratif CEA non permanent	0
Post-doctorants	0
Doctorants	2
Sous-total personnels non permanents en activité	15
Total personnels	66

RÉPARTITION DES PERMANENTS DE L'UNITÉ PAR EMPLOYEUR : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2024. LES EMPLOYEURS NON TUTELLES SONT REGROUPÉS SOUS L'INTITULÉ « AUTRES ».

Nom de l'employeur	EC	C	PAR
CEA	0	29	19
UGA	3	0	0
Total personnels	3	29	19

AVIS GLOBAL

Excellence opérationnelle et cohésion humaine

L'examen du dossier d'autoévaluation, corrélé aux observations recueillies lors de la visite des infrastructures, a offert au comité d'experts un panorama précis tant au plan des contenus scientifiques que des conditions d'exercice des activités du DSBT. La visite des divers sites expérimentaux a mis en exergue la qualité remarquable des travaux conduits par l'unité, révélant d'une synergie exemplaire entre l'innovation conceptuelle et la rigueur de l'exécution technique. Cette double compétence assoit la légitimité de l'entité en tant qu'unité de recherche de premier plan.

Au-delà de la performance technique, le comité a unanimement relevé un climat social d'exception. Des jeunes chercheurs et doctorants aux jeunes retraités - ceux-ci restent majoritairement en activité partielle -, des techniciens aux directeurs d'équipes, un sentiment partagé de satisfaction professionnelle et d'adhésion aux missions du département prévaut.

Le souhait manifeste des personnels en CDD d'obtenir des positions définitives et le pôle d'attractivité pour recrutement potentiel que constitue le DSBT illustre de manière emblématique la qualité et le climat.

Bien que le DSBT soit caractérisé par une pluralité de thématiques, il s'en dégage une identité collective forte, concrétisée tant par la mutualisation des ressources que par une collaboration quotidienne fructueuse, que la direction s'attache activement à entretenir.

Rayonnement international et dynamisme technologique

Au cours du dernier quinquennat, le DSBT a consolidé son hégémonie mondiale dans le domaine de la cryogénie. Ce rayonnement s'est illustré par le parachèvement de programmes d'envergure — à l'instar des systèmes cryogéniques pour le Tokamak JT-60SA ou des chaînes thermométriques d'ITER — tout en renforçant ses axes de recherche fondamentaux (cryogénie spatiale, modélisation de systèmes complexes, physique de la turbulence).

Ces succès se manifestent à travers trois indicateurs majeurs :

1. Une production scientifique de haute volée au sein de revues à fort impact.
2. Un engagement soutenu dans la formation par la recherche.
3. La sécurisation de financements pérennes auprès d'organismes prestigieux (ECC, ESA).

La vitalité financière a favorisé le développement de nouveaux projets, tels que l'hydrogène solide pour les accélérateurs ou l'intégration en salle blanche, qui constituent les leviers de sa souveraineté future.

L'unité a su transformer ses innovations en actifs stratégiques (brevets, transferts technologiques et création d'un laboratoire commun avec Air Liquide) bien qu'il faille noter une certaine frilosité du tissu industriels dans la poursuite ou le développement de telles actions.

Enjeux de pérennisation et recommandations stratégiques

Nonobstant son statut d'Unité Mixte de Recherche, l'intégration du DSBT au sein du paysage universitaire de Grenoble-Alpes demeure ténue et perfectible. Une intensification des échanges avec les unités d'enseignement permettrait de transmettre et pérenniser les savoirs acquis au DSBT à une communauté de « Cryogénistes » et représenterait une opportunité de croissance mutuelle encore insuffisamment exploitée.

Par ailleurs, une préoccupation majeure émerge quant à la transmission au sein de l'unité des savoir-faire critiques accumulés et le recours massif aux CDD. Si les objectifs fixés pour la prochaine période quinquennale s'avèrent réalistes, le comité souligne que la maîtrise de la cryogénie repose sur des expertises hautement spécifiques. En conséquence, la consolidation, voire l'accroissement des effectifs permanents, constitue une condition *sine qua non* pour garantir la pérennité de cette expertise unique à l'échelle européenne.

ÉVALUATION DÉTAILLÉE DE L'UNITÉ

A - PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'unité a complètement pris en compte les recommandations du précédent rapport d'évaluation. Le DSBT a continué les actions entreprises sur la précédente période, complétées par des actions spécifiques relatives aux points soulevés.

Un point d'attention avait été soulevé concernant les produits de la recherche et une augmentation des publications a été observée, bien que le total puisse sembler modeste au regard de l'expertise du DSBT, il convient de noter les limites fortes (Propriété industrielle et confidentialité) liées aux thématiques de travail.

En termes d'organisation de la vie de l'unité, la communication interne a été nettement renforcée et les transitions organisationnelle (direction, IRIG...) n'ont pas impacté la très bonne l'ambiance de travail caractéristique de cette unité.

Au niveau de la stratégie de l'unité, la démarche et le projet présentés sont clairs et bien choisis.

Les liens avec l'UGA restent ténus, le turn-over important (CDD de projet en particulier) et la fragmentation des activités («rançon du succès») persiste et interroge sur le maintien des compétences à moyen terme. Néanmoins, au cours de la période les embauches (CDI) ont été supérieurs aux départs dans un contexte contraint permettant d'envisager une meilleure pérennisation des compétences si la tendance se confirme.

B - DOMAINES D'ÉVALUATION

DOMAINE 1 : OBJECTIFS SCIENTIFIQUES, ORGANISATION ET RESSOURCES DE L'UNITÉ

Appréciation sur les objectifs scientifiques, l'organisation et les ressources de l'unité

L'unité présente une structuration scientifique claire et cohérente autour de la thématique «Cryogénie». L'organisation interne favorise les synergies et la transversalité. Cette cohérence contribue à la solidité de son projet scientifique et à sa visibilité. L'absence de difficulté de financement témoigne d'une capacité à mobiliser des ressources -récurrentes ou contractuelles- et, à assurer la continuité des activités de recherche dans de bonnes conditions. Le climat de travail est un point fort majeur : les personnels, toutes catégories confondus, expriment un réel engagement et un plaisir à travailler au DSBT. Ils sont bien intégrés dans les projets scientifiques et dans la vie collective de l'unité qui se distingue par son attractivité, tant en matière de mobilité interne que vis-à-vis du monde industriel. La politique de recrutement, bien que contrainte par un contexte institutionnel exigeant, apparaît cohérente. Les choix opérés sont en adéquation avec la stratégie scientifique et montrent une gestion habile des ressources humaines. L'unité manifeste une vigilance sur les enjeux d'équilibre hommes/femmes et s'inscrit dans une dynamique conforme aux attentes institutionnelles. Dans l'ensemble, l'unité repose sur des bases organisationnelles solides, un environnement humain favorable et une stratégie scientifique bien structurée, lui permettant d'envisager des développements futurs dans de très bonnes conditions.

- 1/ L'unité s'est assigné des objectifs scientifiques pertinents et elle s'organise en conséquence.
- 2/ L'unité dispose de ressources adaptées à ses objectifs scientifiques, à son profil d'activités et à son environnement de recherche et les mobilise.
- 3/ L'unité dispose de locaux, d'équipements et de compétences techniques adaptés à sa politique scientifique et à ses objets de recherche.
- 4/ Les pratiques de l'unité sont conformes aux règles et aux directives définies par ses tutelles en matière de gestion des ressources humaines, de sécurité, d'environnement et de protection des données ainsi que du patrimoine scientifique.

Points forts et possibilités liées au contexte pour les quatre références ci-dessus

L'unité évolue autour d'objectifs scientifiques cohérents, ambitieux et alignés avec des thématiques porteuses et d'avenir ; elle adopte une politique de valorisation en développement, articulée autour de partenariats industriels et de collaborations internationales majeurs. En particulier, le comité remarque une capacité impressionnante à valoriser l'expertise et la technicité, qui se traduit en une activité de dépôt de brevet et un transfert de licence remarquable.

L'organisation interne est bien alignée avec les objectifs scientifiques ; la direction montre une attention particulière concernant les recrutements pour pouvoir garantir le développement de certaines thématiques de recherche en pleine croissance. De plus, grâce à son organisation et ses thématiques scientifiques, elle présente une forte attractivité auprès des personnels du CEA d'autres départements aussi bien que des personnels du monde industriel.

Les moyens financiers sont bien adaptés aux nécessités, ce qui permet de pallier certaines difficultés liées au contexte difficile de politique d'embauche de personnels permanents.

Les infrastructures sont parfaitement adéquates : certaines installations sont uniques au niveau européen, voire mondial. Une partie des locaux est actuellement en cours de rénovation.

Points faibles et risques liés au contexte pour les quatre références ci-dessus

Du fait du fonctionnement sur appel à projets et de son positionnement au plan national et international, le DSBT est parfois sollicité pour postuler sur des projets qui ne sont pas nécessairement alignés avec ses priorités. Cela pourrait potentiellement le mener à s'éloigner de ses propres objectifs.

Les activités sont fortement fractionnées, liées à de multiples contrats avec, en sus, un nombre important de CDD à recruter et à former. Les tâches de management sont assez lourdes et contraignantes. Le recours fréquent à des personnels en CDD, faute de permanents, conduit à un risque quant à la pérennisation des compétences.

Les activités vont être impactées, mais de manière mineure, par les travaux de rénovation en cours.

La quasi-absence de personnels féminins, déjà constatée lors de comités précédents, et inexplicable au regard des efforts menés au DSBT, montre la nécessité d'ouvrir un axe de travail autour de la « féminisation » de la cryogénie.

DOMAINE 2 : LES RÉSULTATS, LE RAYONNEMENT ET L'ATTRACTIVITÉ SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

Appréciation sur les résultats, le rayonnement et l'attractivité scientifiques de l'unité

Le DSBT est impliqué dans de nombreux projets institutionnels et industriels. La production scientifique de l'unité est très satisfaisante et diversifiée avec 28 à 36 publications par an dans 32 journaux du domaine et 60 % des publications en premier/dernier auteurs ou comme « corresponding autor ». Le DSBT possède un ensemble unique de dispositifs expérimentaux de cryogénie et développe un logiciel spécifique de modélisation de la production et distribution cryogénique (SIMCRYOGENICS) utilisé par exemple pour les grands systèmes (JT60, Mirra). Au cours de la dernière décennie, il a accueilli et formé une vingtaine de doctorants

1/ L'unité est reconnue pour ses réalisations scientifiques qui satisfont à des critères de qualité.

2/ Les activités de recherche de l'unité donnent lieu à une production scientifique de qualité.

3/ L'unité participe à l'animation et au pilotage de sa communauté.

4/ La production scientifique de l'unité respecte les principes de l'intégrité scientifique, de l'éthique et de la science ouverte. Elle est conforme aux directives applicables dans ce domaine.

Points forts et possibilités liées au contexte pour les quatre références ci-dessus

L'unité est reconnue internationalement pour la qualité de ses réalisations scientifiques. Elle est, de ce fait, très sollicitée pour participer à des projets de recherche (CNES, NASA-JPL, JAXA, ITER, JT60SA, CERN). Ces sollicitations dépassent même sa capacité actuelle.

Le DSBT a organisé la conférence CRYO-OBS conférence de spécialité qui a rassemblé l'intégralité de la communauté « cryogénie » et participe régulièrement aux actions de sociétés savantes.

L'unité a de nombreuses responsabilités dans des comités (International Cryogenic Engineering Conference, Association Française du Froid, Cryogenics Society of Europe).

Points faibles et risques liés au contexte pour les quatre références ci-dessus

Le nombre de publication d'articles techniques est inférieur au potentiel du DSBT cependant il faut noter que les thématiques abordées apportent des contraintes fortes liées à la propriété intellectuelle, le dépôt de brevets et la confidentialité des travaux.

DOMAINE 3 : INSCRIPTION DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE DANS LA SOCIÉTÉ

Appréciation sur l'inscription des activités de recherche de l'unité dans la société

De par sa raison d'être « Répondre aux besoins des utilisateurs et développer des systèmes "basse température" de pointe » et son activité intense dans le domaine le DSBT est un acteur pleinement intégré dans la société. L'unité sait très bien mettre ses compétences au service de grands projets nationaux ou internationaux et montre une volonté forte de collaboration avec les entreprises clés du secteur. Le DSBT participe au projet d'envergure CryoNext qui associe l'ensemble des acteurs du domaine. L'unité publie dans les revues et conférences du domaine, a déposé onze brevets, contribue aux actions de normalisation et rédige des rapports techniques. Le DSBT a su s'associer à des startups autour de sujets émergents et de haute technicité, mais aussi participer de nombreuses interactions avec le grand public, qui vont d'expositions à la fête de la science, les actions en direction des scolaires, en passant par des couplages avec des projets artistiques. L'ensemble de cette large palette d'actions témoigne de l'impact sociétal de ses travaux et de sa volonté d'intégration dans la société.

1/ L'unité se distingue par la qualité de ses interactions avec le monde culturel, économique et social.

2/ L'unité développe des produits et des services à destination du monde culturel, économique et social.

3/ L'unité partage ses connaissances avec le grand public et intervient dans des débats de société.

Points forts et possibilités liées au contexte pour les trois références ci-dessus

Le DSBT a permis la mobilité d'une dizaine de ses personnels (non-permanents bien évidemment, mais aussi des permanents) vers des entreprises dans le cadre de projets institutionnels ou de transferts de technologie.

L'employabilité des docteurs qu'il forme est excellente.

Le DSBT a déposé onze brevets entre 2019 et 2025 et produit une large quantité de rapports et notes tant internes CEA ou en partenariat avec les industriels et projets. Il est impliqué dans le groupe de travail européen sur la normalisation (dispositifs de sécurité en He) et publication d'un standard : NF EN 17527.

Le DSBT a constitué au cours du temps un large portefeuille de collaborations : i) pour des projets nationaux et internationaux : CNRS, CNES, NASA-JPL, JAXA, ITER, JT60SA, CERN, MIRRHA. ii) avec l'industrie, au travers d'action de R&D et de transferts de technologies : Air Liquide, Fives, Airbus, Thales, SEICO.

Il est maintenant associé aux deux startups du domaine de la fusion : Renaissance Fusion et Gen-F et s'est joint naturellement aux partenaires industriels et équipes de recherche de CRYONEXT.

Le DSBT est membre de nombreux comités : QuantAlps et du labex FOCUS ; board de l'Association Française du Froid, Commission Cryogénie et Supraconductivité ; Cryogenic Society for EU. Le DSBT montre un fort rayonnement socioéconomique, avec un nombre significatif de personnels « exportés » sur de grandes installations Cryogéniques, comme JT-60SA, EUROFUSION, ITER.

Le DSBT reçoit le grand public avec des actions autour du froid et de la supraconductivité (Exposition « les codes de l'univers » à Minatec, Fête de la science et scolaires) ; GAES 2026 (Groupe Artistique de recherche scientifique) avec l'Hexagone.

Points faibles et risques liés au contexte pour les trois références ci-dessus

Les prestations extérieures sur la plateforme de caractérisation ont disparu, ce qui est liée à un recentrage des actions sur des projets les plus porteurs. Cela semble néanmoins dommageable pour la communauté scientifique qui perd des accès à des compétences spécifiques difficiles à trouver ailleurs.

ANALYSE DE LA TRAJECTOIRE DE L'UNITÉ

La stratégie affichée par le DSBT s'appuie sur deux grands objectifs. Le premier est de « Répondre aux besoins des utilisateurs » de la cryogénie vue comme une technologie clef pour la recherche fondamentale (en physique des particules, astrophysique, observation de la terre, en fusion nucléaire, pour les applications et systèmes quantiques, en thermo-hydraulique et en physique du solide).

Le second est de « Développer des systèmes basse température » de pointe en proposant à la communauté française et internationale de l'expertise et des prototypes « cryo » ou en explorant les écoulements « atteignables » avec l'hélium liquide. La démarche vise aussi à monter en maturité les technologies découvertes ou utilisées et enfin à s'ouvrir pour explorer de nouveaux champs d'activité (H2, physique quantique).

La thématique de l'unité est pérenne, la stratégie claire adaptée et partagée au sein du DSBT ; la trajectoire de l'unité est alignée avec les feuilles de route et politiques scientifiques nationales et européennes : fusion, défense, quantique, He₃. L'ambiance de travail exceptionnelle visible à tous les niveaux constitue un atout supplémentaire pour la poursuite de ces activités de très bonne tenue.

La réfection des bâtiments entreprise depuis 2025 contribuera évidemment au maintien et l'amélioration des conditions d'exercice.

Le rayonnement scientifique de l'unité a conduit, au cours du temps, à une très forte demande en termes de collaborations et participations à des projets (par les industriels et les institutionnels). Le DSBT arrive cependant à saturation de ses moyens et est désormais contraint de refuser certains projets, y compris sur des thématiques « cœur de métier ». L'unité se réoriente intelligemment vers les thèmes les plus porteurs actuellement avec son implication dans CRYONEXT, projet de très grande ampleur qui va évidemment induire des charges de travail supplémentaires. Il apparaît donc essentiel de renforcer la démarche de consolidation et d'augmentation de la ressource humaine en permanents dans cette unité qui clairement possède tous les atouts pour croître.

RECOMMANDATIONS À L'UNITÉ

RECOMMANDATIONS CONCERNANT LE DOMAINE 1 : OBJECTIFS SCIENTIFIQUES, ORGANISATION ET RESSOURCES DE L'UNITÉ

Considéré comme l'un des fleurons technologiques du CEA, le DSBT doit impérativement préserver son excellence. Le comité recommande vivement au DSBT de chercher à se doter de ressources humaines permanentes à la mesure de ses ambitions et de son impact.

Le comité préconise de chercher à réduire le turn-over (CDD) qui est pénalisant en termes de temps de formation et d'efficacité et qui présente un risque pour la pérennisation des expertises et savoir-faire. Une réflexion pour améliorer/mutualiser les temps de formation serait souhaitable pour pallier ces soucis.

Le comité recommande de maintenir le fonctionnement global actuel qui a conduit à une ambiance de travail exceptionnelle.

Dans le contexte général difficile depuis plusieurs années, l'unité doit garder (et si possible accroître) un important volume tampon d'Hélium, continuer dans la stratégie de gestion et de production actuelle et tenter de renforcer les collaborations avec les utilisateurs/producteurs émergents (startup par exemple).

Le comité insiste sur la continuité de la démarche d'analyse des demandes et orientations thématiques (par exemple le spatial ou le quantique) et invite à anticiper les risques liés aux grands projets, spatiaux en particulier.

Le comité préconise de diversifier les champs d'application afin de s'affranchir des incertitudes liées aux orientations des politiques scientifiques et recommande de trouver un équilibre entre l'engagement sur des thèmes de recherche propres au DSBT et les développements technologiques à faire en réponse à des appels pour de grands projets.

RECOMMANDATIONS CONCERNANT LE DOMAINE 2 : LES RÉSULTATS, LE RAYONNEMENT ET L'ATTRACTIVITÉ SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

Le comité préconise de poursuivre la démarche entreprise en termes de rayonnement et de publication et de maintenir la stratégie de collaboration industrielle.

En termes d'attractivité il serait souhaitable de renforcer les liens avec l'UGA par exemple en s'impliquant davantage au niveau de l'école doctorale, des Masters ou des licences professionnelles.

Au-delà des aspects purement financiers, il semble opportun pour le DSBT de s'impliquer plus dans les écoles doctorales et les actions de l'UGA autour du recrutement et du financement des doctorants.

Au vu de l'expertise du DSBT, le renforcement de l'implication dans l'enseignement (masters, licences pro) serait un plus pour la communauté et contribuerait à l'image de l'unité auprès des jeunes (femmes en particulier) et pourrait améliorer le recrutement des doctorants à moyen terme.

RECOMMANDATIONS CONCERNANT LE DOMAINE 3 : INSCRIPTION DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE DANS LA SOCIÉTÉ

Le comité recommande une communication accrue vers le grand public pour accroître l'attractivité de la cryogénie et susciter des vocations pour former de futurs professionnels et experts du domaine. Les actions entreprises (CRYONEXT par exemple) sont une source d'emplois qui mérite une visibilité plus large dans le grand public.

Une implication dans la formation universitaire et doctorale pourrait permettre de valoriser le savoir-faire en cryogénie.

Le comité incite le DSBT à solliciter plus fortement l'implication financière de ses partenaires R&D en particulier au travers de thèses (de type Cifre par exemple).

ÉVALUATION PAR ÉQUIPE OU PAR THÈME

Équipe 1 :

Large Refrigeration and Thermal-hydraulics Laboratory (LRTH)

Nom du responsable : M. Davide Duri

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les activités de l'équipe LRTH ciblent principalement deux thématiques : 1) la réfrigération cryogénique à grande échelle appliquée aux accélérateurs de particules et au confinement par champ magnétique pour la fusion nucléaire ; 2) l'hydrodynamique en régime turbulent à grand nombre de Reynolds dans l'hélium superfluide et supercritique et d'écoulements convectifs à grand nombre de Rayleigh.

Les travaux expérimentaux réalisés pendant la période se sont focalisés sur l'instrumentation pour le diagnostic «Eulérien» en régime turbulent normal et quantique, ainsi que sur l'extension au diagnostic «Lagrangien». Quatre nouveaux domaines applicatifs ont émergé : (i) les applications quantiques, (ii) l'utilisation de l'hydrogène liquide pour le transport d'énergie, (iii) l'efficacité de la conversion ortho-para lors de la liquéfaction de l'hydrogène et (iv) la sécurité des équipements de stockage de fluides cryogéniques et plus particulièrement l'hydrogène.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'équipe LRTH a encadré trois thèses de doctorat soutenues pendant la période. L'équipe n'a pas réussi à augmenter le nombre d'HDR en son sein, il n'y en a qu'une HDR actuellement. Néanmoins des efforts ont été faits : une communication autour des travaux de recherche a été réalisée au CEA (réseau sur la turbulence), au niveau national avec le Centre Pilote Henri Bénard, à une école d'été sur la turbulence.

L'équipe LRTH a connu cinq départs de personnels permanents (quatre techniciens et un ingénieur de recherche pour un effectif total de dix permanents) qui ont été compensés par des recrutements à l'identique. Quatre personnels non permanents ont été recrutés (trois doctorants et un CDD).

Des séminaires ont été organisés en interne au DSBT (nombre et périodicité non précisés).

En plus de ses travaux liés à de très grands programmes nationaux et internationaux (EUROfusion, DTT, start-up Renaissance Fusion, PEPR Suprafusion, MHYRRA/MINERVA, HC/LHC), comme recommandé dans le rapport précédent, l'équipe LRTH s'est consacrée à d'autres projets, par exemple autour de l'hydrogène liquide et du calcul quantique. Elle a aussi mené son propre programme de recherche autour de la turbulence quantique (thèse soutenue en 2024), les écoulements de Taylor-Couette aux valeurs extrêmes du nombre de Taylor, les propriétés de flux convectifs d'hélium au-delà du point lambda, en régime turbulent pour des valeurs extrêmes des nombres de Reynolds et de Rayleigh, les modèles d'instabilité de jet avec de l'hélium proche de son point critique, l'instrumentation et la métrologie (fils chauds, traceurs lagrangiens, anémomètre à décharge coronaire).

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2024

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	0
Maitres de conférences et assimilés	1
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Cadre scientifique CEA	5
Personnels d'appui à la recherche	0
Non cadre scientifique CEA	4
Cadre administratif CEA	0
Non cadre administratif CEA	0
Praticien hospitalier	0
Sous-total personnels permanents en activité	10
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	2
Cadre scientifique CEA non permanent	0
Personnels non permanents d'appui à la recherche	1
Non cadre scientifique CEA non permanent	0
Non cadre administratif CEA non permanent	0
Post-doctorants	0
Doctorants	0
Sous-total personnels non permanents en activité	3
Total personnels	13

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe LRTH a trouvé un équilibre entre ses thématiques de recherche propres et celles liées à des appels à projets et de grands projets scientifiques. Elle a ainsi bien répondu à la recommandation du dernier comité. La production scientifique est importante durant la période concernée (2019-2024), au regard du nombre de personnes. L'équipe LRTH a renouvelé une partie significative de son personnel depuis 2019 (deux ingénieurs de recherche sur six et quatre techniciens sur six). Le nombre de titulaires de l'habilitation à diriger des recherches reste limité à une seule personne ; ce qui est trop faible. La qualité de vie au sein de l'équipe est excellente.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le LRTH exploite des infrastructures cryogéniques uniques pour valider la thermique des grands instruments de recherche et relever les défis de la transition énergétique. Il se distingue par sa maîtrise de l'hélium (superfluide et normal) pour l'étude des fluides et le refroidissement de haute puissance.

L'équipe LRTH a développé une forte expertise scientifique et technologique en recherche fondamentale sur les régimes turbulents et l'hydrodynamique dans des régimes d'intérêt applicatifs et théoriques comme l'écoulement d'hélium superfluide en régime de Taylor-Couette, l'écoulement d'hélium à fort nombre de

Rayleigh et de Reynolds ainsi que dans l'instrumentation permettant de caractériser ces régimes et leur modélisation numérique (Programme AUDACE (CEA) utilisant l'hélium pour simuler la convection naturelle (climat et nucléaire))

L'équipe collabore et porte des projets clés autour de la fusion et des accélérateurs (ITER, JT60-SA et au HL-LHC (CERN) via la station de réfrigération 400W@1.8K) ; de la turbulence quantique : (Études fondamentales via les expériences SHREK et OGRES, intégrées au réseau européen EUHIT) ; du calcul quantique (CheQ_test (avec Air Liquide) et CRYONEXT) ; ainsi que de la filière (projet SIRENE avec Airbus) et innovation en liquéfaction (projet HYGen avec Fives-Cryo et l'ADEME)

L'activité sur les réfrigérateurs et liquéfacteurs à grande échelle est dynamique avec d'importants développements instrumentaux et de simulateurs numériques pour des applications à l'hydrogène et au calcul quantique.

L'impact de ces travaux sur les grands programmes scientifiques nationaux et européens est important avec des partenariats pérennes, et une forte reconnaissance de l'expertise scientifique et technologique (MHYRRA/MINERVA, CERN (LHC HI-LUMI), Eurofusion (WPDES), PEPR « Suprafusion » par exemple).

Depuis 2019, l'équipe LRTH a encadré trois thèses, publié dix-sept articles en revue à comité de lecture (dix en premier auteur et sept en second auteur avec les équipes LCF et Support du DSBT), a donné 21 communications orales et a contribué à 23 articles dans des numéros spéciaux (onze en premier auteur et douze avec l'es équipes support et l'équipe LCF), mais n'a eu aucun brevet.

Points faibles et risques liés au contexte

En dépit de l'accueil régulier de stagiaires de master(2/3/an), la visibilité et l'attractivité de l'équipe LRTH semble faible auprès des étudiants et des potentiels doctorants. Compte tenu de l'expertise unique de l'équipe, il est dommage qu'il n'y ait eu que trois étudiants formés par la recherche, d'autant que la période est particulièrement propice au recrutement de personnes fortement qualifiées dans le domaine. Il n'y a pour l'heure qu'un seul titulaire de l'HDR au sein de l'équipe, ce qui limite les capacités d'encadrement de thèse. Le nombre d'articles signés en premier auteur par un membre du LRTH reste limité ce qui peut expliquer la faible attractivité de talents. L'équipe est complètement masculine, ce qui peut envoyer un signal négatif vis-à-vis du recrutement de potentielles étudiantes .

ANALYSE DE LA TRAJECTOIRE DE L'ÉQUIPE

L'équipe tend à trouver un équilibre entre son activité support cryogénique aux grands projets nationaux et européens et son activité de recherche fondamentale en thermo-hydrodynamique des écoulements turbulents, en régime classique et quantique, dans des régimes pouvant devenir extrêmes. Afin de développer des cryostats aux performances ultimes, elle continuera de développer ses propres outils numériques de conception et de simulation ainsi qu'une instrumentation métrologique spécifique. L'activité de recherche de l'équipe semble s'être recentrée sur des sujets fondamentaux comme les régimes de fonctionnement extrêmes qui ont un intérêt pour le développement de réacteurs nucléaires compacts. L'équipe explorera aussi des thématiques en lien avec la production d'hydrogène liquide efficace et explorera des solutions originales de futurs cryostats appliqués à l'hydrogène.

L'équipe sera fortement impliquée dans le projet CRYONEXT sur plusieurs sujets comme les équipements pour les technologies quantiques (fermes cryogéniques, instrumentation pour les dilutions à 10 mK...). L'équipe est particulièrement bien positionnée sur ce secteur.

L'expertise de l'équipe sera aussi mise à profit pour les nouveaux projets autour de la fusion, que ce soit le projet européen DEMO ou les nouveaux projets basés sur l'utilisation de supraconducteurs à haute température.

Les thématiques choisies apparaissent comme porteuses sur le long terme. À plus court terme, le projet est équilibré avec l'activité de soutien aux grands projets avec des solutions cryogéniques ou de liquéfaction de grandes dimensions. Ces thématiques sont tout à fait adaptées à la recherche fondamentale et à des travaux de thèse de doctorat et de postdoctorat.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Compte tenu de l'importance stratégique des activités de l'équipe, il serait souhaitable qu'un effort de communication soit mené afin d'attirer plus de doctorants et de postdoctorants.

L'augmentation de la proportion d'articles publiés en premier auteur, en interne au LRTH permettrait à l'équipe d'attirer plus de talents.

Le comité recommande à « équipe d'accroître son nombre de personnes titulaires de l'HDR, que ce soit coté ingénieur-chercheurs CEA ou enseignants-chercheurs de l'UGA.

Il serait souhaitable que l'équipe puisse réussir à féminiser ses effectifs.

Des collaborations avec des laboratoires de métrologie pourraient être un atout supplémentaire aux thématiques métrologiques développées et pour leur traçabilité.

..

Équipe 2 : Cryogenics for Fusion Laboratory (LCF)

Nom du responsable : M. Jean Manzagol et François Millet

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe LCF développe des technologies cryogéniques pour l'hydrogène solide selon trois axes : (i) les injecteurs de pastilles d'hydrogène solide pour les tokamaks avec le développement de cellules pour la condensation in-situ et des sources pour l'extrusion thermomécanique ; (ii) le développement de cryostats pour la purification cryogénique, la caractérisation cryogénique de la cible et sa stabilisation en température ; (iii) le développement de cryostats pour produire des films d'hydrogène solide d'épaisseur micrométrique par extrusion thermomécanique.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Les activités de l'équipe LCF qui concernent les applications de défense (en collaboration avec la Division des Applications Militaires du CEA) ne sont pas propices à publication. Le renouvellement d'un tiers de l'effectif permanent de l'équipe n'a pas favorisé le renforcement des communications et publications scientifiques puisque le transfert de compétences a été la priorité de l'équipe au cours de la période. LCF a publié seize articles et dix-huit communications de conférences au cours de la période et des communications grand public ont été données.

Concernant les HDR, il y a eu identification des personnels pouvant la passer. Une soutenance d'HDR est prévue prochainement.

La communication interne doit encore être renforcée, sans action spécifique notée au cours de la période. Un personnel du genre féminin a été recrutée mais la représentation féminine reste toujours très en dessous de la moyenne nationale observée en physique

La diversification des activités de recherche, recommandée par le précédent comité, vers de nouvelles thématiques ou applications différentes des sources d'accélérateurs et de l'instrumentation, a été réalisée avec la reprise de l'activité autour des pastilles d'hydrogène solide pour la fusion par confinement magnétique, ainsi que pour les besoins en cibles cryogéniques pour la fusion inertielle.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2024

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	1
Maitres de conférences et assimilés	0
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Cadre scientifique CEA	5
Personnels d'appui à la recherche	0
Non cadre scientifique CEA	3
Cadre administratif CEA	0
Non cadre administratif CEA	0
Praticien hospitalier	0
Sous-total personnels permanents en activité	9
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Cadre scientifique CEA non permanent	2
Personnels non permanents d'appui à la recherche	0
Non cadre scientifique CEA non permanent	1
Non cadre administratif CEA non permanent	0
Post-doctorants	0
Doctorants	0
Sous-total personnels non permanents en activité	4
Total personnels	13

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe LCF, spécialisée dans les technologies cryogéniques pour l'hydrogène solide, a vu ses effectifs doubler entre 2019 et 2026, passant de neuf à dix-huit membres. Ayant connu un renouvellement de 30 % de son personnel sur cette période, l'équipe se concentre actuellement sur le transfert interne de compétences. Sur le plan technique, elle a validé des jalons majeurs reconnus par ses partenaires, comme la démonstration de la production de films minces pour les tokamaks et le Laser Mégajoule. La pérennité des savoir-faire à court terme (5 ans) constitue un enjeu, avec un seul doctorant en 2026 et l'absence actuelle de chercheurs disposant d'une HDR. La qualité de vie au sein de l'équipe est excellente.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe LCF est reconnue par ses partenaires pour sa capacité à produire des projectiles cryogéniques pour les Tokamaks ainsi que les cibles cryogéniques pour le Laser Mégajoule, et en particulier pour la démonstration récente de sa capacité à produire des films minces d'hydrogène solide.

Points faibles et risques liés au contexte

Les applications des activités de recherche de l'équipe étant essentiellement liées au domaine de la défense, conduisent naturellement à un faible niveau de publications libres. L'absence de brevet ne compense pas le faible niveau de publication.

Un autre point de vigilance concerne le maintien des compétences dans la perspective d'un important renouvellement de personnels à court terme (à cinq ans). Ce point est d'autant plus important qu'un trop faible nombre de thèses de doctorat est encadré par l'équipe.

ANALYSE DE LA TRAJECTOIRE DE L'ÉQUIPE

Depuis 2019, l'équipe a connu un important mouvement de personnel (30 % des effectifs). Le nombre de personnels permanents de l'équipe LCF a doublé au cours de la période, avec le passage d'un effectif de neuf personnes en 2019 (sept permanents CEA, un UGA et un doctorant), à un effectif de dix-huit personnes en 2026 (neuf permanents CEA, un UGA, un conseiller scientifique, quatre CDD, un doctorant et deux alternants). La priorité à court terme de l'équipe est certainement le transfert des compétences qui aurait pu avoir été facilité par une implication préalable plus importante en formation doctorale. Cet important recrutement a permis à l'équipe LCF de répondre à des projets importants et à reprendre son activité d'injection de granulats. L'équipe LCF a démontré son excellence avec la démonstration de sa capacité à produire des films d'hydrogène solide. Le taux de publications de l'équipe LCF et l'absence de production de brevet sont des facteurs qui la fragilisent et auxquels l'équipe doit rester attentive, même si son activité importante pour la défense et la fusion nucléaire ne sont pas propices aux publications, en raison des clauses de confidentialité. L'équipe LCF doit anticiper la fin possible de certains projets en cours afin de se projeter sur le long terme pour assurer la pérennité de ses activités pour la fusion nucléaire. (Laser Mégajoule, ITER, accélération laser-plasma) et explorer de nouvelles thématiques (Fuelling, pacing, lancement de cibles cryogéniques).

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

L'équipe LCF est encouragée à développer une stratégie de publication ou de brevet pour ses activités.

Le comité l'incite à anticiper les futures thématiques de recherche à la suite de ses projets en cours.

Le comité recommande de maintenir l'effort de communication au niveau national et international afin de renforcer la visibilité de l'équipe et de son impact pour la fusion

Le comité recommande d'encourager ses personnels chercheurs à passer une habilitation à diriger des recherches afin d'augmenter l'encadrement doctoral de l'équipe ; ce qui lui permettra à long terme de faciliter le maintien des compétences internes.

Équipe 3 :

Cryocoolers and Cryogenics for Space Laboratory (LCCS)

Nom du responsable : M. Ivan Charles

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les activités de l'équipe LCC portent sur le développement de réfrigérateurs cryogéniques et de composants destinés aux applications spatiales. En particulier, on trouve (i) le développement de réfrigérateurs à tube pulsé et à adsorption, d'étages Joule–Thomson ainsi que de systèmes basés sur la désaimantation adiabatique (ADR), (ii) l'étude et le développement d'interrupteurs thermiques à gaz et supraconducteurs ; (iii) le développement d'un système cryogénique entièrement intégré, capable de couvrir une large plage de températures, allant de 120 K jusqu'à 50 mK, et destiné notamment aux détecteurs à très faible bruit et aux instruments de haute sensibilité.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

La recommandation du précédent comité d'augmenter le nombre d'HDR a été partiellement prise en compte (une HDR a été soutenue). L'augmentation du nombre d'HDR au niveau du département reste nécessaire.

Un rééquilibrage des activités du spatial vers les applications au sol est engagée notamment grâce à une importante participation au projet national CRYONEXT dans lequel l'équipe (et l'unité en entier) contribue fortement.

L'équipe semble avoir assuré la continuité de la transmission des savoir-faire, principalement via du personnel non permanent. Toutefois, cette solution n'est pas pleinement efficace et l'effectif en permanents n'a pas augmenté (ce qui est compréhensible compte tenu des contraintes existantes).

Il n'est pas clairement établi que les collaborations internationales, notamment dans le domaine du développement de systèmes cryogéniques, aient été renforcées (recommandation du précédent comité). On observe en revanche une forte concurrence dans le secteur des applications spatiales, qui est forcément le facteur qui limite l'aspect collaboratif à proprement parler.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2024

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	0
Maitres de conférences et assimilés	1
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Cadre scientifique CEA	6
Personnels d'appui à la recherche	0
Non cadre scientifique CEA	3
Cadre administratif CEA	0
Non cadre administratif CEA	0
Praticien hospitalier	0
Sous-total personnels permanents en activité	10
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Cadre scientifique CEA non permanent	1
Personnels non permanents d'appui à la recherche	1
Non cadre scientifique CEA non permanent	1
Non cadre administratif CEA non permanent	0
Post-doctorants	0
Doctorants	2
Sous-total personnels non permanents en activité	5
Total personnels	15

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

Les activités R&D et R&T de l'équipe LCC sont particulièrement impressionnantes, aussi bien en nombre qu'en qualité, avec la réalisation d'un grand nombre de dispositifs cryogéniques. LCC travaille sur un large éventail de thématiques, en s'appuyant sur une approche par niveaux de maturité technologique (TRL), indispensable pour les applications spatiales et le monde industriel avec lequel elle entretient des interactions fortes, favorisant nombreuses actions de transfert de technologie et de dépôt de brevets. L'équipe rédige un grand nombre de rapports détaillés qui ne figurent pas dans la liste de publications. Elle rayonne internationalement dans le domaine des technologies spatiales et la cryogénie habilitante. Travailler au DSBT est attractif rapporté à l'écosystème industriel, que ce soit grâce à des salaires attractifs, des activités variées et stimulantes, une qualité de vie sur le lieu de travail excellente.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe LCC bénéficie d'une reconnaissance internationale pour le développement de dispositifs cryogéniques de haute maturité technologique (TRL9) destinés aux missions spatiales. Elle dispose d'un savoir-faire en cryogénie couvrant un large spectre, quasiment unique au niveau mondial. Les activités de recherche et technologie (R&T) sont particulièrement solides, avec la réalisation de nombreux démonstrateurs et dispositifs opérationnels (par exemple, le cryocooler et cryostat pour ATHENA, SPICA, LiteBIRD).

Le transfert vers l'industrie est au cœur de l'ADN du laboratoire. Ses travaux trouvent des applications concrètes dans l'observation de la Terre (météorologie) et, plus récemment, dans les communications quantiques (Meteosat Third Generation (MTG), SPICA/Safari, Athena/X-IFU, PRIMA/PRIMAger)

L'équipe adopte une approche structurée par niveaux de maturité technologique, indispensable au contexte spatial, et entretient des interactions fortes et pérennes avec des partenaires industriels (par exemple Absolut System, Single Quantum, Air Liquide, Thales Cryogenics BV). Ces collaborations favorisent un transfert de technologie efficace et constituent une opportunité majeure de valorisation, notamment par le dépôt de brevets et le transfert de licences. La participation de LCC à de nombreuses missions spatiales, soutenues par des agences spatiales internationales, lui confère une visibilité et un rayonnement internationaux incontestables. Grâce à des compétences presque uniques dans le domaine de la cryogénie et à ses dispositifs cryogéniques, une opportunité majeure s'offre aujourd'hui à LCC pour s'insérer dans l'écosystème de la recherche et du soutien aux technologies quantiques de type *deep tech*, actuellement en pleine émergence.

L'investissement de l'équipe dans le projet national CRYONEXT lui offre une opportunité majeure pour un rééquilibrage de ses activités du spatial vers le terrestre et pour diversifier les sources de financement dans les prochains cinq ans et au-delà.

Points faibles et risques liés au contexte

La pérennisation des compétences en cryogénie constitue un enjeu majeur, nécessitant la sécurisation de postes permanents afin de garantir la continuité et la transmission des savoir-faire et expertises clés : le mode de fonctionnement avec un turnover élevé de personnel non permanent représente un risque à ce type d'objectif.

Le mode de fonctionnement avec CDD, permettant à l'équipe de répondre aux sollicitations provenant des projets spatiaux et de conserver le leadership international dans un domaine compétitif, requiert une fraction importante du temps de travail des permanents dédiée à la formation des nouveaux non permanents.

Un point de vigilance concerne le fractionnement du temps travail des agents, induit par le nombre élevé de projets auxquels l'équipe participe.

Dans un contexte marqué par les enjeux géopolitiques et la dépendance aux activités à applications spatiales, l'équipe a peu de financements autres ni de rééquilibrage vers des activités liées à des applications terrestres, par exemple vers le domaine des technologies quantiques (QPU, qubits).

Bien que la forte compétition entre laboratoires, caractéristique du domaine spatial, soit en partie structurelle, le développement de coopérations renforcées, nationales et internationales, représente un point d'attention pour permettre à l'équipe d'accroître sa visibilité et son rayonnement scientifique.

Le rapport avec le monde de l'industrie et le dépôt d'un grand nombre de brevets permet de déployer une valorisation des développements technologique sans précédent. Cependant, un point de vigilance reste concernant la publication d'articles techniques et le financement de thèses de type Cifre.

ANALYSE DE LA TRAJECTOIRE DE L'ÉQUIPE

L'équipe est fortement investie dans une dynamique de développement de la cryogénie pour les applications spatiales sans précédent, en portant un leadership et un savoir-faire de niveau international unique dans plusieurs projets phares mondiaux qui s'étalent sur la prochaine décennie.

Elle porte plusieurs activités dans le contexte du projet national CRYONEXT qui est explicitement orienté vers le développement de technologies pour le secteur de l'ordinateur quantique, une opportunité qu'elle a bien saisie et que lui permet 1) une différenciation des sources de financement 2) une réorientation des activités vers des applications terrestres.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Il apparaît souhaitable d'augmenter le nombre d'HDR au sein de l'équipe, au regard du volume de thèses encadrées et des perspectives de développement scientifique. Dans ce contexte, l'équipe gagnerait également à renforcer le recours aux thèses de type Cifre, en lien avec le monde industriel, afin de consolider ses interactions socio-économiques.

Un effort majeur en matière de publications techniques dans des revues spécialisées du domaine des basses températures, en dehors des grandes collaborations, permettrait d'améliorer la visibilité scientifique propre de l'équipe et de mieux valoriser ses efforts.

Compte tenu du contexte actuel et à venir, une réorientation partielle des activités vers des applications terrestres, apparaît pertinente. Le développement de thématiques en lien avec les technologies et applications quantiques, fortement demandeuses de solutions cryogéniques, offrirait des opportunités significatives de diversification des sources de financement.

Une attention particulière devra être portée pour limiter le turnover des personnels non permanents, en favorisant leurs carrières dans le milieu académique et/ou leur intégration au sein de l'équipe.

Un juste équilibre est à maintenir entre la répartition des temps « formation » des personnels non permanents et longueur de leurs contrats.

Le comité recommande une réflexion pour réduire le fractionnement du temps de travail lié au nombre de projets de l'équipe.

Équipe 4 :

Support team (ST)

Nom du responsable : MM. Patrick Bonnay et Eric Bouleau

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe ST est identifiée comme l'équipe «support» du DSBT. Ses compétences couvrent la conception, la simulation, l'électronique, l'automatisme, le contrôle commande et les fluides. En partenariat avec l'équipe LRHT, l'équipe ST développe le logiciel de modélisation SIMCRYOGENICS. Une activité de caractérisation thermique de matériaux dédiée aux partenaires industriels a été récemment arrêtée afin de booster l'activité la DNP. Celle-ci a déjà permis à plus d'une dizaine de brevets de voir le jour. Une grosse unité de production d'hélium liquide est exploitée et permet d'alimenter une partie du pôle scientifique de Grenoble. Ainsi le pôle scientifique est très largement épargné par les pénuries d'hélium, passées ou à venir.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'équipe ST a maintenu constant le nombre de publications et de brevets, une thèse a été soutenue sur les activités de l'équipe.

La collaboration avec l'entreprise Bruker a été maintenue et donne entière satisfaction. La collaboration avec l'entreprise Air Liquide sur la liquéfaction d'hélium a été arrêtée. Plus précisément, les personnels d'Air Liquide dédiés au liquéfacteur du DSBT ont été embauchés directement par le DSBT. Le comité se réjouit de l'attractivité du DSBT, y compris pour les personnels techniques.

L'université n'a pas alloué de poste supplémentaire pour l'équipe, mais les membres continuent d'irriguer l'enseignement avec des cours et des TP au niveau licence et master. L'équipe est présente dans les enseignements de master, mais il ne semble pas que ça ait augmenté l'attractivité de doctorants.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2024

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	0
Maitres de conférences et assimilés	0
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Cadre scientifique CEA	12
Personnels d'appui à la recherche	0
Non cadre scientifique CEA	8
Cadre administratif CEA	0
Non cadre administratif CEA	0
Praticien hospitalier	0
Sous-total personnels permanents en activité	20
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Cadre scientifique CEA non permanent	2
Personnels non permanents d'appui à la recherche	0
Non cadre scientifique CEA non permanent	1
Non cadre administratif CEA non permanent	0
Post-doctorants	0
Doctorants	0
Sous-total personnels non permanents en activité	3
Total personnels	23

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

Malgré un nombre de projets sans cesse croissant, l'équipe ST ne néglige pas la formation par la recherche et prend le temps de former les futurs cryogénistes en encadrant ou co-encadrant des étudiants en licence, en master ou en thèse. Grâce à sa palette complète d'expertise cryogénique, l'équipe est impliquée en amont des projets développés par les équipes thématiques et participe aux grands projets gouvernementaux (CERN, ITER) et spatiaux (CNES, NASA). L'engagement de tous les personnels qui composent cette équipe, qu'ils soient titulaires ou contractuels, est tout à fait remarquable.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe ST est très dynamique et sait intégrer très rapidement les nouvelles recrues, y compris les contractuels. Il n'y a pas de fractures dues à la différence de statut, les personnels travaillent avec un maximum de plaisir.

Le redéploiement des personnes qui travaillaient sur l'activité de caractérisation (choix de la direction) au profit de la DNP semble avoir été très largement accepté.

En partenariat avec le laboratoire IRIG/MEM, les activités de recherche autour de la DNP (Polarisation Nucléaire Dynamique) sont en ébullition et les personnels de l'équipe support affectés à cette tâche sont totalement impliqués, voire pro-actifs lorsqu'il s'agit de développer de nouvelles technologies autour de ce projet. Ces technologies permettent notamment d'améliorer la vitesse des mesures ainsi que la sensibilité. Elles sont protégées par une dizaine de brevets. Dans le cadre du programme Audace lancé en 2024, l'équipe ambitionne de pouvoir encore upgrader la sensibilité de l'imagerie.

À travers le projet CABTR, l'équipe s'est déjà emparée du projet CRYONEXT, financé jusqu'en 2030 pour développer des outils de mesure cryogéniques toujours plus précis.

Points faibles et risques liés au contexte

Même s'il n'y a pas de véritable alerte à ce jour, il est primordial d'anticiper les départs en retraite en amont, car la durée de formation pour acquérir un bon niveau de technicité avoisine les cinq ans. Sinon, il y a un risque que l'expertise acquise au DSBT s'étiolle à chaque départ en retraite.

Le laboratoire commun créé en partenariat avec Air Liquide en 2018 ne fonctionne pas de façon optimale. L'équipe semble regretter les difficultés de communication et d'échanges avec le partenaire industriel. L'apport de cette collaboration est moins fort qu'espéré lors du rapprochement entre ces deux entités.

La distribution d'hélium liquide diminue d'année en année. C'est une tendance générale que toute la communauté de la liquéfaction constate, notamment due à des systèmes autonomes de liquéfaction d'hélium qui se substituent au cryostat classique. À terme, cela pourrait fragiliser le modèle économique de ST.

Les bâtiments qui hébergent une partie de l'équipe ST, vont être impactés par de gros travaux de rénovation. Même si ces travaux sont plus que nécessaires — point figurant au rapport précédent — il peuvent induire des déplacements des personnels, la relocalisation de certaines activités et des nuisances (bruit, vibration, etc.).

ANALYSE DE LA TRAJECTOIRE DE L'ÉQUIPE

Comme écrit précédemment dans le dernier rapport, le projet est dans la continuité et en cohérence avec les spécificités de l'équipe. Il tire parti des points forts de l'équipe, mais ne propose pas de prise de risques ; c'est en lien avec le caractère support de l'équipe.

L'équipe soutien conserve la vocation de travailler en partenariat avec les équipes thématiques. Dans ce contexte, elle collabore avec le LCF pour la production de ruban d'hydrogène. Avec LRTH et LCCS, elle fait de la modélisation de système cryogénique pour les machines à fusion et les clusters quantiques.

L'équipe continue de faire évoluer l'outil SIMCRYOGENICS, outil informatique de modélisation cryogéniques, indispensables aux différentes activités du DSBT.

Deux personnes de l'équipe s'impliquent totalement dans les expériences menées dans le cadre du projet Cryo-DNP et déposent régulièrement des brevets (plus d'une douzaine à ce jour). Il est à noter que l'activité de caractérisation de matériau a été réorientée vers la DNP, jugée plus propice au rayonnement du DSBT (brevets, publications).

Même si le redéploiement de l'activité de caractérisation vers la DNP semble s'être faite en douceur, il serait regrettable de perdre ce savoir-faire qui était l'un des nombreux fleurons du DSBT. Le comité note également

que cette activité était très détaillée dans le document d'autoévaluation, ce qui traduit son importance pour le laboratoire. Le comité espère que le DSBT ne perdra pas tout à fait son expertise quant à la caractérisation cryogénique des matériaux.

L'équipe est également très impliquée dans le projet gouvernemental CRYONEXT — qui a vu le jour mi 2024 — et travaille notamment sur le développement des outils de mesure à très basse température (CABTR) qui permettent de mesurer des températures jusqu'à 10 mK.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité recommande de poursuivre le travail collaboratif avec l'entreprise Bruker, car les résultats obtenus sont d'ores et déjà prometteurs et que de nombreuses avancées technologiques ont déjà permis de déposer bon nombre de brevets.

Le comité regrette l'essoufflement actuel du partenariat avec Air Liquide et espère que les deux partenaires trouveront prochainement un nouveau terrain d'entente pour travailler ensemble, s'apportant mutuellement leurs connaissances et savoir-faire.

Le comité note le peu de thèses dans cette équipe, mais entend la préférence d'encadrer les doctorants de la meilleure des façons et de les accompagner tout au long de leur thèse avec une très grande réactivité. La volonté de ne pas associer les doctorants aux projets industriels sur lesquels travaille l'équipe est louable ; cela permettrait néanmoins d'avancer plus vite sur les projets. Le comité recommande une réflexion à ce sujet.

Le nombre de projets affectés à l'équipe est un peu élevé au regard des forces en présence. Il ne faudrait pas que la qualité de vie au travail en pâtisse (elle est à ce jour excellente), ni que le travail effectué soit de moins bonne qualité. Le comité recommande à l'équipe ST de sélectionner moins de projets pour conserver l'excellence des travaux s'y référant.

DÉROULEMENT DES ENTRETIENS

DATES

Début : 01 février 2026 à 20h00

Fin : 03 février 2026 à 16h10

Entretiens réalisés : en présentiel

PROGRAMME DES ENTRETIENS

Dimanche 1er Février 2026			
20:00	Dîner réservé à Grenoble pour le comité uniquement		

Lundi 2 Février 2026		Durée	Lieu
08:30	Accueil	00:30	10.05 - 427
09:00	Présentation générale DSBT, Bilan et Trajectoire 1h00 + 30 minutes de questions	01:30	10.05 - 445
10:30	Pause, Huis clos et déplacement	00:30	10.01 - 241
11:00	Team LRTH: Grande réfrigération et thermohydraulique. 20 minutes + 10 minutes de questions	00:30	10.01 - 241
11:30	Visite 10.01	00:45	10.01 - Hall
12:15	Déjeuner plateau repas - Huis Clos comité	01:15	10.01 - 241
13:30	Echange avec Ingénieurs chercheurs et enseignants	00:45	C5 421 A
14:15	Echange Docs / Post-docs	00:45	C5 421 A
15:00	Pause et Huis Clos	00:15	C5 421 B
15:15	Team LCF: Cryogénie pour la fusion. 20 minutes + 10 minutes de questions	00:30	C5 - 421 A
15:45	Support Team: Electronique, Automatisation et Cryostats spéciaux	00:30	C5 - 421 A
16:15	Pause et Huis Clos	00:30	C5 - 421 A
16:45	Visite C5 - Labo électronique	00:10	C5
16:55	Visite D1 - LCF (Cryostats spéciaux, cibles)	00:45	D1
17:40	Pause et Huis Clos	00:15	C1 - 222
17:55	Fin de journée - retour hôtel		--
20:00	Dîner réservé à Grenoble pour le comité uniquement		--

Mardi 3 Février 2026		Durée	Lieu
08:30	Accueil	00:15	C1 - 263
08:45	Team LCCS: Cryoréfrigérateurs et Cryogénie Spatiale 20 minutes + 10 minutes de question	00:30	C1-263
09:15	Pause et Huis Clos	00:10	C1 - 263
09:25	Visite D1 - LCCS: Cryoréfrigérateurs et Cryogénie Spatiale	00:45	D1 - hall et labos
10:10	Echanges avec non-permanents	00:30	C1-263
10:40	Echange Techniciens + admin	00:45	C1-263
11:25	Pause et Huis Clos	00:15	C1-263
11:40	Echange avec les tutelles	00:45	C1-263
12:25	Déjeuner - Buffet - posters	01:30	H1 sup - poster
13:55	Echanges avec les chefs de laboratoire	00:30	C5 - 421A
14:25	Echange avec direction DSBT	00:45	C5 - 421A
15:10	Huis Clos Comité HCERES	01:00	C5 - 421A
16:10	Fin d'évaluation		

OBSERVATIONS GÉNÉRALES DES TUTELLES

OBSERVATIONS DE PORTEE GENERALE SUR LE RAPPORT D'EVALUATION

Bonjour,

Nous avons lu avec attention le rapport d'évaluation de notre unité DSBT. Nous remercions le comité pour la qualité de son évaluation et pour les riches échanges lors des deux journées de visite.

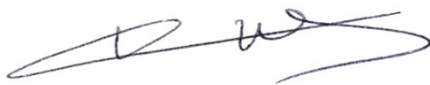
Nous avons particulièrement apprécié l'avis du comité sur l'excellence de nos travaux, sur notre positionnement stratégique, et sur la qualité de vie dans les équipes. Cela nous encourage à poursuivre nos projets de recherche en cryogénie, à la croisée entre l'innovation technologique et la recherche fondamentale.

Nous remercions le comité pour ses recommandations que nous jugeons très pertinentes. Nous avons bien noté l'exigence de poursuivre la transmission de l'expertise aux plus jeunes et le risque à ne pas pérenniser nos compétences critiques. En regard aux nombreuses sollicitations que nous recevons pour des nouveaux projets, nous resterons vigilants sur nos choix d'orientations thématiques, notre capacité à réaliser ces projets, l'équilibre entre personnel permanent et non permanent et le fractionnement des activités des équipes. Nous serons actifs pour maintenir un nombre suffisant de formations de doctorat et de formations par alternance, et pour anticiper et préparer les futures Habilitations à Diriger des Recherches.

Enfin, nous avons engagé des premières actions pour dynamiser nos liens et partenariats avec l'environnement de recherche grenoblois et particulièrement les laboratoires de l'UGA. Nous continuerons dans les années à venir cet effort pour s'entourer de compétences scientifiques complémentaires aux nôtres et pour décliner au niveau local les stratégies nationales et européennes dans nos domaines de recherche.

Bien Cordialement,

Raphaël Couturier



Évaluation des universités et des écoles
Évaluation des unités de recherche
Évaluation des formations
Évaluation des organismes nationaux de recherche
Évaluation et accréditation internationales



19 rue Poissonnière
75002 Paris, France
+33 1 89 97 44 00

