A hand is shown holding a glowing orb that features the twelve yellow stars of the European Union flag. The orb is connected to a network of white lines and nodes, some of which are glowing. The background is a light blue-grey gradient with faint hexagonal patterns.

**CONTRAT D'OBJECTIFS
ET DE PERFORMANCE**

2021-2025

SIGNATURES

Madame la Ministre de la Transition écologique

BARBARA POMPILI

Monsieur le Ministre de l'Economie,

des Finances et de la Relance

BRUNO LE MAIRE

*Madame la Ministre de l'Enseignement
supérieur, de la Recherche et de l'Innovation*

FRÉDÉRIQUE VIDAL

Madame la Ministre des Armées

FLORENCE PARLY

Monsieur l'Administrateur général

FRANÇOIS JACQ

TABLE DES MATIERES

Agir pour assurer à la France et à l'Europe un leadership scientifique, technologique et industriel **6**

Thématiques transversales

1| Réaffirmer la sûreté et la sécurité comme priorité et valeur de l'organisme **11**

2| Se conformer aux meilleures pratiques en matière de recherche **12**

3| Développer les relations avec les sciences humaines et sociales pour mieux ancrer l'activité du CEA dans la société contemporaine **13**

4| Renforcer l'intégration dans les écosystèmes de recherche, de développement et d'innovation aux échelles locale, européenne et internationale **14**

Axes stratégiques

1| Renforcer la dynamique de soutien à la compétitivité des entreprises par l'innovation au service de l'économie et de la souveraineté **17**

OS 1A | Soutenir la relance économique par l'innovation à travers une stratégie redynamisée de partenariat industriel et de soutien à la création de start-up

OS 1B | Activer les leviers concourant à l'émergence et à la diffusion de l'innovation

2| Répondre aux enjeux actuels et futurs de la transition énergétique **21**

OS 2A | Répondre aux besoins de R&D de la filière nucléaire sur toutes les échelles de temps

OS 2B | Disposer des outils expérimentaux et numériques nécessaires à la R&D pour les usages pacifiques de l'énergie nucléaire

OS 2C | Développer les technologies photovoltaïques performantes et contribuer à une filière industrielle européenne

OS 2D | Rendre possible un système énergétique décarboné intégré

OS 2E | Progresser vers une solution énergétique durable

3| Répondre aux enjeux actuels et futurs de la transition numérique **28**

OS 3A | Préparer l'électronique du futur, notamment en matière de paradigmes de calcul post-Moore (neuromorphique, quantique...)

OS 3B | Développer des microcomposants aux fonctionnalités avancées

OS 3C | Développer des infrastructures numériques de confiance, sécurisées et disruptives

OS 3D | Contribuer à la numérisation de l'industrie, notamment grâce à la robotique, l'ingénierie dirigée par les modèles et la fabrication additive

4| Contribuer à l'émergence de la médecine du futur **34**

OS 4A | Accélérer le transfert des innovations diagnostiques et thérapeutiques en milieu médical en s'appuyant sur les infrastructures nationales en biologie et santé

OS 4B | Organiser et promouvoir le développement de méthodes numériques en santé au profit des usages pour la recherche, le soin et l'innovation

OS 4C | Développer des dispositifs médicaux s'appuyant sur la convergence micro-nano et bio-technologies

5 Conforter une recherche fondamentale d'excellence	37
OS 5A Assurer le maintien d'un socle d'excellence en recherche en sciences de la matière et du vivant	
OS 5B Contribuer à la construction, la jouvence et l'exploitation de très grandes infrastructures de recherche	
6 Renforcer la maîtrise des projets d'assainissement et de démantèlement et les réaliser de manière performante pour répondre à des préoccupations économiques et de sûreté	40
OS 6A Conduire les projets de démantèlement en maîtrisant les coûts et les délais, en veillant à sécuriser la chronique de baisse du terme source mobilisable	
OS 6B Contribuer à l'organisation d'une filière française d'excellence dans le domaine de l'assainissement et du démantèlement	
7 Un CEA plus ouvert et agile, prêt à surmonter les défis actuels et émergents	43
OS 7A Mener une transformation culturelle pour s'ouvrir, moderniser les pratiques du CEA et améliorer ses performances	
OS 7B Poursuivre la modernisation du cadre social interne	
OS 7C Une digitalisation de l'organisme au service de sa transformation	

Annexes

Objectifs de développement durable	48
Tableau récapitulatif des jalons	
Tableau des indicateurs	
Glossaire	

AGIR POUR ASSURER À LA FRANCE ET À L'EUROPE UN LEADERSHIP SCIENTIFIQUE, TECHNOLOGIQUE ET INDUSTRIEL

La préparation de ce nouveau contrat d'objectifs et de performance (COP) pour la période 2021-2025 s'est inscrite dans la conjoncture d'une crise sanitaire inédite qui a rappelé les exigences d'indépendance technologique et de développement de capacités industrielles dans des domaines clés au regard d'enjeux de souveraineté. Dans ce contexte, la recherche et l'innovation s'imposent comme des leviers essentiels.

Cet impératif résonne avec une urgence environnementale et climatique qui a conduit la France et l'Europe à adopter des objectifs ambitieux en matière de transition énergétique et de stratégie bas-carbone, dont l'atteinte requerra des avancées considérables en termes de recherche et développement technologique et, au-delà, des modifications de modes de vie et de production.

La crise sanitaire a souligné les conséquences engendrées par une pandémie mettant à mal le système de santé dans sa configuration actuelle. La progression inéluctable des pathologies chroniques et de celles liées au vieillissement renforce la nécessité de développer une médecine qui, s'appuyant sur un large ensemble de technologies, permette d'identifier plus précocement les patients à risque, de renforcer la prévention, de rendre le patient acteur de sa santé et de le soigner plus efficacement dans le cadre de nouveaux parcours de soin. A côté des progrès de la connaissance du vivant, le croisement des technologies médicales et numériques, dont le calcul haute performance, démultiplie les moyens de la recherche pour répondre à ces défis tout en nécessitant respect de la vie privée et exigence éthique.

Dans un contexte de compétition, dominée par des géants américains et asiatiques, cette crise sanitaire confirme la dépendance toujours croissante du fonctionnement de notre société aux technologies numériques et la nécessité de poursuivre une stratégie volontariste de reconquête d'une autonomie stratégique dans ce domaine.

Face à ces défis, la France déploie des politiques ambitieuses, articulées avec celles de l'Europe, dans un objectif de souveraineté technologique et de renforcement des fondements d'une économie résiliente et respectueuse de l'environnement.

La France mobilise des moyens sans précédent pour une relance économique respectueuse de l'environnement et relevant les défis du monde contemporain. S'appuyant sur la recherche et

l'innovation, ces politiques doivent permettre à notre pays de compter sur des filières industrielles structurantes. Au-delà des moyens, les politiques publiques mises en œuvre visent le renforcement d'écosystèmes locaux d'enseignement supérieur, de recherche et d'innovation d'envergure internationale, notamment à travers l'émergence de sites vus comme les nœuds d'un réseau continental.

Les orientations françaises se placent en cohérence avec l'échelon européen, à travers le Pacte vert, la stratégie numérique « Façonner l'avenir numérique de l'Europe » et la structuration du programme Horizon Europe.

L'action du CEA, tant en recherche fondamentale dans les domaines de la physique et des sciences de la vie qu'en recherche technologique, au service du développement économique et de la souveraineté nationale, le place au cœur de ces défis. Pour les relever, il peut s'appuyer sur les compétences forgées au fil de son histoire, avec une impulsion nouvelle donnée par la loi de programmation de la recherche (LPR), dans le but de créer un continuum cohérent allant de la politique de sites incarnée par les universités de recherche intensive jusqu'aux grandes initiatives européennes et au déploiement industriel.

Les orientations données au CEA en septembre 2018 par le gouvernement pour la réalisation de ses missions le positionnent comme un acteur privilégié des évolutions en cours.

Depuis 2018, à la demande du gouvernement, le CEA s'est attaché à définir et déployer une stratégie clarifiée et lisible afin de mobiliser au mieux les compétences présentes en son sein, tout en développant des partenariats renforcés.

Concernant ses missions civiles, le CEA est appelé à se positionner comme un accélérateur de la transition énergétique et à penser de manière intégrée le système énergétique de demain, caractérisé par l'exigence de décarbonation et la complémentarité entre la production électrique du nucléaire et celle des énergies renouvelables. Le CEA doit aussi renforcer son action dans les nouvelles technologies de l'énergie pour assurer le stockage et la flexibilité énergétique, et orienter ses recherches dans le nucléaire vers les besoins actuels des industriels.

Dans ce domaine, le CEA a adapté son positionnement sur la

fermeture du cycle du combustible avec la mise en œuvre de la décision du gouvernement de ne pas réaliser à court terme le démonstrateur de réacteur à neutrons rapides au sodium ASTRID tout en déployant une stratégie progressive pour préparer l'avenir, reposant notamment sur le multirecyclage du combustible dans les réacteurs actuels de 2^e et 3^e générations. Il doit poursuivre ses efforts de maîtrise et de remise sous contrôle du projet de réacteur Jules Horowitz (RJH) au service de la filière nucléaire française.

Le soutien du CEA à l'industrie française, à travers la valorisation du transfert de connaissances vers les acteurs industriels a été, par ailleurs, confirmé dans les domaines stratégiques de la transition numérique et des technologies pour la médecine du futur.

Il doit également continuer à mener une recherche d'excellence, à l'origine d'un spectre étendu de connaissances et de savoir-faire au service de ses missions.

Au-delà d'un engagement exemplaire au service de la dissuasion, il se doit d'accroître les synergies entre ses activités civiles et de défense.

Ces orientations ont conduit le CEA à analyser en profondeur ses programmes. Entre octobre 2018 et mars 2019, des revues ont été menées sur une douzaine de champs d'activités, conduisant pour chacun d'entre eux à une évaluation du positionnement stratégique du CEA, à l'identification des évolutions nécessaires et à la définition de priorités clarifiées, validées en Comité de l'énergie atomique.

Une réflexion a été par ailleurs menée afin de déployer une « approche intégrée de l'énergie » à même de mieux structurer les contributions du CEA à la programmation pluriannuelle de l'énergie. Elle s'est concrétisée par la création au 1^{er} février 2020 de la Direction des énergies (DES) rassemblant sous une autorité l'ensemble de la programmation en matière d'énergie autour d'une feuille de route partagée.

Dans le même esprit, un travail sur le numérique a été engagé en 2020 afin de consolider la stratégie du CEA dans ce domaine. Un chantier de nature similaire sera conduit sur la période du COP dans le domaine des technologies pour la médecine du futur.

Ces réflexions visent à approfondir et consolider la stratégie d'ensemble en l'inscrivant pleinement dans le paysage national et européen.

Pour atteindre ces objectifs, le CEA s'est résolument inscrit dans les politiques de site de l'enseignement supérieur et de la recherche. Le but de cette démarche est d'apporter sa valeur ajoutée, en lien avec les acteurs des territoires, nationaux et européens, aux objectifs scientifiques et techniques, et de contribuer au renforcement de la compétitivité de notre économie.

Parallèlement à la restructuration de ses programmes, le CEA s'est engagé dès 2018 dans un processus de transformation qui doit lui permettre de mieux s'adapter aux enjeux du monde contemporain.

Prenant acte des résultats du baromètre interne « Moi au CEA » réalisé en 2017 – qui révélait un attachement des collaborateurs au CEA mais également des attentes d'évolution de son organisation et fonctionnement –, le CEA a mené un travail sur les modes de fonctionnement et la culture de l'organisme.

Il faut d'abord mentionner la définition d'un ensemble de priorités transversales qui viennent compléter et enrichir les orientations scientifiques et techniques rappelées ci-dessus :

- > faire de la sûreté et de la sécurité une valeur et une priorité majeure de l'organisme,
- > renforcer le positionnement européen et l'ouverture internationale,
- > intégrer tout le potentiel des technologies numériques dans le fonctionnement de l'organisation via une démarche de digitalisation,
- > promouvoir une démarche d'innovation étendue à l'ensemble de l'organisme et qui accompagne sa transformation culturelle.

La démarche de management global des risques a également été renforcée par la création en 2019 de la Direction de l'audit, des risques et du contrôle interne (DARCI) qui déploie une démarche d'analyse et de maîtrise des risques, accroissant la capacité de résilience du CEA. Parallèlement, l'Inspection générale nucléaire (IGN) conserve le périmètre d'audit, de contrôle interne et d'inspection relatif à la sécurité¹.

Par ailleurs, il est apparu nécessaire de revivifier la gestion des talents et des compétences, tout en renforçant la communication interne, afin d'engager une transformation de la culture de l'organisme qui, tout en s'appuyant sur le socle existant, lui permette de se projeter dans les années à venir.

La nécessité d'une ouverture renforcée de l'organisme passe également par une approche plus ouverte des parties prenantes et un rapprochement à engager avec les sciences humaines et sociales pour aborder de manière holistique la question de la place des sciences et des technologies dans la société.

A travers les chantiers de transformation menés, le CEA poursuit l'objectif de favoriser la transversalité au sein de l'organisme pour mieux valoriser la richesse de ses expertises et répondre aux aspirations de ses salariés. Il se doit également d'améliorer son fonctionnement interne pour tendre vers plus de souplesse, de réactivité et un pilotage renforcé des activités fonctionnelles.

Ces diverses orientations rejoignent les recommandations formulées par le HCERES, notamment dans son rapport d'évaluation de janvier 2021.

1 Le terme sécurité est pris dans une acceptation large, couvrant la sûreté et la sécurité pour toutes les activités du CEA.

La formulation en cours d'une « raison d'être » de l'organisme, selon des méthodes désormais éprouvées, permettra d'exprimer l'identité du CEA reflétant son engagement vis-à-vis de la société et accroissant son rayonnement.

Le bilan de la période couverte par le COP 2016-2020 atteste des performances du CEA, tout en soulignant les axes d'amélioration.

Nombre des objectifs assignés dans le contrat 2016-2020 ont été atteints. La CEA a ainsi maintenu ses performances en termes de production scientifique, technique et d'innovation (publications, brevets, contrats de R&D, création de *start-up*, contrats européens...). Il a également respecté les principaux jalons associés à sa programmation.

Des avancées significatives ont été réalisées au cours de la période (amélioration du pilotage des activités d'assainissement, développement des activités de recherche technologique, essor du travail sur le numérique). Un effort particulier a été mené pour s'inscrire dans les politiques de site et développer les partenariats avec les autres organismes de recherche. Ces axes de travail se poursuivront au cours des prochaines années.

Toutefois, certains indicateurs du COP 2016-2020, mesurant les progrès des grands projets (RJH, assainissement-démantèlement) ou les relations contractuelles avec les industriels du nucléaire, ont démontré la nécessité de poursuivre les efforts entrepris et constituent des voies de progrès pour les années à venir.

8

La crise sanitaire de la COVID 19 a montré la capacité d'adaptation du CEA et son plein engagement au service de l'intérêt général.

Comme tous les organismes publics et entreprises, le CEA a été mis à l'épreuve par la crise sanitaire qui l'a conduit à déployer massivement, et dans l'urgence, des pratiques encore peu ancrées dans la vie quotidienne, à l'instar du télétravail, des visioconférences et de la dématérialisation de certains processus. Dans cette situation, il a su mobiliser toutes ses ressources pour contribuer à faire face à l'épidémie en se montrant réactif pour produire des dispositifs médicaux destinés à prendre en charge les patients en détresse respiratoire, contribuer à l'évaluation de molécules d'intérêt thérapeutique ou au développement de tests diagnostiques.

Au-delà de ses impacts sanitaires et économiques, la pandémie est à l'origine d'une crise sociale qui affecte particulièrement les jeunes. Le CEA contribuera à la mobilisation générale nécessaire pour accompagner cette population en renforçant ses capacités d'accueil et la qualité de l'accompagnement des étudiants et alternants. Enfin, un examen de l'impact de la crise sur les orientations de l'organisme a été mené. Il a conforté leur pertinence thématique (environnement, numérique, santé) dans un contexte de maintien de la souveraineté tel que cela avait été dessiné en 2019.

Les enjeux économiques, stratégiques et sociétaux ainsi identifiés nourrissent les objectifs assignés au CEA dans ce contrat et l'invitent à poursuivre les évolutions amorcées au cours des dernières années. C'est à la lumière de ces défis et des évaluations de l'organisme que sont définis les axes du présent contrat.

Structure du contrat

Le contrat s'articule autour de deux ensembles :

> les **thématiques transversales** qui orientent l'évolution d'ensemble du CEA au-delà de la stratégie scientifique et technique. Ces éléments ont une influence sur toutes les activités du CEA et contribuent à les structurer. Il a donc été jugé préférable de les regrouper en tête de contrat ;

> les **axes stratégiques** correspondant aux missions de l'organisme (auxquels s'ajoute un axe sur le support), chacun de ces axes se déclinant autour d'objectifs détaillés qui pointent les jalons à atteindre ou les principales variables mesurant l'atteinte des résultats.

La contribution du CEA aux objectifs de développement durable est mentionnée tout au long du contrat par l'insertion de pictogrammes et figure en fin de contrat sous forme d'un récapitulatif. Deux tableaux de présentation de l'ensemble des indicateurs et jalons sont présentés à la fin du document.

Ce contrat ne couvre pas le cœur des missions de la direction des applications militaires (DAM) du CEA qui relèvent d'une gouvernance dédiée et répondent aux exigences de la loi de programmation militaire (LPM). En revanche, les activités militaires du CEA sont abordées sous l'angle des synergies avec les activités civiles.

Le contrat comprend aussi explicitement, ce qui est une nouveauté, des orientations concernant l'INSTN, établissement d'enseignement supérieur et organisme de formation continue, administré par le CEA et placé sous la tutelle conjointe du ministère chargé de l'industrie, du ministère chargé de l'enseignement supérieur et du ministère chargé de l'énergie. Le choix a été fait de les mentionner en tant que de besoin lorsqu'elles viennent à l'appui de l'action du CEA pour la réalisation du présent contrat.

Chaque année, un bilan annuel d'avancement du contrat d'objectifs et de performance, décrivant les grandes réalisations, le franchissement des jalons et l'évolution des indicateurs, sera présenté au conseil d'administration du CEA.

THÉMATIQUES TRANSVERSALES

La période qui s'ouvre est porteuse de nombreux défis qui transcendent le périmètre des activités du CEA. Ils définissent des exigences qui s'imposent à l'organisme dans un objectif d'exemplarité et d'ouverture.

1 RÉAFFIRMER LA SÛRETÉ ET LA SÉCURITÉ COMME PRIORITÉ ET VALEUR DE L'ORGANISME

La sûreté et la sécurité sont une priorité constante pour le CEA et constituent une valeur essentielle de l'organisme. Opérateur d'installations nucléaires de base (INB et INBS), d'installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) et de laboratoires de haute sécurité microbiologique, le CEA est confronté à des risques industriels, techniques et sanitaires à forts impacts politiques, environnementaux et médiatiques. Il déploie aussi des activités essentielles au regard des intérêts de sécurité et de défense de la Nation. Face à la diversité des risques liés à ces activités, pour faire face à des menaces évolutives mais aussi car ce domaine requiert une remise en question permanente, le CEA met en œuvre une politique de sûreté et de sécurité qui s'appuie sur une organisation robuste, un engagement à tous les niveaux de l'organisme et des moyens à la hauteur des enjeux.



Déployer un plan d'actions pour promouvoir la culture de sûreté et de sécurité

La nécessité de renforcer la culture de sûreté et de sécurité a conduit le CEA à construire un plan d'actions pluriannuel, qui s'articule autour de trois axes :

> la valorisation des parcours professionnels dans le domaine de la sécurité et de la sûreté des installations pour en accroître l'attractivité ;

> la formation opérationnelle à la culture de sûreté et de sécurité qui sera développée par la constitution d'un ensemble de formateurs pour en démultiplier l'impact avec une extension progressive du périmètre concerné (centres, salariés des entreprises sous-traitantes, sujets...);

> le renforcement de la culture de sûreté-sécurité qui, par l'implication de tous les salariés et intervenants, vise le renforcement de la sûreté et de la sécurité « intégrées », permettant d'assurer le respect de la réglementation en matière de sûreté et de sécurité tout en tenant compte de la réalité de terrain en matière de sûreté et de sécurité. Les actions déjà engagées, notamment en matière de parcours professionnelle, de formation et de partage de retour d'expérience, s'inscrivent dans une perspective de long terme et seront renforcées au cours de la période.

Mieux protéger le CEA et les intérêts de la Nation vis-à-vis des actes de malveillance

Dans le domaine de la sécurité nucléaire, le CEA déploie un processus de renforcement de la protection de ses activités civiles relatives aux matières nucléaires (PCMNIT), sous le contrôle du Haut fonctionnaire de défense et de sécurité (HFDS) du Ministère de la Transition écologique (MTE). Son efficacité est éprouvée par une politique d'exercices soit internes, soit en lien avec les services de l'Etat.

Au-delà, le CEA doit faire face à un large spectre de menaces de sécurité susceptibles de cibler ses actifs matériels ou immatériels, voire porter atteinte à ceux de l'Etat. En lien avec

les autorités nationales, il doit effectuer une veille constante de leur évolution afin de protéger son patrimoine, ses activités et sa capacité à les déployer. A cet effet, il met en œuvre une organisation permettant, au travers d'un réseau d'officiers de sécurité et de correspondants dans les unités, de protéger son potentiel scientifique et technique et notamment celui jugé sensible pour la Nation.

Afin d'identifier le plus en amont possible les menaces potentielles et les secteurs sensibles, le CEA veille à échanger avec les autorités compétentes et apporte son expertise scientifique et technique à l'Etat en appui de ses actions. En interne, le CEA mène des actions visant à identifier les éventuels points de vulnérabilité et sensibilise son management et ses salariés aux risques de captation des savoirs et technologies ainsi qu'à leur nécessaire protection.

Dans le domaine de la protection du secret de la défense nationale, le CEA mènera la réforme induite par la révision de l'instruction générale interministérielle n°1300 du 13 novembre 2020, dont les dispositions entreront en vigueur le 1^{er} juillet 2021.

11

Amplifier la démarche de progrès continu en matière de sûreté et de sécurité

Le CEA veillera à l'atteinte des engagements de sûreté pris vis-à-vis des autorités de sûreté (Autorité de sûreté nucléaire, Délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les installations et activités intéressant la Défense, HFDS du MTE), notamment en termes de respect des délais associés.

Il conduira, par ailleurs, une démarche de progrès en matière de gestion des écarts, d'organisation de la gestion de crise afin de consolider encore cette dernière, en intégrant en particulier le retour d'expérience de la crise sanitaire COVID-19.

Il mènera enfin une réflexion qui devra déboucher sur la rationalisation et la simplification de son référentiel documentaire et prescriptif afin de le rendre plus lisible et de faciliter sa mise en œuvre par les équipes ainsi que son contrôle par les autorités de sûreté nucléaire.

Année	Intitulé du jalon
2023	Déploiement sur tous les sites concernés d'une nouvelle formation opérationnelle à la culture de sûreté
2025	Finalisation des renforcements PCMNIT

2 | SE CONFORMER AUX MEILLEURES PRATIQUES EN MATIÈRE DE RECHERCHE

Le consensus pour reconnaître l'importance de la recherche en réponse aux défis socio-économiques et environnementaux actuels, doit être entretenu – voire renforcé – dans un contexte de défiance vis-à-vis des institutions. Faire valoir la démarche scientifique au sein de la société constitue ainsi un enjeu important auquel le CEA s'associe. De plus, il s'engage à poursuivre ses efforts pour se conformer à des standards élevés en matière de science ouverte et d'intégrité scientifique. Cette action est complémentaire de la démarche qu'engagera le CEA pour intégrer l'apport des sciences humaines et sociales (SHS).



Promouvoir une stratégie d'ouverture de ses publications et données de recherche

La diffusion des résultats et des données de la recherche favorise la démocratisation des savoirs et l'accélération de l'innovation. À l'échelle de l'Europe, différentes actions œuvrent ainsi à cette ouverture des publications et données. De même, la France s'est dotée d'un plan national pour la science ouverte en cohérence avec les engagements internationaux pris au titre du Partenariat pour un gouvernement ouvert.

Le CEA poursuivra la démarche afin que son portail HAL-CEA constitue un réservoir institutionnel ouvert, permettant de garantir la capitalisation, l'archivage pérenne et la visibilité internationale de ses publications. Pour les données, il formalisera dans une charte « Science ouverte » les principes décrivant sa stratégie d'ouverture, dans le respect du principe européen « aussi ouverte que possible, aussi fermée que nécessaire ». La généralisation des Plans de gestion de données représente également une priorité pour une consolidation des connaissances acquises. Il s'attachera enfin à poursuivre la sensibilisation des chercheurs et leur accompagnement dans ce domaine et définira une stratégie en lien avec l'initiative European Open Science Cloud.

12

Poursuivre et renforcer le déploiement de la politique d'intégrité scientifique

Au cours des dernières années, le CEA a marqué son engagement en matière d'intégrité scientifique en signant d'abord la Charte nationale de déontologie des métiers de la

recherche, puis en adhérant au Code de conduite européen pour l'intégrité en recherche. Il a bâti les fondations de son organisation dans ce domaine en nommant en 2018 un référent à l'intégrité scientifique, puis en se dotant en 2019 d'une politique éponyme et d'un mécanisme de recueil et de traitement des signalements de manquements.

La période 2021-2025 doit tendre à consolider ce dispositif et à diffuser la culture de l'intégrité scientifique auprès de l'ensemble des acteurs impliqués, directement ou indirectement, dans les activités de recherche à travers cinq actions principales : (i) le renforcement des relations avec les réseaux nationaux et européens et des liens avec l'Office français de l'intégrité scientifique ; (ii) l'animation du réseau interne CEA en apportant une formation spécifique et en créant les conditions d'un partage de l'expérience ; (iii) la diffusion de nouveaux outils spécifiques tels un logiciel antiplagiat et des procédures internes CEA sur les principales actions liées à l'intégrité scientifique (traitement des signalements, coordination et construction avec d'autres organismes...) ; (iv) la sensibilisation de l'ensemble des salariés, au-delà de ceux qui exercent des activités de recherche, par des interventions aux moments clés de la vie des laboratoires (accueil des nouveaux personnels, assemblées générales...) ; (v) la création par l'INSTN d'un module de formation de premier niveau sous forme digitale (MOOC), préalable à une formation de deuxième niveau en présentiel, adaptée aux différents types d'acteurs de la recherche au CEA et favorisant l'échange d'expériences.

Année	Intitulé du jalon
2021	Finalisation et déploiement d'une charte « Science ouverte »
2022	Consolidation des procédures et actions relatives à l'intégrité scientifique

3 | DÉVELOPPER LA RELATION AVEC LES SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES POUR MIEUX ANCRER L'ACTIVITÉ DU CEA DANS LA SOCIÉTÉ CONTEMPORAINE

A travers les missions qui lui sont confiées, le CEA intervient au cœur de défis sociétaux majeurs qui se situent en interface avec le déploiement de politiques publiques, le monde économique, le fonctionnement de notre société et *in fine* avec la vie de chaque citoyen. Les transformations rapides liées à la science et de la technologie, conjuguées à une attente toujours plus forte de transparence et de participation à la vie publique ainsi qu'à l'expérience de crises sanitaires ou techniques, questionnent la place du chercheur dans la société contemporaine. Comme l'illustrent les diverses controverses qui agitent l'opinion et les médias, les interrogations sur la science sont devenues courantes. Apparaît ainsi une tension entre une méfiance envers les activités scientifiques et technologiques, et, simultanément, une forte attente de leurs apports.

L'accès à l'information, toujours plus rapide, et le pouvoir des réseaux sociaux démultiplient les vecteurs d'influence au sein de la société et tendent à délégitimer la parole de l'expert et l'approche scientifique faite d'essais-erreurs et de construction progressive. S'il peut entraver le développement de certaines technologies, ce déséquilibre croissant est susceptible d'affecter le fonctionnement de notre démocratie. En affichant l'enjeu de « *replacer la science et la rationalité scientifique au cœur du pacte social et du développement économique de notre pays* » la LPR prend acte de ce constat et confère aux organismes de recherche une responsabilité.

Dans ce contexte, le CEA doit conduire ses activités de recherche de manière irréprochable, c'est l'objet des thématiques précédentes.

Renforcer ses interactions avec la société

Le CEA doit toujours mieux expliquer ses activités dans le prolongement des actions menées en matière de culture

scientifique, notamment en partenariat avec l'éducation nationale mais également être davantage à l'écoute des besoins et préoccupations des citoyens vis-à-vis des recherches qu'il mène.



S'ouvrir en direction des sciences humaines et sociales (SHS) pour élargir sa palette d'appréhension des enjeux contemporains

Sous l'angle de la relation entre les activités du CEA et le corps social, il s'agira d'accéder à de nouvelles clés de compréhension des attitudes et d'anticiper l'impact du progrès technologique sur les comportements.

Concernant les programmes de recherche, cet enrichissement doit permettre d'ajouter de nouvelles dimensions à l'analyse des priorités de recherche, à leurs orientations et aux réflexions sur les moyens de les mener, d'interroger la place des sciences en société.

Capitalisant sur les initiatives en cours avec l'Université Paris-Saclay, notamment dans le cadre des instituts Convergence Data IA et C-Land, le CEA renforcera de manière structurée ses liens avec la communauté des SHS. Cette démarche comprendra l'organisation d'actions de sensibilisation et de rencontres entre chercheurs du CEA et acteurs des SHS, la mise en place de partages de retours d'expériences pour cerner les difficultés rencontrées et leurs apports. Il s'agira moins de se doter en interne de compétences spécialisées que d'inciter les chercheurs du CEA à s'intéresser aux SHS et à favoriser un dialogue en identifiant des partenaires clés, qu'il s'agisse de structures académiques ou de think tanks. La participation active du CEA dans certaines universités de recherche intensive sera propice à ce rapprochement dans des thématiques plus vastes que celles considérées actuellement en s'appuyant sur les Maisons des Sciences de l'Homme.

13

Année	Intitulé du jalon
2022	Etat des lieux et propositions d'action dans le domaine des sciences humaines et sociales

4 | RENFORCER L'INTÉGRATION DANS LES ÉCOSYSTÈMES DE RECHERCHE, DE DÉVELOPPEMENT ET D'INNOVATION AUX ÉCHELLES LOCALES, EUROPÉENNE ET INTERNATIONALE

Poursuivre son implication dans les politiques de sites en faisant valoir les apports liés à son statut d'EPIC et à ses compétences propres

Face à la compétition internationale entre les grands centres de recherche et d'enseignement supérieur, la politique de site constitue un levier indispensable à la mobilisation des acteurs français pour créer des écosystèmes susceptibles de se positionner au meilleur niveau. Le CEA a un rôle particulier à y jouer, en apportant à ses partenaires académiques, d'une part, sa culture, venant du statut d'établissement public industriel et commercial (EPIC) et, d'autre part, son expérience de la relation avec le monde de l'entreprise et du soutien à l'innovation.

Le CEA a, dès le début, participé à la structuration du paysage de l'enseignement supérieur et de la recherche en adaptant son implication aux activités de ses centres. Dans les sites d'Aix-Marseille, Montpellier, Bordeaux ou Caen, cela se concrétise par des actions collaboratives dans le prolongement de ses missions. C'est autour des centres de Saclay et de Grenoble qu'il s'est particulièrement investi dans la construction de deux universités intégrées – Paris-Saclay (UPSaclay) et Grenoble-Alpes (UGA) – en devenant fin 2019 pour chacune un partenaire majeur.

¹⁴ Pour ces deux sites, l'ensemble des unités de recherche du CEA participent pleinement à leur dynamique scientifique, à travers la signature commune des publications, l'affiliation des *Highly Cited Researchers* du CEA¹ et l'inscription préférentielle des doctorants et des HDR. Parallèlement, les équipes de recherche de ces unités peuvent bénéficier de la visibilité de l'université, des financements incitatifs (IDEX) et participer à la vie académique.

En lien avec les nouvelles structures universitaires, le CEA poursuivra son action visant à valoriser les complémentarités entre ses activités de recherche fondamentale et technologique et à apporter à ses partenaires académiques son expérience en matière de valorisation. Il s'agira d'exploiter les synergies entre le CEA et ces structures pour une plus grande efficacité au plan européen et international. A l'appui de cette ambition, des cadres partenariaux tenant compte de leurs atouts et statuts respectifs devront être définis.

En matière d'enseignement, la volonté exprimée par l'UPSaclay et l'UGA d'un renforcement du lien enseignement-recherche se traduira par des actions de l'INSTN, en sa qualité d'établissement d'enseignement supérieur, et par un encouragement pour les chercheurs du CEA à effectuer des enseignements réguliers, conduisant au titre de chercheur-enseignant. Une attention particulière sera portée sur la mutualisation des efforts au profit des étudiants et jeunes diplômés afin d'atténuer l'impact de la crise sanitaire sur leur parcours.



Renforcer son leadership européen et développer une stratégie d'alliances

Au plan européen, l'action du CEA se structure autour de trois grandes ambitions complémentaires : (i) maintenir et consolider la performance dans la participation aux programmes de financement ; (ii) construire des alliances afin de renforcer son influence ; et (iii) contribuer par son expertise aux politiques européennes en coordination avec les autorités françaises. Le CEA œuvre sur l'ensemble de la chaîne de valeur, depuis l'engagement dans les programmes de R&D et d'innovation, notamment les partenariats d'Horizon Europe, jusqu'à la concrétisation des projets techniques en visant l'émergence et le renforcement des connaissances et des filières industrielles dans une perspective de souveraineté et de performance européenne (alliances, *Important Projects of Common European Interest – IPCEI...*). Il s'attachera à favoriser la participation des entreprises françaises aux projets de recherche européens. Pour maintenir ou renforcer ses performances européennes, le CEA mettra en œuvre les mesures adoptées dans le cadre du plan d'action national pour l'amélioration de la participation française au sein du programme-cadre pour la recherche et le développement technologique, sur les trois axes inciter, accompagner et influencer, en lien avec le dispositif national et avec ses partenaires dans une logique de site (Saclay, Grenoble).

Le CEA se mobilisera également pour tirer parti des nouveaux programmes de financement de la R&D et de l'innovation (Europe numérique, Fonds européen de défense). La présence du CEA à Bruxelles sera renforcée par l'installation d'un représentant local, au sein de la Maison de la Science et de l'Innovation Française, plateforme de service qui a vocation à se substituer au CLORA.

1 13 auteurs CEA hautement cités (sur un total de 35) ont contribué en 2019 au classement de l'UPSaclay.

Au regard des priorités françaises et des orientations de la Commission européenne, l'action du CEA vise à faire valoir ses priorités programmatiques notamment dans les domaines suivant : (i) émergence d'une industrie de l'hydrogène bas-carbone et d'une offre massive de batteries ; (ii) relocalisation des technologies photovoltaïques par la haute performance ; (iii) défense du rôle du nucléaire en tant qu'énergie bas carbone au service de l'objectif de neutralité carbone et promotion d'une initiative européenne en faveur des SMR ; (iv) renforcement de la position européenne dans le numérique, notamment par la mise en place d'alliances entre organismes de recherche (calcul haute performance, microélectronique, intelligence artificielle, quantique, cybersécurité) ; (v) synergies numériques et santé ; (vi) structuration d'initiatives sur l'économie circulaire.

L'impact du CEA sur ces sujets clefs imposera des alliances entre des organismes pairs, principalement en Europe, pour démultiplier l'action technique de ses laboratoires mais également avoir plus de poids dans l'exécution des politiques nationales et européennes.

Faire de la politique internationale du CEA un outil au service du rayonnement français et du renforcement des programmes

Le CEA consolidera sa stratégie d'intervention, aux niveaux pertinents, dans les enceintes de régulation internationales qui structureront le fonctionnement des marchés, en coordination

avec les ministères compétents, dans le but de contribuer à y renforcer l'influence française, en particulier dans les domaines du numérique et de l'énergie.

Il veillera également à mieux structurer ses divers accords de coopération au service des politiques nationales ainsi que de l'efficacité et du rayonnement de ses programmes, notamment en se concentrant sur quelques pays clés pour les transitions énergétique (à l'instar du Japon) et numérique.

Dans le domaine de l'énergie nucléaire, il poursuivra ses coopérations de recherche notamment avec ses partenaires historiques (Etats-Unis, Japon, Chine et Russie). Il pourra notamment s'appuyer sur la reconnaissance de l'INSTN comme *Collaborating Centre* de l'AIEA.

Marqueur de son excellence scientifique et de la qualité de sa recherche, la capacité du CEA à attirer les jeunes scientifiques étrangers comme les entreprises étrangères sera renforcée dans un cadre adapté à la protection des intérêts nationaux et en s'appuyant sur la politique de sites et les opportunités offertes dans le cadre de la LPR. Dans ce domaine, le CEA définira et mettra en œuvre les actions nécessaires pour accroître son rayonnement international et faciliter l'accueil de doctorants et post-doctorants étrangers. A l'appui de sa stratégie dans les trois transitions, il identifiera des objectifs de coopérations académiques internationales, lorsque celles-ci se justifient.

Année	Intitulé du jalon
Annuel 2023, 2025	Bilan de la participation du CEA aux politiques de site Analyse des actions du CEA à l'international et leur évolution selon trois axes : développement d'alliances, influence & impact, et attractivité

AXES STRATÉGIQUES

1 RENFORCER LA DYNAMIQUE DE SOUTIEN À LA COMPÉTITIVITÉ DES ENTREPRISES PAR L'INNOVATION AU SERVICE DE L'ÉCONOMIE ET DE LA SOUVERAINETÉ

En tant qu'organisme de recherche et développement le CEA joue un rôle majeur pour favoriser la diffusion de l'innovation au sein du tissu industriel français. Selon le rapport du MESRI sur *L'Etat de l'enseignement supérieur de la recherche et de l'innovation en France*, publié en 2019, le CEA-civil représentait en 2016, 44 % des 900 M€ de contrats de recherche entre les acteurs publics de la recherche et les entreprises françaises. La place du CEA comme acteur de l'innovation est illustrée par sa réussite en matière de création d'entreprises *deeptech* (reposant sur une technologie de rupture) : au cours des dix dernières années, il a contribué à la création de 89 *start-up*. Il est à l'origine d'entreprises qui connaissent un succès mondial, à l'instar de Soitec ou Lynred. Le CEA était également, en 2020, le premier déposant public français de brevets.

Dans un contexte de fragilisation du tissu économique national et d'exigence de redéploiement de capacités industrielles compétitives, l'expérience du CEA et son positionnement dans des secteurs prioritaires des plans de relance en font un acteur clé des stratégies d'accélération déployées par l'État, en particulier dans le numérique, l'énergie et les technologies pour la santé. Dans ces domaines, il s'emploiera à permettre à la France et à l'Europe de reconquérir leur autonomie technologique et de développer un tissu industriel compétitif. Il poursuivra ses actions pour accompagner toujours plus efficacement les entreprises dans leurs projets de R&D et conforter la dynamique de création de *start-up deeptech*.



OS 1A

Soutenir la relance économique par l'innovation à travers une stratégie redynamisée de partenariat industriel et de soutien à la création de *start-up*

En cohérence avec les actions de l'État pour soutenir la structuration et la compétitivité des filières industrielles stratégiques, l'objectif pour le CEA est de favoriser le déploiement d'une offre industrielle compétitive dans les domaines clés de l'énergie, du numérique et des technologies pour la santé. Reposant sur une politique de valorisation adaptée aux enjeux, il poursuivra son action pour renforcer la montée en puissance des écosystèmes d'innovation français, pour accompagner ses partenaires industriels et pour favoriser la création d'entreprises.

Renforcer la recherche partenariale en soutien de la compétitivité des entreprises

Face à la concurrence internationale, les entreprises doivent être toujours plus innovantes. Le CEA doit leur donner accès à une R&D différenciante et protégée, construite autour de technologies clés génériques. Pour cela, il doit maintenir l'excellence de sa recherche et sa protection par des droits de propriété intellectuelle, afin de permettre l'exploitation des technologies innovantes et compétitives par la cession de licences.

Le CEA maintiendra des objectifs de dépôts de brevets ambitieux et en assurera une gestion dynamique (droits de propriété intellectuelle, contrats, suivi des logiciels développés et valorisés...).

La pertinence et l'efficacité du modèle de propriété intellectuelle du CEA ont été démontrées dans le cadre d'analyses menées en 2020. Afin de gagner en lisibilité, en particulier vis-à-vis de ses partenaires industriels, le CEA prépare une charte de propriété intellectuelle, dans laquelle il proposera des aménagements en matière de condition d'exploitation des licences destinés notamment à prendre en compte les spécificités des *start-up*. Pour les cas où son action s'inscrit dans le cadre d'unités mixtes, le CEA concourra aux actions de simplification mises en place entre les partenaires sur la propriété intellectuelle.

Le CEA s'attachera à déployer des accords structurants avec de grands groupes, notamment en soutien des filières stratégiques ou des stratégies d'accélération portées par le PIA4. Ces accords pourront se concrétiser par des laboratoires communs assurant une mixité des équipes ou l'hébergement d'équipes industrielles autour de plateformes.

Cette stratégie partenariale a vocation à répondre en premier lieu aux besoins du tissu économique national ou européen. Pour autant, des partenariats avec des acteurs extraeuropéens pourront être conclus, lorsqu'ils seront de nature à permettre au CEA de rester au meilleur niveau scientifique mondial et ne seront pas susceptibles d'affaiblir la souveraineté technologique française ou européenne dans des domaines essentiels.

Favoriser l'accès des PME à l'innovation par un accompagnement adapté

Les PME ont besoin d'un accompagnement renforcé et spécifique. Éprouvées par la crise sanitaire et économique, le risque de les voir réduire leurs efforts de R&D grandit avec, à terme, des conséquences négatives sur leur compétitivité. Il importe donc de leur faciliter l'accès à l'innovation en leur proposant des technologies ayant un niveau de maturité élevé et une phase de « dérisquage » courte.

Le CEA devra faciliter les transferts technologiques vers ces entreprises et les accompagner dans les processus de digitalisation et de développement de produits innovants. Il s'appuiera notamment sur ses implantations en région (plateforme régionale de transfert technologique, PRTT) et sur le déploiement de l'initiative SOLUTION PME qui propose un accompagnement progressif et complet.

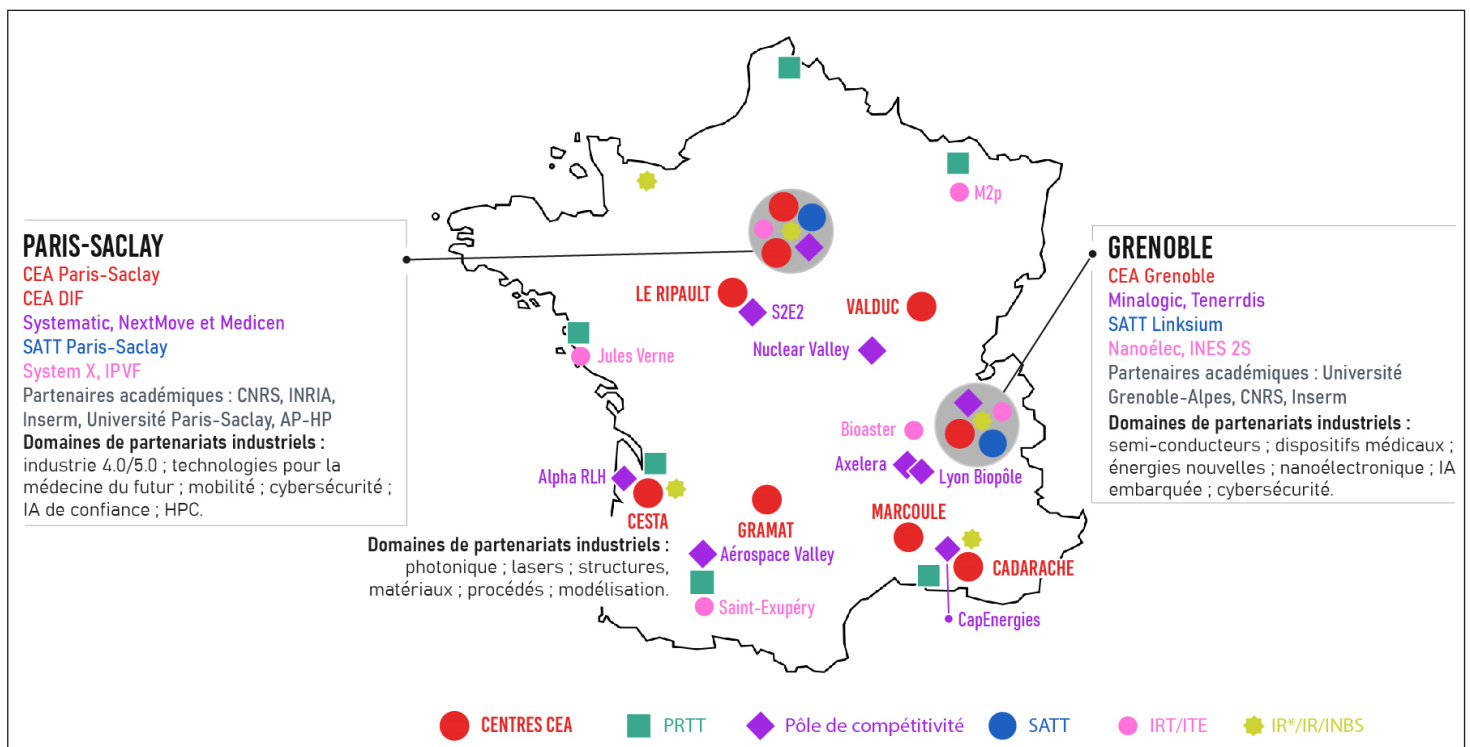
Ce dispositif repose sur trois piliers :

- > des plateformes d'intégration et de prototypage pour certaines technologies clés comme le manufacturing avancé, l'intelligence artificielle (IA) ou les objets connectés ;
- > la création d'une relation personnalisée via des équipes dédiées désormais renforcées par des équipes de développeurs de partenariats ;
- > l'intégration des PRTT dans les écosystèmes régionaux de soutien à l'innovation avec l'ouverture aux autres acteurs de locaux de la recherche.

Pour les PME et start-up qui n'ont pas d'expérience en matière de partenariat de R&D, le CEA apporte un conseil spécifique afin de réduire le risque financier de leur projet et de maîtriser les étapes conduisant au déploiement des technologies ou à la mise sur le marché des produits qui en découlent.

Agir plus efficacement au sein des écosystèmes d'innovation

La mise en œuvre des synergies au niveau local entre les différents acteurs de la R&D, du développement économique des territoires et des partenaires industriels est le gage d'une meilleure efficacité du soutien à l'innovation de l'industrie. Comme l'illustre la figure infra, le CEA est aujourd'hui impliqué dans de nombreuses structures (pôles de compétitivité, IRT, ITE, SATT...) en lien avec ses implantations en région ou ses priorités programmatiques. Il participe aussi à des centres d'intégration de l'European Institute of Innovation and Technologies (EIT) qui concourent à favoriser ces rapprochements entre business et R&D autour de projets en contribuant à plusieurs nœuds des KIC ICTLabs, Climate, InnoEnergy, Raw materials, Health.



Ecosystème de RDI dans le domaine de la santé

Au niveau local, le CEA s'appuie sur des ancrages robustes, en collaboration avec les hôpitaux et l'université, au profit des industriels de la biotech et du deeptech, de la pharmacie et du medtech et en favorisant l'émergence de start-up. Il développera des programmes de R&D public-privés structurants notamment autour : des technologies pour l'hôpital du futur avec le projet PASREL à Saclay ; du soutien à la structuration d'une filière du dispositif médical avec le programme organes sur puce et la plateforme Hub4AIM à Grenoble ; et du développement de la santé numérique avec le Génomscope et le TGCC. Au niveau national, le CEA s'implique dans le CSF et dans les projets public-privés comme les PSPC (e.g. Neurolead coordonné par Theranexus, une société cotée essaimée par le CEA). Au niveau européen le CEA a un rôle moteur dans EBRAINS, l'EIT Health, l'association MedtEch Europe et dans de nombreux projets IMI (Innovative Medicine Initiative).

L'implication du CEA reste cependant très fortement reliée à ses plateformes technologiques – dont certaines sont des infrastructures de recherche labélisées par le MESRI – notamment, sur le plateau de Saclay avec Nano-INNOV, AFH, Doseo, IDMIT, NeurATRIS, CCRT..., et à Grenoble, historiquement autour des salles blanches avec les acteurs industriels tels que STMicroelectronics, Soitec ou Lynred, renforcé aujourd'hui dans le domaine des NTE avec l'Ines et les plateformes (Hydrogène, batteries, fabrication additive...) du LITEN.

Au niveau national, le CEA poursuivra son implication dans les comités stratégiques de filières industrielles notamment dans les domaines du nucléaire, des nouveaux systèmes énergétiques, de l'électronique et de la santé, afin d'apporter son expertise en lien avec le reste de la communauté de recherche, de veiller à la cohérence entre les priorités stratégiques et les feuilles de route technologiques actuelles et pour préparer les ruptures de demain.

Favoriser l'émergence et le développement de start-up « deeptech »

Le CEA a lancé, en 2019, une réflexion visant à renforcer ses capacités de création d'entreprises deeptech, autour des trois grandes transitions. Le dispositif d'essaimage bottom-up Magellan constitue une première réponse. Il a vocation à accompagner les porteurs – dans un premier temps les collaborateurs CEA – depuis l'émergence de leur projet jusqu'à la création de start-up. La dynamique de création sera ajustée aux capacités d'accompagnement des investisseurs pendant les phases d'amorçage et de croissance de ces entreprises.

Le rôle dévolu à Bpifrance en matière de soutien à l'innovation appelle un renforcement des synergies avec cet acteur. Cette volonté s'est concrétisée, en 2020, par la signature d'une convention inscrivant le CEA comme partenaire de la plateforme des opérateurs de transfert technologique en soutien à la diffusion et au partage des bonnes pratiques. Dans ce cadre, le CEA contribue à alimenter le contenu de cette plateforme et à en assurer la promotion auprès de ses écosystèmes et start-up deeptech. A travers le consortium *Tech Boost for Smart Energy/Industry*, labellisé en 2020, le CEA apporte son expertise pour orienter le soutien du fonds *FrenchTech Seed* vers les entreprises dont les technologies sont les plus prometteuses dans le domaine de l'énergie et du *manufacturing*.



OS 1B

Activer les leviers concourant à l'émergence et à la diffusion de l'innovation

Afin de proposer aux entreprises les technologies attendues par les marchés, le CEA a entrepris de structurer ses activités de veille stratégique et d'anticipation. De manière complémentaire, il poursuit le développement de ses activités d'innovation ouverte.

Structurer les actions d'anticipation et de veille stratégique ainsi que la participation aux travaux de normalisation

Face à la rapidité des progrès scientifiques et techniques, il est primordial d'être en capacité de détecter les « signaux faibles », afin de saisir au plus tôt les tendances émergentes et de les intégrer éventuellement dans des réorientations des programmes de R&D. À cette fin, le CEA a relancé, fin 2019, une démarche transversale d'intelligence économique. Dans le cadre de cette initiative, et le cas échéant en lien avec l'Etat, il veillera à développer des relations avec d'autres acteurs de la prospective et de l'intelligence économique (*think tanks*, centre d'études socio-économiques).

La participation aux travaux de normalisation constitue à la fois un moyen de veille sur les évolutions dans certains secteurs et un outil essentiel pour permettre aux innovations de s'insérer sur les marchés. Le CEA poursuivra son implication dans les comités de normalisation et de standardisation au niveau national, européen, et mondial (ISO) ainsi qu'aux projets européens de prénormalisation. Il portera notamment son effort sur les travaux relatifs aux technologies numériques, de télécommunications, de microfluidique, de l'hydrogène et de la pile à combustible dont il préside certains des plus hauts comités de normalisation nationaux et internationaux.

Développer les pratiques d'innovation ouverte pour faciliter l'accès à l'innovation et raccourcir le time-to-market

Depuis plusieurs années, le CEA a développé des compétences spécialisées, historiquement en études de marché et, plus récemment, en faisant appel à de nouveaux profils : chefs de projets innovation, designers, médiateurs graphiques, animateurs de processus de créativité... Leur mission consiste à accompagner de manière personnalisée les industriels dans leurs projets, de l'identification de pistes de différenciation à la conception de produits innovants. L'objectif est également de raccourcir la durée du cycle de développement jusqu'à la mise sur le marché afin de leur conférer un avantage concurrentiel.

Le CEA a actualisé sa démarche d'innovation ouverte au profit du transfert technologique à travers la mise en place, en 2020, d'un premier lieu dédié à l'innovation et à la créativité, « Y.SPOT » à Grenoble. Il permet de disposer, en un même lieu, d'un cadre propice à la créativité, d'équipements dédiés au design et au prototypage rapide, ainsi que d'espaces de démonstration d'applications des technologies du CEA.

Le CEA s'attachera à intégrer dans ses PRTT cet accompagnement des entreprises en s'appuyant sur l'expérience des équipes du Y.SPOT de Grenoble, avec une première concrétisation au sein de la PRTT de Toulouse-Occitanie.

Au-delà des secteurs liés aux transitions, l'accent sera également mis sur le développement de partenariats d'innovation au profit des industriels de la défense. Cette démarche nécessite de construire en amont une coopération scientifique et de contractualisation avec la DGA et l'Agence de l'innovation de défense (AID) à la manière de ce qui est déjà réalisé dans le cadre du programme transversal de R&D sur la sécurité globale (NRBC-E et cybersécurité). Dans cet esprit, le CEA et le ministère des Armées ont signé, en décembre 2020, un accord général de partenariat relatif à l'innovation de défense couvrant les thématiques du numérique et de l'énergie.

20

Année	Intitulé du jalon
2021	Structuration d'un schéma directeur d'intelligence économique
2022	Premier bilan du Y.SPOT Occitanie dans l'accompagnement des PME

2 | RÉPONDRE AUX ENJEUX ACTUELS ET FUTURS DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

Les engagements pris dans le cadre de l'Accord de Paris impliquent une réduction drastique des émissions de gaz à effet de serre et notamment de CO₂. En France, ils se déclinent dans la Stratégie nationale bas-carbone (SNBC) qui prévoit la neutralité carbone dès 2050. Cette indispensable décarbonation des économies appelle une transition énergétique donnant une place renforcée à l'électricité – en substitution des hydrocarbures fossiles notamment pour la mobilité –, appelant un renforcement des moyens de production décentralisés et des moyens de stockage ainsi qu'une amélioration significative de l'efficacité énergétique. Pour accompagner la transition énergétique, le numérique ouvre des perspectives nouvelles, par exemple, pour parvenir à une optimisation du fonctionnement des systèmes énergétiques. D'autres préoccupations doivent également être intégrées dans les feuilles de route technologiques de l'énergie telles que l'impact environnemental associé à leur déploiement ou les perspectives de développements industriels en Europe dans des conditions économiques soutenables.

Les champs de la transition énergétique sont très vastes et le CEA n'a pas vocation à tous les aborder, mais néanmoins à les appréhender de manière intégrée, dans une approche collaborative, avec ses partenaires français (CNRS, IFPEN, universités...) et européens (Max Planck, Fraunhofer...).

Fort de ses compétences, adossées à des outils numériques d'une part, et à un parc d'installations expérimentales d'autre part, le CEA est à même de répondre aux besoins de ses partenaires et de mener ses programmes de recherche. Il se met ainsi en situation de jouer pleinement son rôle d'accélérateur de la transition énergétique au service des industriels français et du gouvernement.



OS 2A

Répondre aux besoins de R&D de la filière nucléaire sur toutes les échelles de temps

Pour assurer une production nucléaire sûre, compétitive, flexible et soucieuse de la gestion de ses matières et déchets, le CEA apportera soutien et expertise aux industriels de la filière nucléaire.

Répondre aux besoins des industriels de la filière nucléaire pour soutenir l'exploitation et la prolongation du parc actuel

L'énergie nucléaire fait partie des outils pour atteindre la neutralité carbone en 2050. Dans ce domaine, la France peut s'appuyer sur une filière industrielle offrant des niveaux d'expertise et d'expérience internationalement reconnus. Grâce aux compétences de ses équipes, à ses capacités expérimentales et à ses outils de simulation numérique, ainsi qu'aux relations étroites qu'il entretient avec ses grands partenaires (EDF, Framatome, Orano), le CEA est en mesure de répondre aux besoins de la filière nucléaire française. Il contribue également à l'excellence de la filière par son offre de formation initiale et continue, portée par l'INSTN. En ce qui concerne le parc électronucléaire actuel, les activités du CEA contribuent à permettre la poursuite de l'exploitation et la prolongation de la durée de fonctionnement des réacteurs nucléaires, avec un haut niveau de sûreté et de disponibilité. Dans le domaine du cycle du combustible, le CEA apporte un soutien technique opérationnel et

continu au bon fonctionnement des usines d'Orano à La Hague (traitement des combustibles usés, conditionnement des déchets par vitrification) et de MELOX (fabrication des combustibles MOX), et poursuit ses études consacrées au comportement à long terme des colis de déchets.

Dans la perspective d'une intégration accrue des énergies renouvelables intermittentes dans le mix énergétique, le CEA cherche à améliorer la manœuvrabilité des réacteurs du parc. Les actions du CEA dans ce domaine portent principalement sur la recherche de combustibles innovants ayant des performances et une tolérance accrue aux situations accidentelles. Les compétences et les outils du CEA développés pour le nucléaire civil sont également mis à contribution dans le domaine de la propulsion nucléaire navale, en soutien du maintien en service des chaufferies nucléaires et des études pour les chaufferies du futur.

Accompagner les industriels dans le cadre du nouveau nucléaire : SMR pour les applications électrogènes, de production de chaleur ou d'hydrogène

Le CEA apporte son soutien et son expertise à ses partenaires dans le cadre du projet Nuward™, réacteur nucléaire de petite taille et de faible puissance à eau pressurisée (SMR de type REP), entré en phase d'avant-projet sommaire en 2019. Dans ce cadre, le CEA participe aux études de conception du cœur et de systèmes de sécurité innovants. Cette participation lui permet d'enrichir ses connaissances sur l'utilisation de l'énergie nucléaire à d'autres fins civiles que la seule production d'électricité (chaleur, hydrogène, ou systèmes combinés), ouvrant ainsi la voie à de nouveaux systèmes énergétiques plus diversifiés et intégrés.

Apporter des solutions innovantes à la gestion du cycle des matières nucléaires et des déchets, avec le multirecyclage en REP et en RNR

La stratégie de gestion des combustibles nucléaires retenue par l'État et les acteurs de la filière repose sur la fermeture du cycle, c'est-à-dire qu'elle vise à multirecycliser ces combustibles dans les réacteurs du parc actuel et futur. Elle a vocation à se mettre en place de manière graduelle. La première étape consistera à introduire des combustibles MOX (mélange d'oxydes

d'uranium et de plutonium) dans les réacteurs de 1300 MWe à l'horizon 2030. S'ensuivra une étape intermédiaire comprenant le développement d'un nouveau type de combustible dit « MOX 2 » qui devra permettre, à l'horizon 2040, un multirecyclage du combustible dans les réacteurs à eau pressurisée du parc. L'emploi de ce type de combustible est conditionné à un programme approfondi de R&D, initié au CEA en 2019 et qui se poursuivra dans un cadre quadripartite avec EDF, Framatome et Orano. La perspective de fermeture du cycle sur le long terme se traduit par une réorientation des efforts du CEA vers un programme de R&D visant à renforcer et à maintenir les compétences sur la connaissance de la physique des réacteurs à neutrons rapides (RNR) à caloporteur sodium et des procédés du cycle associé. Le CEA assurera également une veille sur d'autres concepts de RNR et progressera sur les connaissances destinées à lever les verrous scientifiques déjà identifiés et à susciter des innovations qui permettront d'améliorer la sûreté et la compétitivité de ce type de réacteurs. La R&D menée au CEA sur la gestion des matières radioactives est cohérente avec les conclusions du débat public sur le PNGMDR et avec les avis préparés par le comité scientifique de l'ASN.



22

Année	Intitulé du jalon
2022	Revue de fin d'avant-projet sommaire du projet industriel NUWARD™
2022	Comparaison technico-économique des options de multirecyclage en REP : première note de synthèse
2025	Méthodologie de qualification d'un composant de centrale REP élaboré par fabrication additive : élaboration, test et rédaction d'une demande d'intégration dans les codes/normes pour le nucléaire



OS 2B

Disposer des outils expérimentaux et numériques nécessaires à la R&D pour les usages pacifiques de l'énergie nucléaire

Le renforcement de l'autonomie française en matière de recherche et développement dans le nucléaire nécessite le renouvellement et le maintien en conditions opérationnelles des outils expérimentaux et numériques du CEA.

La capacité du CEA à appuyer ses programmes de recherche sur des expérimentations est essentielle pour les industriels de la filière nucléaire mais aussi pour les programmes de la défense. Elle remplit deux objectifs :

- > acquérir des connaissances et des éléments de compréhension permettant d'améliorer les modèles et leur capacité prédictive, ces connaissances et éléments étant capitalisés dans des codes de simulation numérique ;

- > valider ou infirmer par une expérimentation ciblée les résultats prédictifs issus de travaux théoriques,

cette étape permettant de définir un domaine de qualification pour les codes de simulation numérique utilisés notamment dans les démonstrations de sûreté.

Pour cela, le CEA dispose d'installations et d'outils expérimentaux (réacteurs, laboratoires chauds, plateformes technologiques...), indispensables à la réalisation de ses programmes et aux besoins de ses partenaires industriels.

Mettre sous contrôle et poursuivre, selon le calendrier d'achèvement qui sera validé par l'Etat, la réalisation du réacteur RJH, des dispositifs expérimentaux et de production de radioéléments artificiels et préparer son utilisation commerciale



Le réacteur de recherche Jules Horowitz (RJH), réacteur d'irradiation en construction sous la responsabilité du CEA, doit répondre aux besoins de démonstration de sûreté et d'optimisation du parc français (expérimentations sur l'irradiation de matériaux et de combustibles) ainsi qu'aux besoins de radionucléides pour la médecine. À la suite des décisions gouvernementales prises en 2019, un plan de mise sous contrôle est déployé par le CEA, afin de piloter le projet jusqu'au démarrage du réacteur et disposer d'un premier ensemble de dispositifs opérationnels à la mise en service, tout en améliorant la sécurité des activités sur le chantier. En parallèle le CEA prépare la phase d'exploitation scientifique et commerciale du réacteur en s'appuyant sur les besoins prévisionnels exprimés par les différents partenaires.

Maintenir en conditions opérationnelles les laboratoires chauds et les plateformes technologiques nucléaires et actualiser le schéma directeur dans une logique de mutualisation internationale

Le CEA s'attachera à assurer le maintien en conditions opérationnelles et le fonctionnement de l'ensemble des installations nucléaires en service, tout en respectant ses engagements en termes de sûreté. À cet égard, il s'engagera pour assurer la prolongation de l'exploitation du Laboratoire d'examen des combustibles actifs (LECA).

Dans le cadre de la mise à jour du schéma directeur de ses installations, le CEA mènera également une réflexion globale sur la mise en adéquation, au plus juste, de son parc d'installations expérimentales avec ses besoins et ceux de la filière nucléaire française, en tenant compte des possibilités que peuvent offrir des partenariats internationaux. En effet, une vision à l'échelle de l'Europe pourrait permettre l'optimisation des ressources et ainsi préserver certaines installations essentielles, à l'instar des laboratoires chauds, sur le territoire national.

Renforcer les approches combinant expériences et simulation pour contribuer au développement du jumeau numérique

Parallèlement, le CEA continuera à mobiliser son expertise numérique au profit de la recherche nucléaire avec le double objectif d'accroître les capacités prédictives de ses outils de simulation et de développer une approche intégrée entre simulation et expérimentation de façon à optimiser la réalisation des expériences et les connaissances qui peuvent en découler. La stratégie de simulation consistera, pour chaque discipline (neutronique, thermo-hydraulique, mécanique, chimie, matériaux...), à s'appuyer sur une démarche multi-échelle qui permettra d'améliorer la description des effets aux grandes échelles en s'appuyant sur la connaissance des phénomènes physiques construite et validée aux plus petites échelles. L'analyse et la prise en compte des incertitudes permettront de faciliter le choix des modèles, des dispositifs expérimentaux à réaliser et des verrous scientifiques à lever.

Le but ultime de cette démarche, généralisée à toutes les disciplines nucléaires, est de concevoir un projet de réacteur numérique qui pourrait aboutir à la construction d'un jumeau numérique à l'échelle du réacteur nucléaire. Une telle réalisation, annoncée dans le contrat stratégique de filière, permettrait d'asseoir la compétitivité de la filière nucléaire française.

Année	Intitulé du jalon
2021	Mise à jour du schéma directeur des installations, dans une logique de rationalisation des moyens expérimentaux à une échelle internationale, en particulier pour les laboratoires chauds et les maquettes critiques
2023	Vision actualisée à date du modèle économique du réacteur Jules-Horowitz
2023	Fin des travaux de renforcement au séisme maximum historique vraisemblable du LECA
2024	Disponibilité, au sein de la plateforme Réacteur Numérique, du banc d'intégration niveau études, adapté au couplage massivement parallèle sur supercalculateurs
2025	Point d'étape sur l'avancement dans la réalisation du réacteur Jules-Horowitz



OS 2C

Développer les technologies photovoltaïques performantes et contribuer à une filière industrielle européenne

Le recours à l'énergie solaire photovoltaïque (PV) représente un des grands enjeux de la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) pour la période 2019-2028 puisqu'il est envisagé une augmentation de la puissance installée d'environ 4 GW par an. Cet objectif impose de résoudre la problématique de l'approvisionnement en panneaux solaires en considérant l'ensemble des aspects, depuis l'impact environnemental de leur cycle de vie jusqu'à l'indépendance technologique et énergétique, ainsi que les conséquences économiques pour la France. Au-delà d'une offre en puissance installée à travers des modules regroupés en grandes centrales, le photovoltaïque est appelé, par le système, à offrir une meilleure capacité d'intégration dans les réseaux et à s'intégrer dans de nouveaux environnements afin de contourner la contrainte du foncier, ou pour fournir l'énergie nécessaire à des systèmes isolés.

Transférer la technologie à hétérojonction à des acteurs européens ou opérant sur le sol français

Les recherches du CEA sur l'énergie solaire photovoltaïque se positionnent sur l'ensemble de la chaîne de valeur du matériau à l'intégration des systèmes. Concernant les technologies photovoltaïques sur silicium, le CEA poursuivra ses développements sur les cellules à hétérojonction, qui ont donné lieu à un premier transfert industriel réussi, avec l'objectif d'accompagner les industriels français et européens vers la mise en place d'une filière industrielle capable de rivaliser avec les concurrents étrangers.

Préparer les nouveaux systèmes de production photovoltaïque à très haute performance et offrant des capacités d'intégration accrue et de service au réseau

Parallèlement, les recherches sur les générations futures de cellules à très hautes performances se poursuivront en collaboration avec l'Institut photovoltaïque francilien (IPVF). L'accent sera mis sur la technologie tandem la plus prometteuse, combinant une cellule pérovskite et une cellule à hétérojonction silicium ouvrant la voie à des rendements supérieurs à 30 %. Les objectifs communs aux deux générations de cellules sont une amélioration des performances ainsi qu'un allongement de la durée de vie des panneaux et leur intégration dans le réseau grâce à des convertisseurs « *grid friendly* » permettant d'offrir des services de stabilité. L'ambition d'une production plus responsable sera prise en compte dès la phase de conception, en intégrant l'analyse du cycle de vie, de la fabrication des modules jusqu'à leur démantèlement et recyclage en fin de vie. Enfin les travaux sur l'intégration système des modules seront poursuivis car ils représentent une fraction significative du coût du PV et sont susceptibles d'en augmenter la valeur.

Développer l'intégration de cellules photovoltaïques dans tout type de structures en lien avec la feuille de route d'INES.2S

Le CEA s'attachera à concevoir et optimiser l'intégration de cellules photovoltaïques dans des environnements particuliers dans une logique de PV distribué avec un objectif de soutien à des démonstrateurs industriels. Cette activité bénéficiera des moyens et des compétences de l'Institut pour la transition énergétique (ITE) INES.2S et de son écosystème industriel.



Année	Intitulé du jalon
2022	Preuve de concept d'une cellule tandem sur silicium de taille industrielle avec un rendement > 30%
2023	Démonstration d'un convertisseur de puissance photovoltaïque Smart Grid Friendly à même de fournir des services au réseau électrique



OS 2D

Rendre possible un système énergétique décarboné intégré

En développant les technologies clés du stockage, des réseaux intelligents, du vecteur hydrogène et en contribuant au développement des filières industrielles associées, le CEA favorise l'émergence d'un système énergétique décarboné intégré.



La transition vers la disparition de l'usage des carburants fossiles va s'accompagner d'un besoin croissant en batteries pour assurer la mobilité électrique. Ces recherches dans la mobilité bénéficieront aux besoins en stockage stationnaire liés à la hausse importante de la part des énergies renouvelables intermittentes dans le mix énergétique. La combinaison de nouveaux usages, et de nouvelles sources de production distribuées et variables compliquent l'équilibrage du réseau, qui sera rendu possible en recourant au numérique. La connexion possible du réseau électrique vers le réseau de gaz amènera une flexibilité supplémentaire. Dans ce schéma, l'hydrogène sera un vecteur privilégié pour assurer l'interconnexion entre réseaux.

Soutenir le projet européen d'usine de fabrication de batteries nouvelle génération dans ses dimensions chimie et gestion des systèmes pour des applications mobilités

La France, en synergie avec l'Europe, a consenti un investissement important pour la mobilité et les réseaux. Les actions du CEA dans ce domaine s'inscrivent pleinement dans cette dynamique de structuration d'une filière qui devrait conduire à l'installation d'usines de fabrication de grande échelle en Europe. Ses objectifs dans la durée visent d'abord à améliorer la performance et la fiabilité des batteries en soutien des industriels du consortium de l'IPCEI Batteries, dont ACC (co-entreprise entre Saft et PSA) et Solvay. Cette nouvelle génération de batteries servira dans l'optique d'une convergence transport-réseau électrique. À plus long terme, en lien avec l'initiative majeure européenne Battery2030+, le CEA travaille au développement de nouvelles générations de batteries, notamment « tout solide ». Pour cela, il mène à la fois des recherches sur de nouveaux matériaux (électrodes, électrolyte), des concepts de packs intelligents incluant une instrumentation fine au plus près des batteries ou sur le développement de cellules auto-réparantes.

Porter la technologie d'électrolyse haute température à un niveau de maturité permettant la fabrication de modules de plusieurs MW, formant ainsi le socle d'une filière hydrogène

L'hydrogène est aujourd'hui reconnu comme un élément important pour réussir la transition énergétique. Outre la possibilité de stocker les énergies intermittentes à moyen terme en France, il permet, à court terme, de décarboner de nombreux secteurs de l'économie comme l'industrie et les transports lourds fortement émetteurs de CO₂, sous réserve d'être produit par des technologies faiblement émettrices de gaz à effet de serre.

Le CEA dispose des compétences sur toute la chaîne de la valeur nécessaire au développement de ce vecteur, de sa production, grâce à sa maîtrise de la technologie d'électrolyse haute température, à son utilisation à travers ses recherches effectuées sur les piles à combustible, en passant par son stockage pour lequel il apporte son expertise dans les réservoirs haute pression et en matière de sûreté.

L'un des objectifs du CEA, pour la mise en place d'une filière hydrogène européenne à travers le projet d'IPCEI *Hydrogen for climate action*, est la réussite de l'industrialisation de la technologie d'électrolyse à haute température dont le développement sera assuré par la co-entreprise GENVIA. Un programme de R&D ambitieux sera poursuivi, dans le cadre du programme et équipements prioritaires de recherche (PEPR) sur l'hydrogène (PIA₄), afin d'améliorer la durabilité et les performances des composants et des systèmes d'électrolyse haute température. Pour le stockage, au-delà du développement de nouvelles générations de réservoirs haute pression pour la mobilité lourde, le CEA cherchera à développer des solutions innovantes de stockage et de transport de l'hydrogène notamment par voie chimique dans des milieux liquides.

Le CEA a pour objectif d'accompagner l'industriel français Symbio dans son projet d'usine de fabrication de piles à combustible à membranes échangeuses de proton (PEMFC) pour le marché de masse du transport, en optimisant la durabilité et les performances des piles à combustible tout en réduisant leurs coûts.

Développer des outils de simulation des réseaux intelligents et multivecteurs – électricité, chaleur, gaz – intégrant les briques technologiques de production et stockage

Pour accompagner la hausse du taux de pénétration des sources de production renouvelables et intermittentes d'électricité, le CEA développe des outils de dimensionnement de réseaux multi-vecteurs et a l'ambition de renforcer sa capacité de simulation et de modélisation afin d'aboutir à la création d'une plateforme capable de traiter la question de la gestion énergétique multi-vecteur et multi-échelle.

Année	Intitulé du jalon
2022	Réalisation de cellules Li-ion avancées plus sécuritaires (électrolyte hybride), performantes, et mettant en œuvre des procédés respectueux de l'environnement
2023	Fabrication du premier prototype de module électrolyse haute température opérationnel de 300 kW
2024	Mise en service d'une plateforme numérique de simulation de systèmes énergétiques complexes : jumeau numérique d'un réseau opérationnel prenant en compte la demande au niveau local, la pénétration des EnR et le couplage entre vecteurs énergétiques
2025	Réalisation d'un stack PEMFC 100 kW avec une durabilité accrue et à un coût maîtrisé pour la mobilité terrestre



OS 2E Progresser vers une solution énergétique durable

26



En s'appuyant sur les principes d'une économie circulaire, le CEA s'attache à explorer des solutions énergétiques totalement neutres en carbone et économiquement soutenables à l'horizon 2050.

Contribuer au développement de l'économie circulaire pour tous les éléments stratégiques mobilisés dans les technologies pour la transition énergétique

La transition vers une économie neutre en carbone en 2050 implique des ruptures technologiques, des innovations et des adaptations des modes de production et de consommation. Ces évolutions passent nécessairement par des recherches sur des solutions qui s'inscrivent dans les principes de l'économie circulaire. Ils concernent le remplacement de tous les matériaux nécessaires à la transition énergétique et qui sont jugés critiques ou dont la production ou l'utilisation présente un fort impact environnemental, et l'allongement de la durée de vie des composants et leur recyclage. Ils devront être également étendus au carbone avec pour principal enjeu de capter les émissions de CO₂, notamment issues de sources industrielles, et de le transformer en molécules valorisables. La mise en œuvre de nouvelles technologies devrait, à terme, permettre d'atteindre

l'objectif de neutralité carbone dans tous les pays grâce aux « émissions négatives » nécessaires pour compenser les émissions résiduelles. Cette vision s'inscrit dans la feuille de route européenne Sunergy, à la préparation de laquelle le CEA est associé.

Intégrer l'analyse technicoéconomique à moyen terme des solutions explorées en considérant leur impact global environnemental et en termes d'analyse de cycle de vie

La contribution du CEA se fera par la mise en œuvre d'outils et méthodes disponibles dans l'organisme afin d'apporter un éclairage en terme d'analyse technico-économique sur l'ensemble du cycle de vie des développements proposés pour les technologies de production d'énergie bas-carbone, des systèmes de stockage et des procédés de valorisation du CO₂.

Approfondir les voies technologiques possibles permettant de valoriser le CO₂ en produits chimiques en coordination avec IFPEN et en s'appuyant sur les avancées de la recherche fondamentale

En s'appuyant sur sa recherche fondamentale et technologique, et en lien avec ses partenaires (IFPEN, CNRS, universités...), le CEA travaillera au développement de technologies spécifiques pour la réalisation de dispositifs intégrés et de démonstrateurs de conversion et de valorisation du CO₂ et de ses dérivés à travers des approches thermocatalytiques, électrocatalytiques et biologiques. Des ruptures scientifiques émergeront de la compréhension et de la modélisation des mécanismes chimiques et biologiques, de l'étude des matériaux actifs et

de l'élaboration de systèmes catalytiques qui permettent le stockage des énergies lumineuses et électriques sous forme chimique. Les résultats de ces recherches seront intégrés dans le développement des solutions technologiques visant à produire, à partir du CO₂ (atmosphérique ou capté) et d'énergie bas-carbone, des produits chimiques utiles, à haute valeur ajoutée, tels que les engrais ou des polymères et autres matériaux carbonés.

Année	Intitulé du jalon
2021	Dispositif intégré de carburant solaire basé sur des technologies de l'économie circulaire du carbone
2022	Feuille de route CEA/IFPEN sur la valorisation de la biomasse et du CO ₂ en molécules d'intérêt
2024	Démonstrateur power-to-X opérationnel pour la production de liquide d'intérêt
2025	Production à façon d'alcane par la photoenzyme <i>Fatty Acid decarboxylase</i> (FAP)



3 | RÉPONDRE AUX ENJEUX ACTUELS ET FUTURS DE LA TRANSITION NUMÉRIQUE

En préservant les intérêts stratégiques économiques et de souveraineté de la France et en répondant aux préoccupations sociétales, le CEA contribue à la transition numérique.

La transition numérique est un puissant vecteur de transformation de nos sociétés, bouleversant tout autant les chaînes de valeurs et modes de production que le fonctionnement de nos sociétés et les pratiques individuelles. Si l'aspect logiciels et données vient naturellement à l'esprit, cette transition s'appuie aussi sur des progrès technologiques en matière de concepts, de matériaux, de composants et de systèmes, avec une frontière entre le matériel et le logiciel qui devient toujours plus ténue. Au croisement des technologies diffusantes, susceptibles d'irriguer l'ensemble des filières industrielles et du numérique, les technologies du semi-conducteur pour le calcul, les interfaces homme-machine, la communication ou encore la conversion de puissance constituent un socle de souveraineté économique et stratégique plus que jamais essentiel.

Le CEA est présent sur l'ensemble de la chaîne de valeur – de la microélectronique jusqu'aux applications en passant par l'intégration système – en y incorporant la cybersécurité à chacun de ces niveaux. De plus, les réflexions sur ses orientations, menées dans le cadre de la « mission numérique » confortent son positionnement sur plusieurs axes majeurs du numérique du futur, décrits ci-dessous. Son positionnement et les missions régaliennes qui lui sont confiées dans ce domaine, lui permettent d'être un acteur de référence en matière de recherche et développement de solutions numériques de confiance, pour lesquelles il possède un atout : la capacité à combiner les volets matériel et logiciel.

Il compte également une grande diversité d'expertises en numérique répartie dans toutes ses directions opérationnelles. Dans un contexte de forte concurrence, afin de rester au meilleur niveau et de préserver son attractivité, il s'emploiera à maintenir l'excellence de ses infrastructures et à renforcer les synergies internes entre équipes de recherche technologique et de recherche fondamentale afin de mobiliser tout son potentiel de ressource. Le CEA devra également nouer des partenariats étroits avec les acteurs académiques et de diffusion de la recherche, en France et au niveau européen.

[28] Les importants financements requis, notamment pour les infrastructures de microélectronique, sont fournis d'une part par les industriels eux-mêmes et d'autre part par l'État, les collectivités territoriales et l'Union européenne. Ils sont aujourd'hui organisés à travers le programme national « nano2022 » et l'initiative européenne ECSEL, deux actions dans lesquelles le CEA joue un rôle moteur. Leur renouvellement et leur évolution, à travers les stratégies d'accélération pour l'intelligence artificielle et pour l'électronique et l'initiative KDT dans laquelle le CEA est partie prenante, sont critiques et dimensionnant pour tous les acteurs du semi-conducteur, avec des implications majeures pour les filières s'appuyant sur l'électronique, en France et en Europe.



OS 3A

Préparer l'électronique du futur, notamment en matière de paradigmes de calcul post-Moore (neuromorphique, quantique...)

Dans le domaine de la microélectronique, le CEA se positionne en soutien aux industriels français majeurs de la filière et en explorateur de R&D pour les concepts émergents. Ainsi, l'atteinte prochaine de la taille ultime de la gravure, l'explosion de la consommation électrique des centres de calcul et datacenters et les contraintes en terme de développement durable (énergie, matière) renforcent le besoin de recherche sur des procédés de fabrication et des architectures de calcul disruptifs tels que l'empilement 3D, les processeurs neuromorphiques,

ou encore le calcul quantique. Pionnier sur de nombreuses technologies microélectroniques, notamment en matière de technologies CMOS et mémoires, le CEA est bien positionné pour préparer ces ruptures et préserver une excellence scientifique et technologique nécessaire à l'industrie microélectronique et logicielle française et européenne, en développant des briques technologiques matérielles et logicielles pour ces nouveaux paradigmes de calcul. Le CEA anticipe aussi les potentielles ruptures technologiques notamment en nanoélectronique,

spintronique, nanophotonique, détection et métrologie ainsi que dans le domaine des technologies quantiques, en s'appuyant sur la recherche fondamentale. La combinaison de ces deux dimensions permet d'accéder à de nouveaux procédés et de nouveaux nano dispositifs ouvrant la voie à des innovations et à de nouvelles applications.

Renforcer la capacité de R&D en 300 mm afin de faciliter le transfert vers l'industrie

En matière de technologies CMOS, le CEA restera, sur la période du COP, focalisé sur les technologies 300 mm, en s'assurant qu'elles soient exploitables par les concepteurs pour répondre aux besoins des sociétés de type « fabless ». Cela requiert de conserver une capacité à investir dans des moyens de production en salle blanche et de tests. Dans ce contexte, le CEA renforcera les synergies entre ses infrastructures et celles de ses partenaires européens, au premier rang desquels le Fraunhofer et l'IMEC¹. Les technologies de mémoires non-volatiles seront entièrement portées en 300 mm puis transférées à STMicroelectronics pour servir sa stratégie d'intégration des mémoires dans ses microcontrôleurs et pour permettre à cet industriel de monter en puissance sur l'IA embarquée.

Développer des architectures neuromorphiques bio-inspirées à base de mémoires résistives

En matière de processeurs neuromorphiques, composants de calcul pour l'IA permettant de limiter l'échange de données entre le terminal avec des serveurs centraux et de réduire de manière importante les consommations, le CEA développera (i) des composants spécifiques à base de mémoires résistives permettant d'imiter le fonctionnement d'un neurone, (ii) des architectures de circuits spécifiques utilisant ces mémoires résistives permettant de réduire d'un rapport 20 le facteur d'échelle et d'atteindre une consommation inférieure à 1 pJ par impulsion, et (iii) des environnements logiciels et algorithmes associés permettant de démontrer le fonctionnement de systèmes intégrés circuit/capteurs présentant des consommations par opération les plus faibles jamais atteinte. Le CEA a pour ambition, à travers ces travaux, de devenir un acteur de recherche de rang mondial en matière d'implémentation de l'IA dans des systèmes embarqués demandant des capacités de calcul importantes tout en respectant les contraintes de consommation fortes de l'embarqué.

Développer des technologies de calcul embarqué et intensif de confiance, notamment Exascale

En matière d'architectures de calcul classique, le CEA œuvre avec ses partenaires académiques et les industriels de la microélectronique et du calcul haute-performance (HPC), afin

HPC : la révolution de l'exascale au CEA

Le calcul haute performance (HPC) et le traitement massif des données (HPDA) constituent un outil d'autonomie stratégique et un levier d'accélération des développements scientifiques. La simulation apparaît en effet comme incontournable pour chacune des missions du CEA tant en recherche technologique, autour des trois transitions, que pour préserver une recherche fondamentale d'excellence et pour assurer une part essentielle du programme de dissuasion nucléaire national.

A travers la conduite, depuis plus de 20 ans, du programme Simulation de la DAM, le CEA a acquis une expérience approfondie du HPC et a contribué à l'émergence d'un acteur industriel national essentiel à la souveraineté dans ce domaine. En faisant le choix d'une logique intégrée, portant sur l'ensemble de la chaîne – depuis la machine jusqu'au code – et reposant sur un co-développement machine/codes, il a atteint les objectifs ambitieux de ses programmes. Cette expérience sera précieuse face à l'accroissement très significatif des besoins en calcul qui s'accompagne d'architectures de machines de plus en plus hybrides afin de prendre en compte la contrainte de coût énergétique. Dans l'objectif d'optimisation globale, la co-conception des calculateurs et des codes ainsi que la capacité de mobilisation d'un spectre de compétences très variées constituent des éléments clés.

Les ambitions en matière de HPC se situent aujourd'hui dans un paysage européen qui s'appuie sur des entreprises communes et des projets cofinancés. A l'appui de la stratégie européenne, le CEA s'est également engagé dans le projet EPI (European Processor Initiative) qui vise la création d'une filière européenne pour la conception de processeurs pour le HPC. Il est aussi présent sur l'utilisation des moyens centralisés de calcul que ce soit ceux de GENCI en France ou de PRACE au niveau européen ou sur la mise en œuvre d'accélérateurs quantiques portée par l'entreprise commune EuroHPC et GENCI. Il a renforcé sa position européenne à travers un partenariat Franco-Allemand privilégié avec le Centre de Recherche de Jülich.

Le CEA met en place un pilotage centralisé de ses activités dans le domaine du HPC, capitalisant sur l'expérience de la DAM, transversal à toutes les directions opérationnelles et assurant l'interface avec les orientations nationales prises au niveau de GENCI. Cette organisation permettra à la candidature française de renforcer ses atouts pour l'accueil d'une des futures machines de classe exaflopique acquises par EuroHPC. Cette candidature sera portée par GENCI, et la machine hébergée au Très grand centre de calcul du CEA (TGCC) opéré par la DAM à Bruyères-le-Châtel.

de permettre à la France et à l'Europe de regagner une place de leader dans le domaine du calcul qu'il soit distribué ou intensif. Ses principaux objectifs seront d'apporter son expertise pour l'intégration des différents blocs de propriété intellectuelle des partenaires du projet avec une empreinte silicium et énergétique optimale, de développer les technologies d'interconnexions entre les divers blocs et d'apporter des solutions adaptées de packaging avancé.

Développer des technologies et composants pour le calcul quantique compatibles CMOS

En matière de calcul quantique, paradigme ouvrant la voie à des calculs et simulations hors de notre portée avec les technologies d'aujourd'hui (repliement de protéines, planification de trajet multi-utilisateurs, chimie computationnelle...), en associant les directions de recherche technologique et de recherche fondamentale et en collaboration avec le CNRS, notamment l'Institut Néel, et l'UGA, le CEA s'attachera à développer une preuve de concept d'accélérateur quantique à partir de la technologie CMOS (« Spin Qubits »), à travers la démonstration du fonctionnement de 6 qubits intriqués en 2022, étape essentielle pour asseoir la crédibilité d'un passage à l'échelle. Cette étape franchie, le CEA pourra nouer des collaborations stratégiques avec ses partenaires européens, notamment allemands et néerlandais, pour poursuivre le développement technologique à l'échelle continentale.

De plus, le CEA considérera la question de la pile logique allant des architectures de calcul aux algorithmes incluant les systèmes hétérogènes (inclusion de l'accélérateur dans l'ensemble du calculateur). Celle-ci vise à adresser aussi bien les solutions « Spin Qubits » que les voies alternatives, afin de minimiser les effets captifs des solutions logicielles existantes.

Anticiper, en s'appuyant sur la recherche fondamentale, les ruptures futures dans l'électronique et le calcul

Enfin, en matière de recherche amont en nanophysique, le CEA explorera des voies et des concepts de qubits complémentaires ou alternatifs au « Spin Qubit » sur CMOS permettant d'améliorer la maîtrise des erreurs et de pousser la fidélité des portes logiques quantiques bien au-delà de 99,9% et ainsi limiter le nombre de qubits physiques nécessaires aux algorithmes de correction d'erreurs, verrou majeur du passage à l'échelle des processeurs quantiques. Les études se porteront notamment sur les qubits supraconducteurs et autres qubits alternatifs à base de germanium, le couplage spin-photon, les systèmes hybrides supraconducteur/semi-conducteur, et les systèmes topologiquement protégés basés sur des matériaux quantiques non-conventionnels.



30

Année	Intitulé du jalon
2022	Démonstration fonctionnelle d'un circuit neuromorphique avec une très basse consommation, de l'ordre de 1pJ par événement synaptique
2022	Démonstration du fonctionnement de 6 qubits intriqués
2023	Réalisation de nouveaux qubits hybrides supraconducteurs/semi-conducteurs à base de germanium



OS 3B

Développer des microcomposants aux fonctionnalités avancées

L'essor de la microélectronique repose désormais sur l'ajout, à la technologie CMOS pour le calcul et les mémoires, de fonctions non digitales pour réaliser des composants complets (imageurs, visualisation, chargeurs de batteries, microcomposants pour l'éclairage...). Ces technologies, dites *More than Moore*, constituent, grâce à leurs faibles exigences en terme de nœuds avancés, un levier de croissance et de différenciation important pour la filière microélectronique française et plus généralement européenne, dans un contexte international marqué par la prééminence américaine et asiatique sur les nœuds CMOS avancés.

Fort de son positionnement dans ce domaine et tirant bénéfice du caractère plus réduit des investissements nécessaires dans le domaine *More than Moore*, le CEA peut permettre à l'industrie française de la microélectronique de disposer d'un avantage compétitif en développant des composants de plus en plus complexes et intégrés ainsi que le traitement de données associé.

Sur la période du COP, le CEA s'attachera à développer les briques de base et les systèmes miniaturisés performants et à faible consommation, puis à les transférer à l'industrie. Il mettra également à disposition des acteurs majeurs une plateforme technique avec la solution

juridique adaptée pour fabriquer de petites séries pour des marchés de niche.

Développer les nouvelles générations d'imageurs aux fonctionnalités étendues

Plus spécifiquement, en matière d'imageurs, domaine qui représente la deuxième source de revenus de STMicroelectronics et contribue à la stabilité de l'emploi dans l'écosystème grenoblois, le CEA mènera des travaux de recherche visant à proposer des architectures rapprochant les technologies CMOS et les capteurs d'images, visible et infrarouge, et des fonctionnalités avancées.



Développer et transférer des démonstrateurs d'écrans de visualisation répondant aux besoins des nouvelles applications

Dans le domaine des écrans de visualisation, les microLEDs représentent une rupture majeure qui modifiera le paysage pour les années à venir. Le CEA s'est positionné en acteur de recherche majeur de cette technologie, tant pour les applications microécrans que pour les écrans de plus grande taille. Sa feuille de route dans ce domaine est fortement accélérée par le partenariat stratégique d'ampleur inédite avec un acteur technologique nord-américain qui permet d'adresser les questions de résolution et de couleurs natives de la technologie avec des moyens considérables et des perspectives de retombées pour la filière européenne de

microélectronique. Sur la période du COP, ces développements seront mis à profit pour développer les applications connexes identifiées. Pour les grands écrans, le CEA continuera d'accompagner la start-up Aledia en poursuivant la montée en maturité et le transfert industriel de la technologie super-smart pixel. Dans ce cadre, le CEA développera des démonstrateurs intégrés, miniaturisés et incorporant de nouvelles fonctions.

Amener les technologies GaN et SiC à maturité afin de répondre aux besoins de l'automobile, de l'aéronautique et du grand public en matière d'électronique de puissance

Enfin, pour répondre aux enjeux de la transition énergétique, notamment en matière de pilotage intelligent des sources et du réseau, les composants d'électronique de puissance devront faire appel aux technologies de nitrure de gallium sur silicium (GaN/Si) et de carbure de silicium (SiC) en raison de leurs caractéristiques intrinsèques (compacité, économie de coûts, réversibilité). Or, ces technologies affichent aujourd'hui des maturités technologiques relativement basses. Dans ce contexte et dans le cadre d'un plan de soutien national dédié à l'électronique de puissance, le CEA s'impliquera dans la structuration de la filière industrielle et engagera des travaux spécifiques visant à développer une offre technologique originale pour les nouvelles générations de composants et de systèmes intelligents de puissance.

Année	Intitulé du jalon
2022	Transfert de technologies pour la réalisation de composants GaN/Si 200 mm à STMicroelectronics
2023	Transfert industriel d'une technologie en rupture pour dispositifs de visualisation



OS 3C

Développer des infrastructures numériques de confiance, sécurisées et disruptives

Le besoin d'accroissement de la masse de données échangées pour répondre aux usages émergents du numérique (véhicule autonome connecté, ville intelligente, smart-grid...) d'un monde de plus en plus digitalisé nécessite de disposer de systèmes critiques et d'infrastructures numériques sûres. Tout en augmentant les connectivités, ces systèmes doivent faire preuve d'une sobriété énergétique accrue et d'une résilience à la cybercriminalité élevée, et ainsi contribuer à la souveraineté nationale et européenne en matière de télécommunications et de cybersécurité.

Développer de nouveaux composants 5G, préparer la montée en fréquence et anticiper les développements technologiques nécessaires à la 6G

Le développement de technologies et composants 5G de confiance et l'anticipation des besoins de la 6G correspondent à une attente forte des partenaires industriels et des autorités vis-à-vis du CEA.

En matière de 5G, les travaux de recherche futurs du CEA viseront à contribuer à l'unification des couches protocolaires des divers systèmes de communication jusque-là cloisonnés (internet des objets -IoT, 4G,

satellite...), à l'amélioration des performances (débits, latence, qualité de service...), à la diminution de la consommation électrique, et à développer de nouvelles fonctions telles que l'agilité, la localisation, la sécurisation et la sûreté. L'accès à ces fonctionnalités en mobilité représente, en effet, une attente forte.

Le CEA aborde ces champs applicatifs principalement en développant de nouveaux composants radiofréquence (RF) pour la 5G. L'approche prioritaire consiste à monter en fréquence afin d'augmenter les débits tout en diminuant le rayonnement électromagnétique. Ces technologies devraient ensuite être transférées à des acteurs majeurs, tels que STMicroelectronics et SOITEC. Par ailleurs, le CEA s'investira progressivement dans le développement des technologies 6G, attendues à l'horizon 2030, en menant des travaux de recherche à l'interface de la microélectronique et des Télécom.

Proposer de nouvelles briques technologiques et outils indispensables à la résilience et la sécurité des composants de confiance, des systèmes communiquant du futur et des infrastructures sensibles

Par ailleurs, le CEA poursuivra le développement de nouvelles briques technologiques indispensables à la résilience et la sécurité des composants de confiance, des systèmes critiques et des infrastructures sensibles. Le développement de ces technologies devra aussi prendre en compte les nouvelles modalités d'attaque fondées notamment sur l'IA et les technologies quantiques.

Le CEA mènera par ailleurs des travaux visant à apporter des

ruptures technologiques dans le secteur des outils matériels et logiciels qui, en soutien des analystes, permettent d'automatiser et de fiabiliser les actions de conception, de validation et de maintien en condition de sécurité des systèmes critiques et infrastructures sensibles. Ces outils permettront d'augmenter la capacité des experts dans toutes les étapes du cycle de vie d'un produit ou d'une infrastructure. Automatiser et améliorer les outils par de nouvelles technologies numériques, en particulier à base d'IA, sont nécessaires pour répondre aux besoins des acteurs étatiques et industriels.

Plus spécifiquement, les actions prioritaires du CEA porteront sur le prototypage, la validation et le transfert des technologies matérielles et logicielles de cybersécurité et d'IA de confiance aux acteurs français du numérique, de la défense et de l'énergie, à développer, valider et valoriser des outils d'analyse de sécurité, parfois fondés sur l'IA, et à prospecter les futurs besoins technologiques de cybersécurité en s'impliquant dans des initiatives structurantes à l'image de la direction du réseau Européen de compétences Sparta, du Campus Cyber ou du Comité stratégique de filière des industries de la sécurité.

32

Année	Intitulé du jalon
2021	Réalisation d'une IA robuste aux attaques adverses
2024	Réalisation d'outils intégrés d'évaluation et de certification de composants de confiance



OS 3D

Contribuer à la numérisation de l'industrie, notamment grâce à la robotique, l'ingénierie dirigée par les modèles et la fabrication additive

Après plusieurs décennies marquées par une délocalisation massive des activités manufacturières vers des pays offrant une main d'œuvre et des matières premières à bas coût, les technologies de l'industrie 4.0, terme qui regroupe des technologies industrielles numériques diverses (robotique, IoT, fabrication additive, IA...), offrent aux entreprises l'opportunité de regagner en compétitivité et en flexibilité.

Mettre la robotique de dernière génération et l'ingénierie dirigée par les modèles au service des processus industriels et de l'optimisation des procédés

Capitalisant sur des savoir-faire avancés en sciences des matériaux et en télé-opération robotique, le CEA concentre ses efforts sur le développement des briques technologiques différenciantes pour la fabrication additive et la robotique/cobotique. Le CEA contribue aux technologies numériques pour l'Industrie du Futur en permettant notamment de recueillir en temps réel

les informations relatives aux processus de production, de modéliser les procédés, les postes de travail et les chaînes d'approvisionnement, d'auto-diagnostiquer et auto-adapter les procédés de production, d'intégrer les robots collaboratifs et les dispositifs d'assistance au poste de travail, et d'amener la fabrication additive à maturité pour une utilisation nominale dans les processus de production.

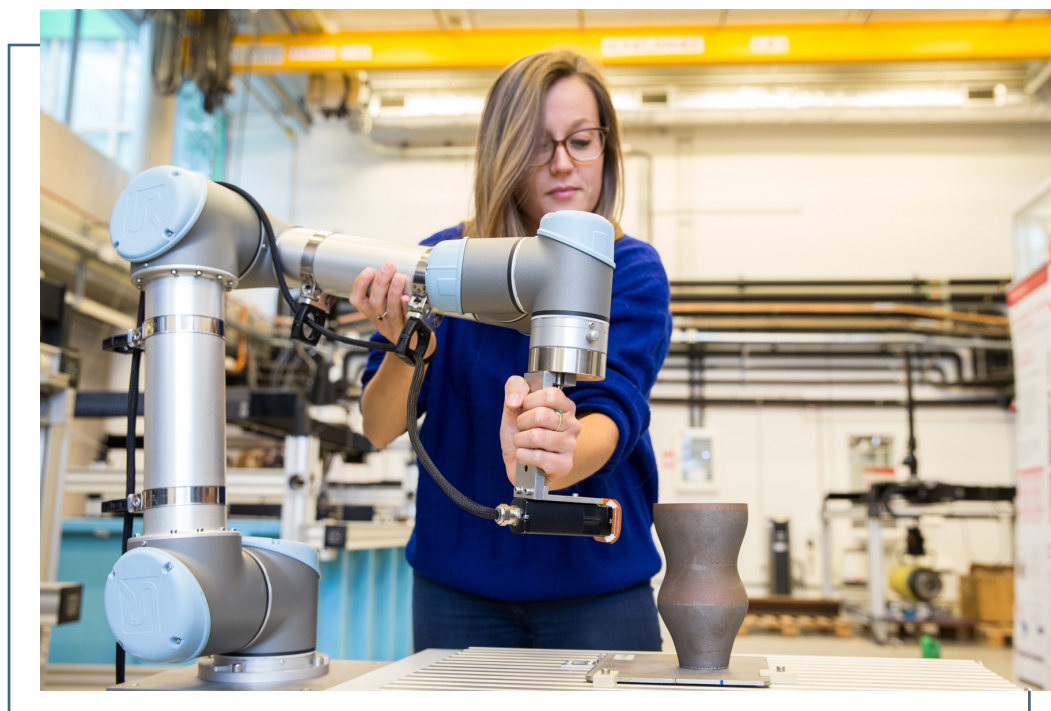
En matière de robotique, le CEA s'attachera à développer des technologies permettant aux cellules robotiques d'intégrer à la volée des chaînes de production faisant cohabiter l'homme et le robot, grâce à une adaptation dynamique aux imprévus, un apprentissage intuitif et autonome de nouvelles tâches et une interaction avec des jumeaux numériques plus efficace.

En matière de composants numériques industriels, le CEA aura pour objectif de développer des interfaces homme-machine adaptées aux systèmes industriels, des architectures de calcul embarquées performantes basées notamment sur l'IA, et des solutions de connectivité et de localisation performantes en environnement contraint.

Développer des briques de technologies permettant d'améliorer la chaîne de commande numérique de la fabrication additive

Enfin, en matière de fabrication additive, le CEA mènera un programme de R&D visant à maîtriser le choix et le cycle des matières et des outils de conception, à généraliser l'usage du contrôle non destructif dans la phase de conception, à intégrer des fonctionnalités avancées basées sur l'IA et à collecter et structurer des données pour une meilleure convergence des procédés.

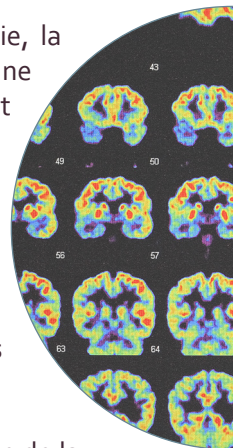
Année	Intitulé du jalon
2022	Intégration du contrôle non destructif dans une machine de fabrication additive
2023	Démonstration de programmation intuitive pour robot auto-apprenant
2023	Développement d'un écran multisensoriel haptique et audio-surfacique



4 | CONTRIBUER À L'ÉMERGENCE DE LA MÉDECINE DU FUTUR

En capitalisant sur des compétences multiples et en lien étroit avec les structures de recherche cliniques, le CEA s'attache à promouvoir les technologies pour la médecine du futur.

Grâce à l'utilisation combinée de technologies de pointe, du numérique et des progrès de la biologie, la médecine est en train de vivre une révolution mondiale. Cette « médecine du futur » repose sur une approche multifactorielle considérant l'ensemble des variables biologiques, environnementales et comportementales du patient, dans un objectif triple de prévention, de qualité des soins et de maîtrise des coûts. Elle s'appuie sur l'exploitation massive des données de santé, l'identification de marqueurs individuels de prédisposition et d'évolution des maladies, et le développement de dispositifs médicaux. Elle permettra la mise au point accélérée de traitements personnalisés. Elle apportera une réponse aux crises annoncées, comme l'explosion attendue de maladies chroniques et de maladies neurodégénératives liées au vieillissement de la population ou les menaces de pandémies ou de bactéries multirésistantes, en permettant de repenser notre système de santé pour en garantir l'efficacité dans un contexte de moyens humains et financiers limités.



Au côté de ses partenaires académiques, cliniques et industriels, le CEA peut contribuer à cette révolution de la médecine. En effet, il cumule des compétences historiques dans le marquage isotopique, la radiobiologie ou encore l'imagerie ainsi que des expertises multiples et interdisciplinaires (microélectronique, microfluidique, IA embarquée, cybersécurité, fabrication avancée). Cette pluridisciplinarité, adossée à des plateformes et infrastructures nationales, constitue un atout précieux, dans le cadre de programmes de recherche construits en lien étroit avec les cliniciens, et permettant notamment l'accélération de la diffusion des innovations par les acteurs industriels au profit des patients et du système de santé. Dans cette relation tripartite, le CEA ambitionne de se positionner comme un acteur de l'émergence de la médecine dite « 4P » (préventive, prédictive, personnalisée et participative).

Face à la crise de la Covid-19, le CEA a été en mesure de mobiliser très rapidement sa recherche technologique, son expertise scientifique et ses plateformes de recherche pour contribuer à sa gestion. Il continuera à participer à une nouvelle approche de vaccination à base d'ARN messager et à la mise au point de tests de détection tout en initiant de nombreuses recherches fondamentales pour comprendre cette maladie.

34

Le CEA conduira en début de période du COP, une revue de sa stratégie dans le domaine des technologies pour la médecine du futur afin d'assurer une parfaite mobilisation de ses ressources internes autour d'objectifs lisibles, cohérents avec les attentes de ses partenaires et répondant aux enjeux de santé publique, économiques et de souveraineté.



OS 4A

Accélérer le transfert des innovations diagnostiques et thérapeutiques en milieu médical en s'appuyant sur les infrastructures nationales en biologie et santé

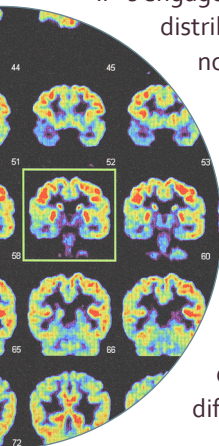
Assurer l'exploitation et la pérennité des infrastructures nationales en biologie et santé (INBS)

Le développement et la combinaison d'approches chimiques, biologiques ou physiques permettent d'appréhender les phénomènes biologiques dans leur complexité et d'élaborer des stratégies innovantes pour mieux prévenir, diagnostiquer, suivre ou traiter les différentes pathologies.

En prenant en compte très en amont les contraintes réglementaires et industrielles propres aux technologies pour la santé, ces innovations arrivent plus vite au lit du patient et améliorent sa prise en charge. Au CEA, ces travaux se développent autour de réseaux, de plateaux techniques et d'infrastructures nationales de recherche en biologie et santé (INBS) auxquels il contribue activement. Il est ainsi impliqué dans 12 infrastructures labellisées par le ministère chargé de la recherche, en tant que coordinateur (France Life

Imaging, France Génomique, IDMIT, Neuratris, NeuroSpin) ou partenaire (Frisbi, Profi, IFB, Metabohub, Emphasis, Ibisba, ChemBioFrance), certaines étant les nœuds français des infrastructures européennes inscrites sur la feuille de route des ESFRI¹.

Il s'engagera aussi sur le projet EBRAINS² (plateforme distribuée pour la recherche sur le cerveau), candidat à la nouvelle feuille de route ESFRI.



Plusieurs de ces infrastructures concernent l'imagerie biomédicale qui est appelée à rester un point fort du CEA. Il dispose, en effet, d'une expertise sur toute la chaîne de valeur, développant de l'instrumentation spécifique, comme l'aimant d'IRM à 11,7 T corps entier de NeuroSpin, du traitement d'images ou encore des marqueurs biologiques, et combinant ces différentes approches.

D'autres infrastructures sont dédiées à la recherche translationnelle. Dans ce domaine, grâce à l'étude de modèles animaux hébergés dans des animaleries de haut niveau de sécurité, les infrastructures rendent possibles des explorations fonctionnelles (imagerie *in vivo* et analyses multi-omiques) permettant au CEA d'assurer un continuum de travaux depuis les échelles moléculaires et cellulaires jusqu'au développement de modèles précliniques.

Renforcer les recherches dans le domaine des innovations diagnostiques et thérapeutiques

Dans le domaine historique de la radiothérapie, le CEA développe et évalue l'efficacité de nouvelles méthodes d'irradiation, de nanoparticules radio-sensibilisantes, de thérapies protectrices des tissus sains. Il contribue à l'élucidation des bases génétiques de la radiosensibilité individuelle afin de pouvoir adapter les doses délivrées pour un traitement personnalisé, contribuant ainsi aux besoins exprimés dans les avis du comité scientifique de l'ASN.

La plateforme DOSEO développe des solutions logicielles et matérielles pour mesurer et optimiser la dose reçue par les patients en imagerie et en radiothérapie.

Le CEA explore et valide de nouvelles solutions thérapeutiques, biologiques, chimiques ou radiologiques contre des affections neurologiques, cancéreuses ou infectieuses. Il s'appuie pour cela, notamment, sur ses capacités de marquage isotopique pour qualifier des candidats médicaments et analyser leur biodistribution. Il développe des modèles précliniques, notamment à IDMIT³ et à Neuratris⁴, pour prédire chez l'humain l'efficacité de ces nouveaux traitements, de candidats-vaccins ou des stratégies thérapeutiques innovantes comme la thérapie génique.

Promouvoir des initiatives transversales pour permettre l'intégration des innovations dans le parcours du patient et leur mise sur le marché, en veillant autant que possible à la maîtrise des coûts

La pertinence médicale et la compatibilité avec les contraintes réglementaires, industrielles et les usages sont prises en compte dès la conception des produits au sein de plateformes dédiées. Dans le centre de recherche biomédicale Cinatec est réalisée la validation d'approches thérapeutiques à l'interface cerveau-machine. L'alliance Hub4AIM associant JBT HubUp, CEA-Leti, Université Grenoble-Alpes et CHU Grenoble-Alpes, prend en charge la pré-industrialisation de dispositifs médicaux. Enfin, le CEA poursuivra le projet PASREL, destiné à accélérer la diffusion de l'innovation en milieu hospitalier, en lien étroit avec l'Université Paris-Saclay, les établissements hospitaliers de proximité et le pôle de compétitivité Medicen Paris-Région.

Année	Intitulé du jalon
2021	Première image test avec l'IRM Iseult
2022	Développement de nouvelles approches pour la visualisation par imagerie <i>in vivo</i> des médicaments antiviraux dans le cadre d'IDMIT
2023	Obtention du permis de construire pour le bâtiment PASREL
2025	Retour d'expérience et analyse de l'essai clinique du traitement de la maladie de Parkinson avec une illumination proche infrarouge

1 European Strategy Forum on Research Infrastructures.

2 EBRAINS est une plateforme dédiée aux neurosciences visant l'intégration et le traitement de données pour modéliser la complexité du fonctionnement du cerveau en incluant des approches informatiques de neurosciences computationnelles, d'IA et de robotique.

3 Infrastructure de recherche pour les maladies infectieuses humaines et auto-immunes.

4 Infrastructure de recherche translationnelle pour les thérapies innovantes en neurosciences.



OS 4B

Organiser et promouvoir le développement de méthodes numériques en santé au profit des usages pour la recherche, le soin et l'innovation

La médecine de précision vise à prendre en compte les processus pathologiques et les facteurs de risques dans le contexte spécifique de chaque patient, pour l'orienter vers le traitement le plus efficace. Pour cela, elle s'appuie sur l'intégration et l'exploitation d'un nombre toujours croissant d'informations issues des approches globales (omiques, imagerie à grande échelle, données issues de capteurs) qui contribuent, notamment, à l'identification de biomarqueurs diagnostiques et pronostiques.

Dans ce panorama, en lien avec ses partenaires académiques et industriels et dans l'esprit de la science ouverte, le CEA se concentre sur trois aspects :

> ses compétences en termes d'acquisition, d'analyse, de sécurisation et de stockage de données seront mobilisées dans le plan France Médecine Génomique 2025 à travers notamment le centre de

référence, d'innovation, d'expertise et de transfert (CReFIX) avec le démarrage des premiers projets de recherche, et le futur collecteur et analyseur de données national (CAD) ;

> il contribue aussi au développement d'une plateforme de R&D dédiée au numérique en santé, accessible aux communautés de recherche académique et privée, qui permettra le stockage de données de qualité, leur gestion et intégration, leur traitement et leur analyse avec des approches globales alliant robustesse et reproductibilité ;

> enfin, le CEA développe l'intégration de données hétérogènes (imagerie et multi-omiques) en collaboration avec l'institut français de bio-informatique (INBS IFB) à travers l'utilisation d'outils de traitement de données issues de l'intelligence artificielle.

Année	Intitulé du jalon
2022	Avancée des projets pilotes lancés dans le cadre du CReFIX



OS 4C

Développer des dispositifs médicaux s'appuyant sur la convergence micro-nano et bio-technologies

La rapidité, la fiabilité, voire la portabilité des méthodes, constituent un enjeu pour une médecine préventive plus personnalisée. Dans ce contexte, le CEA concentre ses activités sur les approches innovantes associant biotechnologies et micro-nanotechnologies combinant, en fonction des applications visées, microélectronique, capteurs, imageurs, micro-fluidique... afin de mettre au point des dispositifs médicaux ou à composantes biologiques contribuant à l'accélération de la prise de décision ou au suivi thérapeutique.

Développer des dispositifs médicaux

Il s'agit, d'une part, de développer des tests de détection ou de diagnostic *in vitro* pour le terrain offrant de meilleures performances en termes de sensibilité, spécificité, multiplexage, robustesse et débit. Ces recherches présentent un intérêt majeur pour la médecine sur théâtre d'opération militaire ou en zone éloignée d'infrastructures de soin. Les technologies

déployées dans ce but contribuent aussi à l'accélération de développement de tests diagnostiques, en lien avec des acteurs industriels, répondant aux besoins de la médecine hospitalière, à l'instar des tests d'antibiorésistance, ou de ville.

Concevoir et réaliser des dispositifs médicaux « à composantes biologiques »

Le CEA mène, d'autre part, des recherches sur les organes sur puce qui, en mimant la physiologie et les fonctions biologiques des organes humains, permettent le criblage de nouveaux traitements, d'aider aux choix thérapeutiques personnalisés, d'étudier les mécanismes fondamentaux et processus physiopathologiques, contribuant ainsi à la médecine régénératrice. Un prototype de « Pancréas sur puce », en développement avec le CHU Grenoble-Alpes, permettra d'aborder les problématiques de production à grande échelle.

Année	Intitulé du jalon
2021	Dispositif médical « Point-Of-Care » pour l'analyse d'un biomarqueur pour le suivi des insuffisants cardiaques sévère
2025	Application des « organes sur puce » pour criblage pharmacologique

5 | CONFORTER UNE RECHERCHE FONDAMENTALE D'EXCELLENCE

En lien étroit avec la recherche académique nationale et internationale, le CEA s'emploie à disposer d'une recherche fondamentale au service de ses missions.

Les atouts de la recherche fondamentale du CEA reposent sur son excellence et sa visibilité internationale, son ouverture vers le monde académique à travers la mixité de certaines de ses unités, accentuées par l'insertion dans les politiques de site. La pluri et l'interdisciplinarité, associées aux synergies internes assurent un continuum de l'enseignement et de la recherche à l'industrie essentiel au positionnement du CEA, à son ressourcement et à la préparation des ruptures à venir, par sa capacité à disposer d'un socle de connaissances et de compétences. Les activités de recherche fondamentale peuvent s'appuyer sur la capacité de l'établissement à concevoir, réaliser et exploiter des instruments et infrastructures de haut niveau, à maîtriser des approches multi-échelles, à conduire des simulations. Elles bénéficient d'un mécanisme interne de soutien aux thèses et aux projets de recherche transversale.



OS 5A

Assurer le maintien d'un socle d'excellence en recherche en sciences de la matière et du vivant

Le CEA conduit une recherche fondamentale de pointe autour de projets ou d'expériences structurants, intégrant très souvent une instrumentation innovante, et qui tirent parti d'expertises scientifiques et techniques pluridisciplinaires présentes au sein de ses équipes. Le CEA développe un socle de savoir et savoir-faire en lien étroit avec ses partenaires académiques (CNRS, Inserm, universités...) et industriels (laboratoires communs). Il participe à l'émergence de concepts innovants au service des missions régaliennes du CEA (dissuasion nucléaire, sécurité globale) et des défis sociétaux (défi climatique et environnemental, transitions énergétique et numérique, médecine du futur).

Le CEA veille à préserver une diversité de recherche et une source de nouvelles idées, à attirer d'excellents profils scientifiques et techniques susceptibles d'obtenir des bourses ERC ou des chaires juniors de type *tenure-track* de la LPR, au travers de cinq thématiques scientifiques qui s'appuient sur un axe transversal relatif à l'instrumentation innovante.

Les lois fondamentales de l'Univers. Le CEA se positionne sur des expériences clefs de la physique des deux infinis : origine de la matière et de l'énergie noire, des grandes structures de l'Univers, de l'asymétrie matière-antimatière. Elles sont le plus souvent menées auprès de grandes infrastructures de recherche – au GANIL pour étudier les propriétés des noyaux atomiques, au CERN pour tester finement le modèle Standard – dans le cadre de collaborations internationales – oscillations de neutrinos (Dune), observation de l'univers depuis le sol (ESO, CTA) ou l'espace (ESA, CNES) – dans lesquelles le CEA s'attache à ce que la France soit un acteur scientifique ou technique reconnu.

Les nouveaux matériaux et états de la matière. Le CEA s'appuie sur un ensemble d'expertises internes et externes en physique de la matière condensée, de la synthèse chimique à la caractérisation de nouveaux matériaux présentant des propriétés remarquables, qui sont sources d'innovations dans les domaines des matériaux, de l'énergie, dans les travaux en lien avec la conversion et la valorisation du CO₂, et de l'information comme les technologies quantiques. Le CEA développe des plateformes remarquables pour l'étude de systèmes complexes et des processus hors équilibre (Vortex) et de la dynamique électronique au moyen de sources lasers ultra brèves (ATTOLab). Le CEA étudie également la conception d'une source de neutrons couplant accélérateur, cible compacte et instrumentation pour répondre aux besoins des industriels de la défense et de la recherche française.

Les évolutions du climat et de l'environnement. Les travaux du GIEC, auxquels le CEA contribue, ont établi et quantifié l'origine anthropique du changement climatique. La priorité est désormais à l'amélioration des prévisions des changements en cours, et de leurs impacts sur l'environnement et la société en soutien des politiques publiques : évolution des climats passés récents, cycles biogéochimiques globaux et impacts environnementaux, suivi de la composition de l'atmosphère depuis le sol et l'espace, simulation à haute résolution sur le temps long.

Les mécanismes fondamentaux du vivant. Au travers d'approches multidisciplinaires, l'objectif est de comprendre le fonctionnement d'un système biologique à partir de ses constituants de base, des mécanismes d'assemblage de molécules dans les cellules ou les tissus, en s'appuyant notamment sur la caractérisation des

protéines et l'ingénierie cellulaire *in vitro* et *in vivo*.

Le CEA développe, très souvent au sein d'unités mixtes (dont certaines comme l'I2BC hors murs), des modèles *in vitro* originaux (ou des modèles animaux) dans des installations uniques en France, pour éclairer la connaissance du fonctionnement des cellules et des organismes au-delà de la mise au point de traitements. Le CEA poursuivra également l'exploration de la biodiversité par des approches globales innovantes (métagénomique) ou des approches moléculaires et computationnelles visant à modéliser le métabolisme et la bioénergétique cellulaire. Les échanges entre équipes du CEA devront permettre d'exploiter le potentiel de ces travaux en termes de développements technologiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et de la santé.

Organisation du cerveau et le code neural. Il s'agit de faire le lien entre la dynamique des réseaux de neurones et l'organisation du cerveau d'une part, et les fonctions cognitives d'autre part. Pour appréhender la complexité du cerveau et mesurer l'activité cérébrale, le CEA met à la disposition de la communauté scientifique un ensemble unique d'instruments d'imagerie : de l'IRM 11,7 T corps entier au microscope « trois photons ». Ces instruments exigent des moyens de calcul, de

stockage, de traitement et d'analyse des données utilisant des méthodes de l'IA, qui permettent de mieux comprendre les dysfonctionnements du cerveau liés aux maladies neurodégénératives et psychiatriques. La comparaison de l'homme et l'animal, l'étude du développement postnatal contribuent à la compréhension du cerveau humain avec pour ambition d'identifier le code neural et son lien avec les fonctions complexes (langage, calcul et conscience).

Instrumentation innovante. Le CEA développe un ensemble d'outils innovants pour les besoins de ses recherches et de la communauté scientifique tirant parti d'approches multidisciplinaires et de plateformes dédiées. Dans le cadre de collaborations internationales, le CEA conçoit et réalise de grands instruments, en partenariat avec des industriels, qui contribuent à la compétitivité des infrastructures de recherche (INBS, IR, IR*). Ces développements favorisent l'innovation et le transfert industriel dans les domaines des cryotechnologies (accélérateurs, grands aimants, spatial), des systèmes de détection, d'imagerie, de la simulation numérique, du traitement de données.



38

Année	Intitulé du jalon
2022	Contribution au sixième rapport du GIEC
2022	Installation des équipes dans le complexe immobilier de l'I2BC à Gif-sur-Yvette pour créer un pôle sur la biologie intégrative de la cellule
2024	Fin des études d'avant-projet d'une source de neutrons compacte pour la diffusion neutronique
2025	Incorporation de données océaniques globales de génomique environnementale dans au moins un modèle biogéochimique du système Terre



OS 5B

Contribuer à la construction, la jouvence et l'exploitation de très grandes infrastructures de recherche

Concevoir, réaliser et exploiter de très grandes infrastructures ou de grands instruments de recherche

Les très grandes infrastructures de recherche (IR*) sont des installations pluridisciplinaires, ouvertes à la recherche académique française et internationale sur des critères d'excellence, qui participent au rayonnement scientifique de la France. Elles ont pour objectifs d'explorer la frontière des connaissances en physique, chimie et biologie ou de répondre à des enjeux sociétaux dans des domaines appliqués. A travers elles, les opérateurs de recherche renforcent leurs compétences au meilleur niveau. Les territoires qui accueillent des IR* bénéficient de retombées économiques, et veillent à soutenir leur développement.

Les IR* font l'objet d'une stratégie nationale et d'une perspective européenne pilotée par le MESRI, où sont priorisées les feuilles de routes scientifiques, et d'un pilotage au niveau de l'État auxquels le CEA et le CNRS participent dans une logique de soutenabilité budgétaire et en cohérence globale avec la Feuille de route nationale des infrastructures de recherche. Le CEA veillera notamment au respect des engagements de la France concernant les fournitures en nature faisant l'objet d'accords intergouvernementaux, et des dispositions prises concernant leurs financements.

Sources de neutrons. Le CEA et le CNRS représentent la France à la gouvernance de l'ILL dont le sixième protocole doit être signé en 2021. Suite à l'arrêt du réacteur Orphée fin 2019, le CEA contribuera à améliorer l'accès de la communauté française aux infrastructures

de diffusion neutronique à travers, notamment, la mise en service de nouveaux instruments au Paul Scherrer Institut (Suisse) ou à l'Institut Laue Langevin en tant que lignes de recherche collaborative (CRG de l'ILL). Le CEA participe à la construction de la source ESS (Suède) pour laquelle il livrera des éléments de l'accélérateur et plusieurs instruments.

Sources de lumière. Le CEA et le CNRS sont les associés de la source nationale SOLEIL. Ils représentent la France à la gouvernance des sources européennes ESRF et E-XFEL. Le CEA contribuera à la jouvence des lignes CRG de l'ESRF, et veillera à la compétitivité de SOLEIL et au développement de E-XFEL.



Accélérateurs de particules. Le CEA est engagé dans la jouvence des expériences du LHC pour tirer parti de sa montée en luminosité à son énergie nominale. Le CEA et le CNRS exploitent le GANIL avec pour objectif l'achèvement et la mise en service des nouveaux équipements (NFS, S³, la construction de DESIR et du nouvel injecteur), et l'exploitation des faisceaux de l'accélérateur SPIRAL2. Le CEA veillera à finaliser ses contributions en nature au projet FAIR qui connaît de nouveaux surcoûts, et à définir ses contributions à l'expérience d'oscillation de neutrinos DUNE notamment sur la partie accélérateur (PIP-II).

Observatoires. Le CEA est partie prenante du réseau européen ICOS de mesure des gaz à effet de serre. Il participe au projet CTA (ERIC en cours de constitution), un réseau de télescopes sur le site de La Palma (Espagne) et de l'ESO (Chili) pour l'étude des rayons cosmiques de très haute énergie, avec la conception de caméras et de miroirs.

Calcul intensif. Le CEA est actionnaire de GENCI qui coordonne l'acquisition de moyens de calculs et leur accès par les communautés scientifiques. Le CEA opère la machine Joliot-Curie au Très Grand Centre de Calcul du CEA (TGCC) et se prépare pour l'accueil d'une des deux futures machines exaflopiques européennes attendue à l'horizon 2024. Celle-ci devrait être co-acquise par la *Joint Undertaking entreprise* (JU) EuroHPC et un consortium coordonné par GENCI pour la France. Le CEA, à travers toutes ses directions civiles et militaire, s'implique fortement dans ce projet aussi bien dans sa structuration, dans les aspects infrastructures et couches intermédiaires de calculs, que dans le choix et le portage des applications sur ces machines convergées aux architectures

nouvelles. En lien avec ses partenaires, le CEA jouera en France un rôle de structuration des travaux sur le HPC, notamment en assurant le lien entre la technologie, l'exploitation des machines, les piles logicielles et les méthodes numériques et finalement leurs usages, et en bénéficiant des synergies avec le secteur défense de ces activités.

Contribuer à la construction, l'opération et l'exploitation scientifique d'ITER à travers la compréhension et la maîtrise des plasmas stationnaires et l'ingénierie des systèmes de fusion

L'objectif du projet ITER à Cadarache est d'aboutir à la maîtrise d'un plasma de fusion et de définir les spécifications d'un futur réacteur électrogène (DEMO). Dans ce cadre, le CEA contribue à la mise en œuvre de la stratégie nationale sur la fusion dont les acteurs français, réunis au sein d'une fédération de recherche, visent la compréhension des plasmas de fusion et de leurs interactions avec les composants face au plasma à travers l'expérience et la simulation.

Le CEA exploite la plateforme de WEST qui sera dotée, en 2021, d'un *divertor* de type ITER en tungstène activement refroidi dont la réalisation a bénéficié d'un soutien international. WEST étudiera le plasma de bord et les interactions plasma-paroi en environnement tungstène en préparation d'ITER. Les scientifiques européens et asiatiques pourront participer à des expériences à distance sur WEST (et réciproquement pour la communauté française à des expériences asiatiques) au moyen d'outils préfiguratifs comme le centre de contrôle REC à Cadarache. Le CEA place l'exploitation de cette plateforme dans une logique de soutien à ITER et de transition vers une machine communautaire à l'instar d'autres champs scientifiques de la physique.

Le CEA contribue par ailleurs, à la construction d'ITER en fournissant, au travers de contrats de l'agence *Fusion for Energy* (F4E), le diagnostic infrarouge (WAVS) pour le contrôle des flux de chaleur et la conception d'un prototype de couverture tritigène (TBM). Le CEA étudiera les possibilités de valoriser ses compétences (ingénierie des systèmes de fusion, environnement nucléaire, sûreté) dans les activités d'exploitation d'ITER comme la téléopération et la maintenance, ou l'ingénierie des composants internes (diagnostics, TBM).

Année	Intitulé du jalon
2021	Première campagne d'expériences sur WEST avec le divertor tungstène activement refroidi complet
2022	Démarrage des réalisations CEA du système d'accélérateur de PIP-II dans le cadre de la participation française à DUNE
2023	Contribution aux spécifications et à la fourniture des cas d'usages permettant la définition et la recette du futur supercalculateur exascale installé en France
2023	Livraison de la contribution du CEA pour l'accélérateur de la source européenne de spallation ESS et début d'installation des instruments (diffractomètres et spectromètre)
2024	Fin des études de conception pour le diagnostic infrarouge pour ITER (15 lignes de visée)

6 | RENFORCER LA MAÎTRISE DES PROJETS D'ASSAINISSEMENT ET DE DÉMANTÈLEMENT ET LES RÉALISER DE MANIÈRE PERFORMANTE POUR RÉPONDRE À DES PRÉOCCUPATIONS ÉCONOMIQUES ET DE SÛRETÉ

Le domaine de l'assainissement et du démantèlement (A&D) résulte directement de la responsabilité d'exploitant nucléaire du CEA. L'ampleur des moyens à déployer dans ce domaine, financé depuis 2016 par une subvention dédiée du programme 190, et les enjeux que représentent ces opérations, en termes de sûreté et de responsabilité sociétale appellent un haut niveau d'exigence dans leur conduite.

A la suite d'un important travail, une stratégie expertisée par l'IRSN et validée par les autorités de sûreté nucléaire a été définie afin de hiérarchiser les chantiers et de les inscrire de manière crédible dans l'enveloppe budgétaire allouée. L'objectif premier de cette priorisation est la réduction la plus rapide possible du terme source mobilisable (TSM).

Pour réaliser ces opérations, le CEA collabore très fortement avec des acteurs industriels disposant de compétences adaptées à l'environnement nucléaire. La diversité des chantiers menés en France, leur complexité et leur volume doivent être utilisés comme une occasion de monter en compétence et de contribuer à l'organisation d'une filière de l'A&D française compétitive à l'international et en mesure de se positionner sur ce marché en devenir. Le CEA, en tant que donneur d'ordre et à travers les programmes de R&D qu'il développe dans ce domaine, dispose de leviers d'action pour contribuer à cette ambition, en lien avec les acteurs majeurs de la filière nucléaire et dans le cadre du Groupement des industriels français de l'énergie nucléaire (GIFEN).



OS 6A

Conduire les projets de démantèlement en maîtrisant les coûts et les délais, en veillant à sécuriser la chronique de baisse du terme source mobilisable

40

Le développement de la recherche nucléaire a suscité la construction d'un large ensemble d'installations au fil de plus de 60 ans.

Pour l'assainissement et le démantèlement, il en résulte une très grande diversité de cas (des installations souvent uniques en leur genre) avec, de surcroît pour les plus anciennes, un historique parfois mal connu. Les opérations d'assainissement et de démantèlement se caractérisent donc par nombre d'incertitudes et aléas. Le travail s'affine toutefois continûment avec l'avancement du projet.

Ces opérations doivent par ailleurs prendre en compte les prescriptions réglementaires des autorités de sûreté et de sécurité nucléaires et dépendent des spécifications de l'ANDRA concernant les déchets, avec de possibles évolutions dans le temps.

Enfin, elles dépendent de la disponibilité des exutoires et moyens de transports adaptés aux colis radioactifs.

L'ensemble de ces contraintes et risques doit être intégré dans la conduite des opérations, qui doivent s'effectuer dans une enveloppe financière donnée.

Les difficultés d'exécution de ces projets et leur complexité intrinsèque peuvent se traduire par des allongements, conduisant à des surcoûts, liés au lissage des opérations et à l'augmentation de la durée du SENEX¹. Au regard de ce constat, il est nécessaire de maîtriser au mieux la gestion de ces projets. Ceci passe notamment par un suivi rigoureux des projets devant permettre de repérer en amont les éventuelles dérives de calendrier. Pour cela, des indicateurs permettant de rendre compte de la dynamique des projets A&D du CEA sont mis en place (tels que des indicateurs d'avancement physique sur les projets les plus prioritaires, ou de suivi de jalons de sûreté).

Enfin, une montée en compétences des chefs de projet est nécessaire. Elle s'appuie sur la mise en place de formations spécifiques, développées avec l'INSTN, qui s'ancrent sur les bases du management de projet tout en y intégrant les spécificités des opérations de

¹ Surveillance, ENTretien et Exploitation.

démantèlement. Trois premières formations ont été élaborées sur le management des coûts, des contrats et des risques. Deux nouveaux cursus de formation sur le management de la sûreté et des plannings seront proposés à court terme.

Améliorer la prise en compte des incertitudes et des aléas dans les évaluations des charges futures et leur financement

Cette action comprendra un volet budgétaire et une démarche renforcée de maîtrise des risques.



Dans son PMLT A&D 2020-2030, le CEA a introduit un complément de marge budgétaire pour aléas, conformément aux recommandations issues de l'audit du PMLT 2018-2027 de l'A&D et des commissaires aux comptes.

Parallèlement, le CEA renforcera sa maîtrise des risques en améliorant la qualité et la complétude des analyses de risques réalisées sur chacun des projets, en assurant notamment un suivi régulier des plans d'actions de maîtrise des risques.

Une gestion dynamique des risques et opportunités doit permettre de suivre, dans les provisions, l'apparition et la disparition des risques.

Par ailleurs, les modalités de gestion de l'enveloppe des risques seront revues, dans un objectif de responsabilisation des acteurs, en distinguant les provisions pour les risques identifiés de celles destinées à pallier les risques non identifiés (ou aléas).

Mettre en œuvre un plan de performance sur les coûts fixes

Le reste à faire à fin 2020 s'élève à 28 900 M€ (valeur brute). Ce montant comprend une part de coûts fixes considérée comme étant du SENEX de 26 % soit environ 7 650 M€. L'importance de ce poste a conduit, lors de la mise en place de la direction des projets de démantèlement, de service nucléaire et de la gestion des déchets (DDSD), à la création d'un Pôle Management de Portefeuille Projet dont l'une des missions est de conduire un plan de performance et d'optimisation des coûts fixes. De manière générale, cette démarche est applicable à chaque installation, quel que soit son positionnement de priorisation dans le processus d'A&D. Cette démarche se traduira, dans les actions sur la période 2020-2030, par un objectif de réduction des coûts fixes de 5 % d'ici 2024.

Année	Intitulé du jalon
2023	Analyses de risques planning généralisées sur tous les projets de priorité P1
2024	
	Plan d'actions coûts fixes sur 2 INB de chaque site



OS 6B

Contribuer à l'organisation d'une filière française d'excellence dans le domaine de l'assainissement et du démantèlement

Le vieillissement du parc d'installations nucléaires dans le monde et les annonces de nombreux pays de sortir progressivement du nucléaire, ont ouvert des perspectives de marché gigantesques pour l'A&D. Cependant, malgré la présence d'acteurs français forts sur l'ensemble des chantiers, il n'y a pas encore de constitution d'une filière industrielle du démantèlement en France.

Aux côtés d'EDF, acteur majeur du démantèlement en France du fait de la taille de son parc, et d'Orano, qui couvre tout le spectre de la filière A&D, le CEA est en mesure d'apporter sa contribution à l'organisation d'une filière française. Il s'impliquera ainsi au sein du Comité stratégique de la filière nucléaire et du GIFEN dans la perspective de la mise en place d'un groupe de travail

dédié à ces enjeux d'A&D.

Par ailleurs, le CEA est en mesure d'offrir aux prestataires des terrains de qualification variés pour des technologies innovantes et de leur apporter ses capacités de R&D, tant sur les sujets purement nucléaires (conditionnement de déchets, procédés de dépollution, mesures nucléaires) que sur l'environnement robotique ou numérique nécessaire pour l'industrialisation des procédés de reprise de déchets ou de démantèlement. En outre, il contribuera à mobiliser le réseau diplomatique de conseillers nucléaires ainsi que la capacité de formation professionnelle continue de l'INSTN.

Le développement et la qualification de technologies innovantes, l'utilisation de formes de contractualisation

nouvelles exploitant les possibilités offertes par le code de la commande publique et la montée en compétence des différents acteurs constituent les thématiques principales pour lesquelles le CEA a engagé ses premières actions pour l'émergence d'une filière industrielle du démantèlement et entend les poursuivre.

Structurer une R&D des technologies d'A&D exportables sur un marché industriel

Ces dernières années, de nombreuses innovations ont été mises en œuvre avec succès au CEA lors d'opérations d'A&D. Afin de les valoriser et de considérer le développement d'innovations et leur qualification opérationnelle comme un moyen de « dérisquer » et d'optimiser les projets, a été créée une mission « Innovation en A&D », au sein de la MOA A&D du CEA.

Celle-ci regroupe des prospecteurs de différentes entités de la DDSD et de la DAM, chargés d'identifier les besoins des chantiers d'A&D en termes de solutions technologiques nouvelles, les innovations en cours de développement et répondant aux besoins de projets prioritaires et les chantiers pilotes CEA sur lesquels ces innovations pourront être mises en œuvre et qualifiées. Ces qualifications seront réalisées dans le cadre de partenariats industriels.

Cette mission « Innovation en A&D » doit désormais compléter son processus de sélection pour y inclure, outre le critère de satisfaction des besoins CEA, (i) une étude de marché pour prioriser les technologies potentiellement exportables sur un marché industriel et (ii) un processus de qualification pour :

42

> définir les performances opérationnelles de l'innovation et assurer qu'elle pourra être utilisée en actif sur les chantiers du CEA sans risque de sûreté ou opérationnel ;

> apporter à l'industriel une valeur ajoutée avec une référence CEA et un domaine de qualification éprouvé lui permettant ensuite d'exporter ces technologies pour des projets comparables.

La démarche enclenchée suppose la mise en place d'un dispositif de qualification opérationnelle des performances des innovations, voire de labellisation. Le Laboratoire de simulation et des techniques de démantèlement (LSTD), grâce à son expérience acquise dans la mise en œuvre de maquettes, de tests et de qualification, deviendra la plateforme expérimentale de référence pour le développement et la qualification de ces technologies innovantes. Ces qualifications technologiques devront être valorisées, par exemple par la remise d'un label et d'un dossier de qualification à l'industriel.

L'un des enjeux forts est de susciter des sujets de R&D en rupture pour préparer les innovations de la prochaine décennie qui contribueront à réduire les durées de l'ensemble des opérations d'A&D, ainsi qu'à minimiser les volumes de déchets et les impacts pour les opérateurs, la population et l'environnement. Fin 2019, à l'instigation du Haut-commissaire à l'énergie atomique, un projet incitatif FOCUS dédié au domaine de l'A&D a été mis en place. Grâce aux compétences présentes au sein des quatre directions opérationnelles, et afin de répondre aux besoins identifiés, ce projet permet l'engagement de trajectoires scientifiques nouvelles en soutenant des thèses préparant les innovations à horizon de 10 ans.

Améliorer le cadre contractuel avec les industriels et leur donner de la visibilité

Pour disposer d'innovations, les qualifier et les utiliser sur les chantiers du CEA, un travail doit être effectué pour définir les cadres contractuels et établir les montages industriels les plus adaptés, en utilisant toute la flexibilité offerte par le code de la commande publique.

Vis-à-vis des prestataires de l'A&D, le CEA travaillera pour leur apporter davantage de visibilité sur les marchés à venir, pour mettre en œuvre des approches contractuelles favorables à l'établissement d'un climat de confiance ainsi qu'au développement de coopérations et partages de retours d'expériences entre prestataires.

Année	Intitulé du jalon
2023	Déployer de nouvelles formes de contrats de marchés publics tant dans le domaine de l'ingénierie que de la maîtrise d'œuvre pour l'A&D

7 | UN CEA PLUS OUVERT ET AGILE, PRÊT À SURMONTER LES DÉFIS ACTUELS ET ÉMERGENTS

Ce contrat d'objectifs s'ouvre alors que le CEA vient de célébrer ses 75 ans. Tout aussi stratégiques que lors de sa création, les missions qui lui sont confiées se sont élargies à de nouveaux champs et le contexte dans lequel il évolue aujourd'hui le place devant de nouveaux défis dont celui d'attirer et de conserver ses talents. Il doit pour cela véhiculer une image, en interne comme en externe, qui exprime le sens de son action et en reflète la réalité ainsi que les impacts socio-économiques qui en découlent. La formulation d'une raison d'être contribuera à cet objectif. Plus largement, pour remplir ses missions, le CEA se doit de faire évoluer ses modes de fonctionnement qui ont contribué à forger ses atouts actuels, mais méritent d'être régulièrement interrogés pour alléger les charges administratives, être plus réactif et renforcer la souplesse dans le pilotage et la prise de responsabilité. Parallèlement, il doit poursuivre son action de cartographie et de maîtrise des risques.

Tout en ayant permis d'éprouver la robustesse de l'organisation du CEA et l'engagement de ses collaborateurs, la crise sanitaire survenue en 2020 a favorisé l'expérimentation de nouveaux modes de fonctionnement et de travail. À cet égard, elle constitue un catalyseur de transformation dont le CEA exploitera le retour d'expérience.

L'installation de cette crise dans la durée et ses conséquences économiques et sociales notamment pour les jeunes créent une exigence pour le CEA, en matière d'accueil des étudiants et jeunes diplômés. Il proposera, en 2021, 1000 contrats en alternance et poursuivra ses efforts pour redonner des perspectives professionnelles attrayantes aux jeunes générations.



OS 7A

Mener une transformation culturelle pour s'ouvrir, moderniser les pratiques du CEA et améliorer ses performances

Mener une démarche de transformation interne qui soit en mesure de mieux mobiliser les équipes et donner plus de réactivité à l'organisme

Depuis 2018, de nombreuses démarches, visant à permettre une plus large expression des salariés et leur association aux projets de transformation du CEA, ont été déployées. Ainsi, l'ensemble des chantiers structurants pour le CEA, à l'instar des missions énergie et numérique ou du projet d'organisme, ont été menés selon des méthodes participatives et promouvant la transversalité.

En prise avec les nouvelles attentes des salariés du CEA, avec la possibilité donnée en 2019 de travailler à distance pour les activités qui s'y prêtent et les impératifs de performance, le rôle des managers se transforme. Face aux nouvelles formes de présence collective au travail, qui seront encouragées par la digitalisation de l'organisme, ils doivent continuer à donner du sens à leurs équipes, renouveler leur engagement et les mobiliser. Dans cette phase de transition, ils ont besoin d'être formés et accompagnés. La formation dédiée aux managers intermédiaires évoluera en 2021 afin d'intégrer, notamment, un module de *management* à distance dont le contenu s'appuie sur les derniers travaux en sociologie du travail. Plus récemment et à l'occasion

du confinement, des webinaires ont été organisés pour échanger directement sur la difficulté du *management* à distance, y compris dans un contexte de crise durable. Ce dialogue direct a également permis d'enrichir la connaissance des problématiques du terrain et d'ajuster les plans d'actions. Ce média a vocation à être pérennisé.

Mis en place en 2020, le CO'JITE (Comité des jeunes pour initier la transformation et l'expérimenter), instance miroir du Comex du CEA composée de salariés jeunes, sera invité à se saisir des sujets stratégiques avec ses propres angles d'analyse, à être porteur de propositions et à les expérimenter. En interpellant les structures en place, les modes de fonctionnement et orientations stratégiques, il sera un moteur pour accélérer l'innovation et changer le regard sur la manière de conduire le changement.

La démarche de transformation vise à terme à une plus grande responsabilisation de chacun des échelons de l'organisation, afin de trouver un juste équilibre entre pilotage central et délégation locale. Elle bénéficiera des travaux visant à mieux utiliser l'apport des sciences humaines et sociales.

L'évolution recherchée s'appuiera par ailleurs sur un renforcement de la culture interne d'audit et de contrôle interne.

Construire une vision partagée de l'innovation au CEA et transformer les pratiques collectives

L'innovation a un ancrage historique fort au CEA, les réflexions internes menées en 2019 dans le cadre de la préparation de l'évaluation du CEA par le HCERES ont toutefois montré le besoin de mieux structurer et partager en interne nos actions en matière d'innovation. Le CEA a ainsi initié en 2020 un chantier participatif autour de sa stratégie d'innovation, baptisé « *Ambition Innovation* » dont l'objectif à terme est de promouvoir le développement des diverses formes d'innovation, scientifique, technique comme sociale, afin de donner un espace d'expression aux salariés qui leur permette de mieux mettre leurs talents au service de l'organisme, tout en renforçant l'efficacité de ce dernier, notamment en termes économiques. Cette démarche sera poursuivie et déclinée dans chacune des directions de l'organisme.

Définir les formes d'organisation à même de promouvoir la transversalité au sein de l'organisme afin d'aller vers des mécanismes d'intégration plus souples et réactifs

Il s'agira de développer des pratiques de fonctionnement en mode projet dans la continuité des travaux menés dans le cadre de la mission énergie et de la mission numérique. La première a abouti à la création d'une direction intégrant l'ensemble des activités liées à la transition énergétique et s'appuyant sur une direction d'objectif dédiée, les équipes travaillant sur les énergies nouvelles restant rattachées à la DRT. Dans le cadre de la seconde sont menées des réflexions relatives aux modes de fonctionnement à développer pour répondre aux enjeux identifiés et pour entretenir le fonctionnement des communautés d'experts formées à l'occasion de la mission. Cette évolution bénéficiera du déploiement au CEA d'outils de travail collaboratifs et de la capacité à constituer et déployer des projets sur une base temporaire. Enfin, dans le but de faciliter l'échange, la transversalité et le fonctionnement

collectif au sein du CEA, des réflexions sont menées au sein de la DES en vue de créer un réseau social d'entreprise. Cet axe de progrès, qui répond à des attentes fortes de salariés, sera poursuivi.

En termes d'exemple d'application concrète, un pilotage transverse du HPC au sein du CEA sera mis en place, sous l'impulsion du CEA-DAM du fait de son expérience et de ses responsabilités dans le domaine pour la dissuasion (programme Simulation).

Faire émerger les simplifications et les mettre en œuvre, dans le cadre d'une démarche d'amélioration continue de la performance

Le CEA a mis en place début 2020 une démarche de performance principalement axée sur la simplification de son fonctionnement, bien que certaines actions concernent d'autres axes de progrès : économies, sûreté-sécurité-risque, satisfaction client, développement durable, *management* et Qualité de vie au travail (QVT).

La démarche traite conjointement les objectifs du CEA et les actions de terrain proposées par les unités et les salariés, abordant ainsi l'enjeu de simplification de manière pragmatique et en lien avec les préoccupations quotidiennes des acteurs. Elle est construite avec l'ensemble des directions, à travers un « Réseau Performance », et s'inscrit dans la durée. Le fonctionnement en réseau et le mode d'animation participatif facilitent le partage des initiatives, des expérimentations et l'échange de bonnes pratiques. Ils créent une émulation entre les directions et contribuent à renforcer la transversalité au sein du CEA.

In fine, l'objectif est de rechercher les gisements de performance et de simplification et d'enclencher les transformations afin de les exploiter. À ce stade sont identifiés les chantiers d'amélioration et d'automatisation du reportage budgétaire et des projets, des signatures électroniques, de simplification de l'accueil des salariés sur les sites, d'harmonisation et de digitalisation de *workflows* et formulaires.

44

Année	Intitulé du jalon
2021	Bilan des actions menées dans le cadre de la démarche Ambition Innovation
2022	REX et bilan des actions menées par le Co'JITE
2023	Etat des lieux du plan de déploiement du projet de performance



OS 7B

Poursuivre la modernisation du cadre social interne

Le système du CEA en matière sociale est le fruit d'une histoire riche, mais doit rester en évolution pour permettre à l'organisme d'adapter ses pratiques à un contexte et à des attentes qui changent rapidement. Cette évolution doit s'inscrire dans la démarche plus générale de promotion de la responsabilisation et de l'initiative.

Mener une transformation du système de rémunération et de recrutement

Le CEA conduira une réflexion sur la grille d'embauche pour mieux prendre en compte la diversité des situations afin de renforcer l'attractivité des postes proposés aux jeunes diplômés et de proposer des rémunérations en phase avec le marché. Au-delà, une révision de la politique salariale est demandée au CEA dans un objectif de modernisation de la gestion des carrières et pour utiliser la rémunération comme un outil de reconnaissance des talents.

Ce chantier s'appuiera sur les analyses déjà engagées afin de disposer d'une vision d'ensemble des rémunérations. Il prendra en compte les possibilités de revalorisation ouvertes par la LPR dès lors que ces dernières sont mises au service de la rénovation du système pour le rendre plus souple et flexible, notamment en termes de niveau de RMPP annuelle. La convention de travail du CEA devra décliner les dispositifs introduits par la LPR tels que le statut de doctorant ou post-doctorant, dans le cadre des contrats de droit privé, les CDI de mission scientifique et la notion de « tenure tracks » en l'adaptant, dans la mesure du possible au statut d'EPIC du CEA.

Rénover les pratiques sociales en mettant l'accent sur la gestion des talents, et la maîtrise sur le long terme des compétences et des parcours professionnels

Outre les travaux sur la politique de rémunération, le CEA mènera des réflexions sur les processus de recrutement et de gestion des carrières afin de les moderniser dans un objectif d'efficacité de la gestion des ressources humaines au service de la stratégie du CEA avec une attention toute particulière sur les filières connaissant des tensions comme l'A&D, la sûreté-sécurité ou encore les achats. S'agissant plus largement des personnels des métiers de support, le CEA cherchera à développer des parcours professionnels plus attractifs. Les actions couvriront :

- > la poursuite de la simplification et de la modernisation des procédures de recrutement ;
- > un renforcement de l'animation des filières métiers afin de bénéficier au mieux des compétences existantes ;
- > le suivi et le pilotage des effectifs, des compétences, des départs, de la capitalisation des savoir-faire afin que chaque entité mette en accord son appréciation des enjeux à venir et les perspectives de recrutement qu'elle promeut ; cette construction a pour objectif d'identifier des postes successifs ainsi que des passerelles entre eux afin d'enrichir le vivier de compétences individuelles, de formaliser la responsabilisation des salariés dans ce parcours, tout en entretenant leur motivation par la mise en lumière de perspectives d'évolutions professionnelles ;
- > le déploiement de dispositifs incitant à la mobilité interne entre les directions ;
- > la poursuite de la construction de parcours professionnels permettant de répondre aux besoins du CEA en termes de compétences dans les filières qui le requièrent, à l'instar du travail entrepris dans le domaine de la sûreté sécurité ou de la création d'une filière « projets ». L'action sera renforcée pour les métiers du support ;
- > l'amélioration de la gestion des talents à haut potentiel, selon une approche de vivier s'appuyant sur des parcours dédiés et la préparation aux responsabilités qui leur seront confiées.

Prolonger et amplifier les actions pour l'accueil des jeunes, l'égalité et la meilleure prise en compte du handicap

Le CEA, pour la période du COP, poursuivra sa démarche pour promouvoir l'égalité des chances, que ce soit pour l'égalité homme-femme (en visant par exemple à faire progresser l'index égalité professionnelle, le taux de féminisation des postes à responsabilité), pour lutter contre le handicap ou encore pour favoriser l'accueil d'apprentis formés en alternance. Deux accords collectifs ont été négociés (égalité hommes-femmes et emploi de personnes en situation de handicap) avec la volonté d'intensifier les actions menées par le CEA dans ces domaines, de mutualiser les bonnes pratiques expérimentées au plan local, avec la mise en place de réseaux d'acteurs impliqués sur le terrain et coordonnés au niveau central, en encourageant les efforts réalisés et en les rendant plus visibles en interne comme en externe. De même, le CEA va déployer, à partir de 2021, une politique volontariste en matière d'alternance, sur la base du retour d'expérience de l'accueil de jeunes alternants dans ses unités.

Année	Intitulé du jalon
2021	Disposer d'un parcours professionnels complet pour la filière management
2022	Engager une réflexion en vue d'aboutir à un diagnostic sur la situation et des réformes de la politique salariale du CEA
2023	Bilan des actions mises en œuvre au titre de l'égalité des chances (égalité hommes-femmes, diversité, handicap, alternance...)



OS 7C

Une digitalisation de l'organisme au service de sa transformation

Offrir un cadre de travail moderne maximisant l'usage du numérique

L'informatique d'entreprise du CEA, malgré un socle technique et applicatif robuste, mérite une jouvence générale pour exploiter tout le potentiel des technologies numériques. A travers son nouveau schéma directeur informatique en cours d'élaboration, la digitalisation devra conduire à une rationalisation et une uniformisation des solutions. La sécurité et la protection des données qui revêtent une importance cruciale, seront pris en compte dans les choix techniques.

Un premier axe de ce chantier concerne la refonte du « bureau numérique du collaborateur ». Celui-ci doit lui permettre d'accéder aux différents services d'entreprise (données, démarches, circuits, services, métier, entreprise).

Un deuxième axe vise les services collaboratifs pour répondre au besoin de communiquer rapidement, de partager, de coopérer de façon fluide, intuitive et sécurisée. Ils doivent offrir la capacité à travailler différemment, au sein de réseaux de compétences évoluant selon les besoins plutôt que dans des silos imposés par l'organisation hiérarchique, et depuis n'importe où. Il s'agira notamment de généraliser le type de pratiques utilisées pendant le confinement en proposant les moyens techniques et l'accompagnement indispensables à la réussite de cette transformation.

Le troisième axe porte sur les données qu'elles soient d'origine administrative, industrielle, ou produites par la recherche. Elles constituent des actifs stratégiques de l'organisme. Il est impératif de permettre leur recueil (interne / externe), leur valorisation et exploitation par les équipes du CEA, ainsi que leur accessibilité externe quand elles doivent contribuer à la science ouverte, tout en assurant une sécurité optimale. Cela passe aussi par la définition d'une politique, une gouvernance pour leur gestion et un catalogue unifié, ainsi que par des systèmes informatiques qui permettront de les soutenir.

Moderniser le système d'information de gestion du CEA et les applications connexes

Développé à partir du progiciel SAP, le Système d'Information (SI) de gestion utilisé aujourd'hui au CEA résulte de nombreux ajouts et adaptations que les bouleversements, notamment en matière de financement de la recherche publique, ont exigés au cours des dernières décennies. Ce système, devenu complexe, doit être modernisé pour permettre au CEA de tirer tout le parti des évolutions d'organisation qu'il met en œuvre pour accroître l'efficacité de ses processus de gestion. La fin annoncée en 2027 de la maintenance de SAP crée la nécessité de lancer ce chantier d'ampleur.

Dans ce but, une étude de cadrage du projet, baptisée Convergence, a débuté en avril 2020, impliquant les métiers concernés à tous les niveaux (directions fonctionnelles et opérationnelles, centres civils et DAM) et la filière SI. Cette étude a pour objectif de définir, pour juillet 2021, une proposition de projets et d'initiatives qui constituera la feuille de route du futur projet de rénovation du SI de gestion.

Exploiter le potentiel des technologies numériques pour la formation

La digitalisation de la formation professionnelle renouvelle profondément les pédagogies et les parcours de formation. Du cours en ligne (MOOC) au *micro-learning* reposant sur des exercices en ligne rapides, en passant par les jeux sérieux (*serious games*), ou plus communément les formations multimodales (*blended learning*), alternant présentiel et modalités digitales, la gamme des potentialités numériques de formation est en constante évolution.

En s'appuyant sur le savoir-faire de l'INSTN, un outil « *learning management system* » a été choisi pour répondre au besoin de l'ensemble du CEA. L'objectif pour les années à venir est de généraliser l'offre de formation digitalisées, dans le respect des normes de

sécurité, et ainsi de disposer d'un catalogue numérique pour proposer des formations aux modalités pédagogiques variées et plus flexibles.

Cet outil sera exploité dans le domaine du *Knowledge Management* (KM) et pour la pérennisation de certaines compétences critiques au CEA.

Année	Intitulé du jalon
2022	Déploiement du système d'archivage numérique du CEA en lien avec le programme interministériel VITAM
2025	Premières réalisations du projet de rénovation du SI de gestion

ANNEXES

1 OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE

Tableau croisé des ODD vis-à-vis des objectifs du présent COP

ODD	Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4	Axe 5	Axe 6	Axe 7	Transversaux
 3				OS 4A, 4B, 4C				
 4							OS 7C	4
 5							OS 7B	
 7		OS 2A, 2B, 2C, 2D, 2E			OS 5B			
 8	OS 1A, 1B		OS 3A, 3B, 3C, 3D				OS 7B	1
 9	OS 1A, 1B	OS 2A, 2B, 2C, 2D	OS 3A, 3B, 3C, 3D	OS 4A, 4B, 4C		OS 6B		
 10							OS 7B	
 12		OS 2E						
 13		OS 2A, 2C, 2D, 2E			OS 5A, 5B			
 15						OS 6A, 6B		
 16			OS 3C				OS 7A, 7B, 7C	1, 2, 4
 17	OS 1A, 1B			OS 4A	OS 5A, 5B			2, 3, 4

DES PROGRAMMES DE RECHERCHE ET DES ACTIVITÉS EN SOUTIEN DES ODD

Le CEA est un contributeur important à la réalisation des ambitions françaises en matière de développement durable, puisque ses recherches favorisent le développement de nouvelles technologies dans des domaines qui y concourent :

- > Contribution au maintien de la paix en participant au programme de dissuasion nucléaire et à la lutte contre la prolifération et le terrorisme nucléaire (ODD 16) ;
- > Expertise pour une énergie nucléaire durable, sûre et économiquement compétitive, et ceci dans le contexte national et international (ODD 7) ;
- > Développement de nouvelles technologies pour l'énergie (ODD 7) ;
- > Contribution au développement technologique de la France (ODD 9) ;
- > Valorisation des résultats de la recherche qu'il mène (ODD 9).

La recherche fondamentale joue un rôle essentiel dans les activités scientifiques du GIEC (ODD 13), contribue au développement de nouvelles technologies permettant d'améliorer la prévention, le dépistage et la prise en charge des patients (ODD 3). Les développements scientifiques ou technologiques sont valorisés en lien fort avec le développement durable : formation (ODD 4), dépollution des sols (ODD 15), cycle du carbone et économie circulaire (ODD 12).

UNE DYNAMIQUE DE FONCTIONNEMENT CONTRIBUANT AUX TROIS AXES DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Le CEA met en place des processus et des pratiques qui intègrent les enjeux sociaux, environnementaux et économiques à travers une culture « d'entreprise responsable ». Il met en œuvre une stratégie de diffusion de la connaissance et de la pédagogie s'appuyant sur différents moyens et canaux afin d'assurer la transparence de ses activités et pour les faire connaître. Par son engagement en matière de science ouverte et par le déploiement d'une politique robuste en matière d'intégrité scientifique, le CEA contribue à la qualité de la recherche et à une diffusion rapide de ses résultats au bénéfice des ODD.

En interne, le CEA s'attache, à travers l'animation de réseaux de correspondants développement durable, à dynamiser les initiatives et à partager les bonnes pratiques ainsi qu'avec ses partenaires.

En matière d'éthique des achats, le respect du Code de la commande publique assure la transparence et l'équité des pratiques. La DARCI veille au déploiement et au suivi de mesures destinées à assurer la conformité des pratiques (loi Sapin II).

Axe économique

Le CEA est un acteur économique majeur des régions où il est implanté. Au-delà de l'impact de ses activités sur les emplois, il contribuera au développement socio-économique des territoires en favorisant l'accès de petites et moyennes entreprises aux innovations, notamment à travers ses PRTT.

La politique d'achats responsables (intégration du coût du cycle de vie du produit ou service, impacts environnementaux, sociaux et sociétaux) sera poursuivie et renforcée. L'animation de la filière achat s'attachera aux déploiements d'outils de diagnostic de la maturité RSE des achats, d'un guide et d'outils pragmatiques destinés à promouvoir et accompagner la démarche auprès des acheteurs et prescripteurs.

Axe environnement

Le CEA mène des actions en vue de diminuer son impact environnemental ou énergétique en entamant des démarches de certification ISO 14001 ou 50001 depuis des années sur certains centres. Il réalise un bilan annuel d'émissions de gaz à effet de serre (GES) qui donne lieu à des actions dans le domaine du transport et des bâtiments (rénovation). Ces dernières concourent à la réalisation des mesures Service Public Ecoresponsable (SPE) et seront poursuivies.

Dans le domaine des transports, les actions concernent l'écomobilité : favoriser l'usage du train à l'avion (mesure 7), généraliser et intensifier l'usage d'outils collaboratifs et distanciels (mesure 8), faire évoluer le parc de véhicules de services et de fonction vers des véhicules électriques (mesure 5), favoriser les mobilités durables (transports, covoiturage, vélo...) et aménager des stationnements et bornes de recharge (mesure 4).

Axe social

Le CEA contribue aux politiques nationales en faveur de l'emploi et de l'insertion professionnelle des jeunes et des personnes en situation de handicap, du maintien dans l'emploi des seniors, du soutien de l'emploi scientifique. Il s'engage pour l'égalité professionnelle entre les hommes et les femmes et s'emploie à développer des relations sociales de qualité. La démarche engagée sera poursuivie.

En ce qui concerne la qualité de vie au travail, les aspects sureté-sécurité seront introduits dans les entretiens annuels en vue notamment de sensibiliser les personnels ; pour limiter l'incidence des accidents de déplacements, plusieurs campagnes et kits de sensibilisation seront réalisés... Dans le cadre des achats socialement responsables, les clauses sociales et les modalités de leurs applications seront analysées dans le cadre de la sous-traitance.

Enfin, dans le cadre de sa politique d'achats responsables, le CEA s'attachera à mettre en œuvre la mesure 12 de la circulaire sur l'approvisionnement en produits de qualité et durables dans leurs services de restauration collective.

Année	Intitulé du jalon
2025	Bilan des actions réalisées (2021-25) pour contribuer aux trois axes du développement durable

2 | TABLEAU RÉCAPITULATIF DES JALONS

Année	OS	Intitulé du jalon
2021	1B	Structuration d'un schéma directeur d'intelligence économique
	2B	Mise à jour du schéma directeur des installations, dans une logique de rationalisation des moyens expérimentaux à une échelle internationale, en particulier pour les laboratoires chauds et les maquettes critiques
	2E	Dispositif intégré de carburant solaire basé sur des technologies de l'économie circulaire du carbone
	3C	Réalisation d'une IA robuste aux attaques adverses
	4A	Première image test avec l'IRM Iseult
	4C	Dispositif médical « Point-Of-Care » pour l'analyse d'un biomarqueur pour le suivi des insuffisants cardiaques sévère
	5B	Première campagne d'expériences sur WEST avec le divertor tungstène activement refroidi complet
	7A	Bilan des actions menées dans le cadre de la démarche Ambition Innovation
	7B	Disposer d'un parcours professionnels complet pour la filière management
	SCIENCE OUVERTE	Finalisation et déploiement d'une charte « Science ouverte »
2022	1B	Premier bilan du Y.SPOT Occitanie dans l'accompagnement des PME
	2A	Revue de fin d'Avant-Projet Sommaire du projet industriel NUWARD™
	2A	Comparaison technico-économique des options de multirecyclage en REP : première note de synthèse
	2C	Preuve de concept d'une cellule tandem sur Silicium de taille industrielle avec un rendement > 30%
	2D	Réalisation de cellules Li-ion avancées plus sécuritaires (électrolyte hybride), performantes et mettant en œuvre des procédés respectueux de l'environnement
	2E	Feuille de route CEA/IFPEN sur la valorisation de la biomasse et du CO ₂ en molécules d'intérêt
	3A	Démonstration fonctionnelle d'un circuit neuromorphique avec une très basse consommation, de l'ordre de 1pJ par événement synaptique
	3A	Démonstration du fonctionnement de 6 qubits intriqués
	3B	Transfert de technologies pour la réalisation de composants GaN/Si 200 mm à STMicroelectronics
	3D	Intégration du contrôle non destructif dans une machine de fabrication additive
	4A	Développement de nouvelles approches pour la visualisation par imagerie <i>in vivo</i> des médicaments antiviraux dans le cadre d'IDMIT
	4B	Avancée des projets pilotes lancés dans le cadre du CREFIX
	5A	Contribution au sixième rapport du GIEC
	5A	Installation des équipes dans le complexe immobilier de l'I2BC à Gif-sur-Yvette pour créer un pôle sur la biologie intégrative de la cellule
	5B	Démarrage des réalisations CEA du système d'accélérateur de PIP-II dans le cadre de la participation française à DUNE
	7A	REX et bilan des actions menées par le Co'JITE
	7B	Engager une réflexion en vue d'aboutir à un diagnostic sur la situation et des réformes de la politique salariale du CEA
7C	Déploiement du système d'archivage numérique du CEA en lien avec le programme interministériel VITAM	
INTÉGRITÉ	Consolidation des procédures et actions relatives à l'intégrité scientifique	
SHS	Etat des lieux et propositions d'action dans le domaine des sciences humaines et sociales	
2023	2B	Fin des travaux de renforcement au séisme maximum historique vraisemblable du LECA
	2B	Vision actualisée à date du modèle économique du réacteur Jules-Horowitz
	2C	Démonstration d'un convertisseur de puissance photovoltaïque <i>Smart Grid Friendly</i> à même de fournir des services au réseau électrique
	2D	Fabrication du premier prototype de module électrolyse haute température opérationnel de 300 kW
	3A	Réalisation de nouveaux qubits hybrides supraconducteurs/semi-conducteurs à base de germanium
	3B	Transfert industriel d'une technologie en rupture pour dispositifs de visualisation
	3D	Démonstration de programmation intuitive pour robot auto-apprenant
	3D	Développement d'un écran multisensoriel haptique et audio-surfacique
	4A	Obtention du permis de construire pour le bâtiment PASREL
	5B	Contribution aux spécifications et à la fourniture des cas d'usages permettant la définition et la recette du futur supercalculateur exascale installé en France
5B	Livraison de la contribution du CEA pour l'accélérateur de la source européenne de spallation ESS et début d'installation des instruments (diffractomètres et spectromètre)	

2023	6A	Analyses de risques planning généralisées sur tous les projets de priorité P1
	6B	Déployer de nouvelles formes de contrats de marchés publics tant dans le domaine de l'ingénierie que de la maîtrise d'œuvre pour l'A&D
	7A	Etat des lieux du plan de déploiement du projet de performance
	7B	Bilan des actions mises en œuvre au titre de l'égalité des chances (égalité hommes-femmes, diversité, handicap, alternance...)
	SÛRETÉ- SÉCURITÉ	Déploiement sur tous les sites concernés d'une nouvelle formation opérationnelle à la culture de sûreté
2023,2025	INTERNATIONAL	Analyse des actions du CEA à l'international et leur évolution selon trois axes : développement d'alliances, influence & impact, et attractivité
2024	2B	Disponibilité, au sein de la plateforme Réacteur Numérique, du banc d'intégration niveau études, adapté au couplage massivement parallèle sur supercalculateurs
	2D	Mise en service d'une plateforme numérique de simulation de systèmes énergétiques complexes : jumeau numérique d'un réseau opérationnel prenant en compte la demande au niveau local, la pénétration des EnR et le couplage entre vecteurs énergétiques
	2E	Démonstrateur Power to X opérationnel pour la production de liquide d'intérêt
	3C	Réalisation d'outils intégrés d'évaluation et de certification de composants de confiance
	5A	Fin des études d'avant-projet d'une source de neutrons compacte pour la diffusion neutronique
	5B	Fin des études de conception pour le diagnostic infrarouge pour ITER (15 lignes de visée)
	6A	Plan d'actions coûts fixes sur 2 INB de chaque site
2025	2A	Méthodologie de qualification d'un composant de centrale REP élaboré par fabrication additive : élaboration, test et rédaction d'une demande d'intégration dans les codes/normes pour le nucléaire
	2B	Point d'étape sur l'avancement dans la réalisation du réacteur Jules-Horowitz
	2D	Réalisation d'un stack PEMFC 100 kW ayant une durabilité accrue et un coût maîtrisé pour la mobilité terrestre
	2E	Production à façon d'alcane par la photoenzyme <i>Fatty Acid decarboxylase</i> (FAP)
	4A	Retour d'expérience et analyse de l'essai clinique du traitement de la maladie de Parkinson avec une illumination proche infrarouge (NIR)
	4C	Application des « organes sur puce » pour criblage pharmacologique
	5A	Incorporation de données océaniques globales de génomique environnementale dans au moins un modèle biogéochimique du système terre
	7C	Premières réalisations du projet de rénovation du SI de gestion
	SÛRETÉ- SÉCURITÉ	Finalisation des renforcements PCMNIT
	00D	Bilan des actions réalisées (2021-25) pour améliorer l'efficacité énergétique des installations du CEA
ANNUEL	POLITIQUE DE SITE	Bilan de la participation du CEA aux politiques de site

3 | TABLEAU DES INDICATEURS

N°	Indicateur	Cible*
1	Nombre de premières demandes de brevets et information sur le rang du CEA dans les classements	> 550
2	Nombre d'entreprises créées à partir de technologies développées par le CEA	CUMUL > 40
3	Mesure des transferts des technologies auprès des industriels	> 2750
4	Nombre de partenariats de recherche avec les PME, les ETI et les grands groupes (contrats > 50 k€/an)	> 300
5	Montant des recettes externes	> 650 M€
6	Participation du CEA dans les projets <i>Horizon Europe</i> (nombre de projets acceptés en cumulé)	CUMUL > 500
7	Montant des recettes externes réalisées avec l'UE (M€)	> 90 M€
8	Taux de succès des équipes du CEA aux appels à projets de l'ANR	TAUX CEA > TAUX NATIONAL
9	Nombre de publications dans des revues à comité de lecture	> 4200
10	Part des articles en co-publication internationale	> 60%
11	Flux annuel de nouveaux doctorants	> 450
12	Taux d'atteinte des jalons annuels des programmes	> 85%
13	Taux de participation des industriels et des partenaires au financement de la recherche en matière nucléaire	> 35%
14	Ratio entre le nombre de jalons atteints du RJH et le nombre de jalons cibles sur la période considérée	> 80%
15	Taux de participation des industriels et des partenaires au financement des recherches sur les NTE	> 27%
16	Taux de participation des industriels et des partenaires au financement des recherches sur la transition numérique et les technologies pour la médecine du futur	> 33%
17	Taux de projets d'Assainissement et de Démantèlement qui ont atteint leur cible annuelle en termes d'avancement physique	> 75%
18	Taux d'atteinte des jalons d'Assainissement et de Démantèlement	> 80%
19	Taux de dépenses de SENEX dans l'assainissement et le démantèlement et évolution de ces dépenses	< 45 % ; BAISSSE DES DÉPENSES
20	Nombre de nouvelles technologies d'Assainissement et de Démantèlement qualifiées sur les plateformes du CEA	CROISSANCE, CIBLE 4/AN EN 2025
21	Taux de fréquence des accidents avec arrêt de travail (CEA & entreprises extérieures)	< 3,5 ; < 9
22	Taux d'événements significatifs dont l'une des causes est le non-respect du référentiel applicable (RGE, procédures, modes opératoires...)	< 20%
23	Taux d'administration du CEA : ratio des effectifs administratifs sur les effectifs totaux	< 15%
24	Maîtrise du déroulement de certains grands projets du CEA : part des grands projets d'investissement n'ayant pas dépassé de plus de 10 % le coût objectif initial	> 80%
25	Taux de franchissement des jalons annuels concernant le patrimoine immobilier (SPSI)	> 70%
26	Taux de réalisation des entretiens annuels et taux de réalisation des revues de personnel	> 90% ; > 98%
27	Taux de féminisation des postes à responsabilités : hiérarchiques et experts	CROISSANCE, CIBLES +2 % EN 2025
28	Taux de travailleurs handicapés	CROISSANCE, CIBLE > 6 % EN 2025

* Les cibles sont susceptibles d'être revues au gré des évolutions du contexte budgétaire du CEA.

A&D	Assainissement-Démantèlement
ACC	<i>Automotive Cell Company</i>
AFH	<i>Additive Factory Hub</i> (plateforme pour les technologies de Fabrication Additive)
AIEA	Agence Internationale de l'Energie Atomique
ANDRA	Agence Nationale pour la gestion des Déchets Radioactifs
ANR	Agence Nationale de la Recherche
ASN	Autorité de Sûreté Nucléaire
ASTRID	<i>Advanced Sodium Technological Reactor for Industrial Demonstration</i>
BPI	Banque Publique d'Investissement
CCRT	Centre de Calcul Recherche et Technologie (Situé à Bruyères-le-Châtel)
CDI	Contrat à Durée Indéterminée
CERN	Centre Européen de Recherche Nucléaire (Genève)
CHEMBIOFRANCE	Infrastructure nationale de chémo-informatique (INBS)
CLORA	Club des Organismes de Recherche Associés
CMOS	<i>Complementary Metal Oxide Semiconductor</i>
CNES	Centre National d'Études Spatiales
CNRS	Centre National de Recherche Scientifique
CO'JITE	COmité des Jeunes pour Initier la Transformation et l'Expérimenter
COP	Contrat d'Objectifs et de Performance
CREFIX	Centre de REférence, d'Innovation et de transfert
CRG	<i>Collaborative Research Group</i>
CSF	Comité Stratégique de Filière
CTA	<i>Cherenkov Telescope Array</i>
DAM	Direction des Applications Militaires
DARCI	Direction de l'Audit, des Risques et du Contrôle Interne
DDSD	Direction des projets de Démantèlement de Service nucléaire et de la gestion des Déchets
DEMO	<i>DEMONstration power plant (ITER's successor)</i>
DES	Directions des EnergieS
DESIR	Désintégration, Excitation et Stockage d'Ions Radioactifs
DGA	Direction Générale de l'Armement
DOSEO	Plateforme d'innovation sur les technologies au service de la radiothérapie
DRF	Direction de la Recherche Fondamentale
DRT	Direction de la Recherche Technologique
DUNE	<i>Deep Underground Neutrino Experiment (USA)</i>
ECSEL	<i>Electronic Components and Systems for European Leadership</i>
EDF	Electricité de France
EIT	European Institute of Innovation & Technology
EMPHASIS	European Multi-environment Plant pHenomics And Simulation InfraStructure
ENR	Energies Renouvelables
EPIC	Etablissement Public à caractère Industriel et Commercial
ERC	<i>European Research Council</i>
ERIC	<i>European Research Infrastructure Consortium</i>
ESA	<i>European Space Agency</i>
ESFRI	<i>European Strategy Forum on Research Infrastructures</i>
ESO	<i>European Southern Observatory</i>
ESR	Enseignement Supérieur et Recherche
ESRF	<i>European Synchrotron Radiation Facility (Grenoble)</i>
ESS	<i>European Spallation Source (Lund, Suède)</i>
ETI	Entreprise de Taille Intermédiaire
E-XFEL	<i>European X Free Electron Laser (Hambourg)</i>
F4E	<i>Fusion for Energy (agence européenne d'ITER)</i>

FA	Fabrication Additive
FAIR	<i>Facility for Antiproton and Ion Research</i> (GSI Darmstadt)
FAP	<i>Fatty acid photodecarboxylase</i>
FRISBI	<i>French Infrastructure for Integrated Structural Biology</i> (INBS)
GAN	Nitruure de Gallium
GANIL	Grand Accélérateur National d'Ions Lourds (Caen)
GENCI	Grand Equipement National de Calcul Intensif
GIEC	Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
GIFEN	Groupement des Industriels Français de l'Energie Nucléaire
HAL	Hyper Articles en Ligne (archive ouverte pluridisciplinaire)
HCERES	Haut Conseil de l'Evaluation de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur
HDR	Habilitation à Diriger des Recherches
HFDS	Haut Fonctionnaire de Défense et de Sécurité
HPC	<i>High Performance Computing</i>
HUB4AIM	<i>Hub for Accelerating your Innovation in Medtech</i>
I2BC	Institut de Biologie Intégrative de la Cellule (U. Paris-Saclay)
IA	Intelligence artificielle
IBISBA	<i>Industrial Biotechnology Innovation and Synthetic Biology Accelerator</i> (INBS)
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
IDMIT	<i>Infectious Diseases Models for Innovative Therapies</i> (INBS, Paris-Saclay)
IFB	Institut Français de Bioinformatique
IFPEN	Institut Français du Pétrole et des Energies Nouvelles
ILL	Institut-Laüe Langevin (Grenoble)
INB	Installation Nucléaire de Base
INBS	Infrastructures Nationales en Biologie et Santé
INES.2S	Institut National de l'Energie Solaire. Solutions solaires (ITE, Chambéry)
INRIA	Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique
INSERM	Institut National de la Santé Et de la Recherche Médicale
INSTN	Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires
IOT	<i>Internet of Things</i>
IPCEI	<i>Important Projects of Common European Interest</i>
IPVF	Institut PhotoVoltaire d'Ile-de-France
IR	Infrastructure de Recherche
IR*	Très Grande Infrastructure de Recherche
IRM	Imagerie par Résonance Magnétique nucléaire
IRSN	Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire
IRT	Institut de Recherche Technologique
ISO	International Organization for Standardization
ITE	Institut pour la Transition Energétique
ITER	<i>International Thermonuclear Experimental Reactor</i> (Cadarache)
KDT	<i>Key Digital Technologies</i>
LECA	Laboratoires d'Examen de Combustibles Actifs (Cadarache)
LED	<i>Light-Emitting Diode</i> (diode électroluminescente)
LETI	Laboratoire d'Electronique et des Technologies de l'Information
LHC	<i>Large Hadron Collider</i> (CERN, Genève)
LIST	Laboratoire d'Intégration des Systèmes et des Technologies
LITEN	Laboratoire d'Innovation pour les Technologies des Energies Nouvelles et les nanomatériaux
LPR	Loi de Programmation de la Recherche
MESRI	Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation
METABOHUB	Infrastructure nationale en métabolomique et fluxomique (INBS)
MINALOGIC	Pôle de compétitivité mondial des technologies du numérique en Auvergne-Rhône-Alpes

MINATEC	Pôle d'innovation en Micro et Nano Technologies (Grenoble)
MOA	Maîtrise d'ouvrage
MOOC	<i>Massive Open Online Course</i>
MOX	Mélange d'oxyde d'uranium et d'oxyde de plutonium (combustible nucléaire)
NANOEELEC	Institut de recherche technologique au bénéfice de la filière de l'électronique
NEURATRIS	Infrastructure de recherche translationnelle pour les thérapies innovantes en neurosciences
NEUROSPIN	Centre de neuro-imagerie en champ intense (Saclay)
NFS	<i>Neutron For Science</i> (une salle expérimentale de SPIRAL2, GANIL, Caen)
NIR	<i>Near Infra Red</i>
NRBC-E	Nucléaire, Radiologique, Biologique, Chimique et Explosif
NTE	Nouvelles Technologies de l'Energie
ODD	Objectifs de Développement Durable
PASREL	PARis-Saclay foRMation rEcherche & hôpital
PCMNIT	Protection et Contrôle des Matières Nucléaires, de leurs Installations et de leur Transport
PEMFC	<i>Proton Exchange Membrane Fuel Cells</i>
PIA	Programme d'Investissements d'Avenir
PIP-II	<i>Proton Improvement Plan II</i> (USA)
PME	Petite ou Moyenne Entreprise
PMLT	Plan à Moyen et Long Terme
PPE	Programmation Pluriannuelle de l'Energie
PROFI	<i>Proteomics French Infrastructure</i> (INBS)
PRTT	Plateforme Régionale de Transfert Technologique
PSPC	Projet de recherche et développement Structurant Pour la Compétitivité
PV	PhotoVoltaïque
QUBIT	QUantum BIT : système quantique à deux niveaux, base en information quantique
REP	Réacteur à Eau Pressurisée
REX	Retour d'Expérience
RJH	Réacteur Jules Horowitz (Cadarache)
RMPP	Rémunération Moyenne du Personnel en Place
RNR	Réacteur à Neutrons Rapides
S3	<i>Super Separator Spectrometer</i> (Spectromètre de Spiral 2, GANIL, Caen)
SATT	Sociétés d'Accélération du Transfert Technologique
SENEX	Surveillance, ENTretien et Exploitation
SHS	Sciences Humaines et Sociales
SI	Système d'Information
SMR	Small Modular Reactor
SOLEIL	Source Optimisée de Lumière d'Énergie Intermédiaire de LURE (plateau de Saclay)
SPSI	Schéma Pluriannuel de Stratégie Immobilière
TBM	<i>Test Blanket Modules</i> (modules tritigènes expérimentaux)
TENERRDIS	Technologies Énergies Nouvelles, Énergies Renouvelables, Rhône-Alpes, Drôme, Isère, Savoie et Haute-Savoie (Pôle de compétitivité de la transition énergétique)
TGCC	Très Grand Centre de calcul du CEA (Bruyères-le-Châtel)
TSM	Terme Source Mobilisable
UE	Union Européenne
UGA	Université Grenoble-Alpes
UPSACLAY	Université Paris-Saclay
VITAM	Valeurs Immatérielles Transmises aux Archives pour Mémoire
WAVS	<i>Wide Angle Viewing System</i> (instrument développé pour ITER)
WEST	<i>Tungstene (W) Environment Steady state Tokamak</i> (Cadarache)
Y.SPOT	Centre d'innovation ouverte et collaborative



Bonne santé et bien-être

Permettre à tous de vivre en bonne santé et promouvoir le bien-être de tous à tout âge



Éducation de qualité

Assurer l'accès de tous à une éducation de qualité, sur un pied d'égalité, et promouvoir les possibilités d'apprentissage tout au long de la vie



Égalité entre les sexes

Parvenir à l'égalité des sexes et autonomiser toutes les femmes et les filles



Énergies propres et d'un coût abordable

Garantir l'accès de tous à des services énergétiques fiables, durables et modernes, à un coût abordable



Travail décent et croissance économique

Promouvoir une croissance économique soutenue, partagée et durable, le plein emploi productif et un travail décent pour tous



Industrie, innovation et infrastructures

Bâtir une infrastructure résiliente, promouvoir une industrialisation durable qui profite à tous et encourager l'innovation



Inégalités réduites

Réduire les inégalités dans les pays et d'un pays à l'autre



Consommation et production responsables

Etablir des modes de consommation et de production durables



Lutte contre les changements climatiques

Prendre d'urgence des mesures pour lutter contre les changements climatiques et leurs répercussions



Vie terrestre

Préserver et restaurer les écosystèmes terrestres, en veillant à les exploiter de façon durable, gérer durablement les forêts, lutter contre la désertification, enrayer et inverser le processus de dégradation des sols et mettre fin à l'appauvrissement de la biodiversité



Paix, justice et institutions efficaces

Promouvoir l'avènement de sociétés pacifiques et inclusives aux fins du développement durable, assurer l'accès de tous à la justice et mettre en place, à tous les niveaux, des institutions efficaces, responsables et ouvertes à tous



Partenariats pour la réalisation des objectifs

Renforcer les moyens de mettre en œuvre le Partenariat mondial pour le développement et le revitaliser



Légendes des photos :

- 1/ Réacteur Jules Horowitz – G. Lesénéchal/CEA
- 2/ Plateforme Mégasol – L. Godart/CEA
- 3/ Cultures de microalgues en erlen-meyer – L. Godart/CEA
- 4/ Salle blanche – A. Aubert/CEA
- 5/ Contrôle électromagnétique multiéléments robotisé de pièce en fabrication additive – CEA
- 6/ Tomographie par émission de positons – PF. Grosjean/ CEA
- 7/ Supercalculateur Joliot-Curie – P. Stroppa/CEA
- 8/ Démantèlement réacteurs G2 et G3 – S. Le Couster/CEA