

R É P U B L I Q U E F R A N Ç A I S E

BUDGET GÉNÉRAL

PROGRAMME 190

RAPPORTS ANNUELS DE PERFORMANCES

ANNEXE AU PROJET DE LOI DE RÉGLEMENT

DU BUDGET ET D'APPROBATION DES COMPTES POUR

2021

RECHERCHE DANS LES  
DOMAINES DE L'ÉNERGIE,  
DU DÉVELOPPEMENT ET  
DE LA MOBILITÉ  
DURABLES



PROGRAMME 190  
**Recherche dans les domaines de l'énergie, du  
développement et de la mobilité durables**

---

## Bilan stratégique du rapport annuel de performances

### Thomas LESUEUR

*Commissaire général au développement durable*

Responsable du programme n° 190 : Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables

Le programme 190 couvre la recherche dans les domaines du développement durable, de l'énergie, des risques, des transports, de la construction et de l'aménagement. Le caractère transversal du programme lui confère un rôle stratégique pour le développement de la recherche et de l'innovation au service des politiques de développement durable, ainsi que pour le développement des synergies nécessaires. Ainsi, le programme 190 s'étend sur un large panel de domaines de recherche que sont les nouvelles technologies de l'énergie, le nucléaire, les risques nucléaires et radiologiques, les risques environnementaux, les transports, la construction, l'aménagement, les réseaux et l'aéronautique. Ce dernier domaine de recherche s'inscrit par ailleurs, dans l'initiative 18 « Soutien aux filières stratégiques » du Grand plan d'investissement (GPI) soulignant l'enjeu gouvernemental de placer l'économie française sur une trajectoire d'investissement permettant d'atteindre l'objectif de neutralité carbone en 2050.

**La recherche dans le domaine des nouvelles technologies de l'énergie (NTE)** est menée par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) et par l'IFP Energies nouvelles (IFPEN).

L'IFPEN a poursuivi en 2021 son orientation vers la recherche dans le domaine des NTE. Conformément à son contrat d'objectifs et de performance 2021-2023, l'IFPEN a instauré en 2021 une nouvelle priorité stratégique sur les thèmes du climat, de l'environnement et de l'économie circulaire, aux côtés des priorités existantes "énergies renouvelables" et "mobilité durable".

En 2021, les principales avancées de l'IFPEN sont les suivantes :

- Dans le domaine du climat et de l'environnement, les travaux menés sur le captage du CO<sub>2</sub> ont pris une ampleur nouvelle avec deux procédés en phase de déploiement : le procédé par solvant démixant DMX™, pour lequel un pilote a été livré sur le site d'ArcelorMittal à Dunkerque fin 2021 (projet européen 3D coordonné par IFPEN) et le procédé Cheers de combustion en boucle chimique, avec le lancement de la construction du pilote en Chine (projet européen Cheers).
- Dans le domaine des énergies renouvelables, l'IFPEN contribue à la mise en place de filières industrielles de production de carburants et d'intermédiaires chimiques issus de biomasse non alimentaire. Les tests sur les unités de démonstration de la technologie BioTfuel® (production de biogazole et biokérosène) ont été finalisés avec les partenaires du consortium. Concernant la production de biobutadiène pour la fabrication de caoutchouc d'origine végétale (projet Ademe BioButterfly mené avec Axens et Michelin), la construction du démonstrateur préindustriel sur le site de Michelin à Bassens a été achevée.
- Dans le domaine de la mobilité durable, les travaux d'IFPEN visant la mise au point d'une motorisation à hydrogène se sont poursuivis et un nouveau banc d'essai de systèmes piles à combustible d'une puissance de 210 kW, le plus puissant de France, a été mis en service sur le site de Lyon. Concernant la mobilité connectée, IFPEN a porté avec l'Inria et le Cerema l'élaboration d'un Mobility Data Hub, plateforme nationale visant à doter les acteurs d'outils communs pour mutualiser les données, analyser et anticiper la mobilité des personnes et des biens.

Par ailleurs, IFPEN a poursuivi ses actions en matière de formation et de soutien aux jeunes entreprises innovantes.

**Le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA)** se positionne comme un accélérateur de la transition énergétique en prônant une approche intégrée du système énergétique s'appuyant à la fois sur les modes de production (énergie nucléaire et énergies renouvelables) et leurs interactions au sein du réseau (stockage, pilotage,

conversion). Il développe des briques technologiques du système énergétique, en concentrant ses efforts sur des composants clés pour les besoins nationaux et européens, à court et moyen terme, tout en explorant certaines pistes de plus long terme. Les principales réalisations 2021 du CEA sont les suivantes :

- dans le domaine photovoltaïque, le CEA a poursuivi ses travaux de conception et fabrication d'un module hétérojonction de forte puissance et travaille au développement de la technologie tandem pérovskite-Silicium à hétérojonction ;
- dans le domaine des batteries, le CEA a poursuivi les études sur des procédés et des systèmes basés sur des chimies nouvelles qui utilisent des matériaux abondants et à faible coût tout en maintenant ses activités sur l'aval de la chaîne de valeur pour assurer et garantir à la fois la performance, l'autonomie et la sécurité des systèmes de batterie mais aussi la viabilité économique et durable de la filière ;
- dans le domaine de la production d'hydrogène, la co-entreprise Genvia a été créée en mars 2021 entre le CEA, Schlumberger, Vicat, Vinci et l'AREC Occitanie. Parallèlement les premiers stacks d'électrolyse haute température de puissance (75 cellules de 200 cm<sup>2</sup>) ont été fabriqués ;
- dans le domaine des piles à combustible (PEMFC), le CEA poursuit son accompagnement des industriels (Faurecia, Symbio et Alstom) en travaillant sur la fiabilisation et le coût des piles (réduction de la quantité de platine notamment) pour différents domaines applicatifs.

**S'agissant du nucléaire**, les principales réalisations du CEA pour l'année 2021 sont les suivantes :

- En application des décisions prises par le Comité de l'énergie atomique, le plan de mise sous contrôle du projet de réacteur Jules Horowitz (RJH), a été déployé par le CEA depuis le 1er octobre 2020, assurant des progrès significatifs dans la maîtrise du projet. Une feuille de route a été retenue en mars 2021 pour la période 2021-2023 : l'objectif est de poursuivre les études et le dérisquage du projet avant de lancer les activités de montage électromécanique de façon intensive après 2023. Le chantier a connu des avancées significatives en 2021 avec (i) la revue de conception du Bâtiment noyau dur, (ii) la fin des montages du niveau Bâtiment moyens réfrigérants au niveau +1, (iii) la fin des essais des propositions d'amélioration vibratoire des tronçons supérieurs des tubes guide dans le cadre du groupe de travail sur l'amélioration de la stabilité des internes, (iv) la signature des avenants couvrant la feuille de route 2021-2023 pour les gros lots électromécaniques (v) la mise à jour du rapport de sûreté et sa diffusion à l'ASN fin 2021.
- Conformément à la stratégie proposée à l'ASN par le CEA en octobre 2019, les travaux de renforcement du LECA se poursuivent. Une première étape a été atteinte avec la finalisation des travaux préparatoires (dévoisement et maçonnerie) pour réaliser le dégagement des zones de pose des éclisses.
- Les travaux dans le domaine du nucléaire de demain se concentrent d'une part, sur la gestion du cycle des matières avec l'étude de l'intérêt du multirecyclage en réacteurs à eau pressurisée (REP) et la poursuite des travaux sur les verrous technologiques des réacteurs à neutrons rapides qui permettront à long terme la fermeture du cycle et d'autre part, sur l'intégration du nucléaire dans un système énergétique décarboné et compétitif avec des moyens de production plus modulaires et de moindre capacité comme les petits réacteurs modulaires (small modular reactors – SMR).
- Par ailleurs, grâce à ses capacités expérimentales et ses outils de simulation numérique, le CEA a continué de mener des actions de recherche et développement qui contribuent à l'expertise nucléaire du CEA.

**Dans le domaine des risques**, le programme porte les crédits de l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS) et de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN).

À l'écoute des besoins issus des politiques publiques, tout comme des besoins de la société et des industriels, **la recherche de l'INERIS** se développe en étroite synergie avec ses activités d'appui et d'expertise. Ses équipes mènent des travaux de recherche appliquée au service de l'évaluation et de la maîtrise des risques technologiques. Ils concernent la compréhension, la simulation, voire l'anticipation des phénomènes dangereux et de l'impact environnemental et sanitaire des polluants chimiques et le développement d'outils et de méthodes pour maîtriser les risques qu'ils induisent, prévenir leur déclenchement et protéger l'environnement, les personnes et les biens. L'activité de recherche de l'INERIS s'appuie sur des moyens expérimentaux uniques (laboratoires, essais en grand ou in situ), de la modélisation et des expertises de terrain.

En 2020, l'INERIS avait été évalué comme organisme de recherche par le Hceres et avait redéfini ses priorités d'actions dans le cadre de l'élaboration de son nouveau contrat d'objectifs et de performances (COP) 2021-2025. Un plan d'action en réponse aux recommandations du HCERES a été élaboré 2021. Il comprend notamment une réflexion sur sa stratégie partenariale en France comme à l'international, sur sa gouvernance scientifique externe, sur son positionnement sur des sujets émergents. Le COP identifie un certain nombre de verrous et de jalons scientifiques qui seront les priorités de recherche de l'institut pour les années à venir. Ils répondent aux enjeux posés au sein des trois thématiques structurantes du COP :

- maîtriser les risques liés à la transition énergétique et l'économie circulaire ;
- comprendre et maîtriser les risques à l'échelle d'un site industriel et d'un territoire ;
- caractériser les dangers des substances et leurs impacts sur l'homme et la biodiversité.

L'ouverture à la société reste une priorité pour l'INERIS. Son séminaire annuel sur les orientations scientifiques et techniques (SOST), espace d'échange avec l'ensemble de ses instances de gouvernance, fut consacré aux enjeux posés par la science ouverte, avec une attention particulière sur le rôle des données ouvertes. L'intégralité des publications dont l'INERIS est premier auteur sont désormais accessibles librement sur les archives ouvertes HAL-ineris. Enfin, l'activité de veille prospective visant à identifier les sujets émergents en termes de risques environnementaux s'organise et se renforce progressivement.

La mission d'expert des risques nucléaires et radiologiques, portée par l'IRSN et dont le programme 190 assure une large part de financement, répond à une finalité permanente, celle de la protection des personnes et de l'environnement face à ces risques.

A cet effet, l'action de l'Institut s'articule autour de deux axes complémentaires : la recherche et l'expertise. L'année 2021 a été marquée par une activité soutenue dans ces deux domaines, combinée, tout comme en 2020, à une exigence d'adaptabilité aux conditions sanitaires afin d'assurer le maintien de l'ensemble de ses activités.

Parmi les réalisations, il convient de noter, en matière d'expertise, la poursuite de l'examen des dossiers en support à la mise en service du réacteur EPR de Flamanville, l'enclenchement des travaux d'analyse du 4ème réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe ou bien encore, dans la domaine de la défense, le suivi de la mise en service opérationnel du Suffren, premier sous-marin nucléaire d'attaque du programme Barracuda ainsi que la contribution de l'Institut à la révision du corpus réglementaire de la sécurité nucléaire.

L'année 2021 aura également été marquée par les dix ans de la survenue de l'accident de Fukushima-Daiichi, qui a été l'occasion pour l'IRSN de dresser un bilan des actions réalisées et de tirer les enseignements de cet accident tant du point de vue de l'anticipation que de celui de la résilience.

Consubstantielle à la mission d'expertise, la recherche mise en œuvre à l'IRSN vise à disposer d'un socle de connaissance à l'état de l'art, nécessaire à l'évaluation des risques nucléaires et radiologiques. Poursuivant sa démarche partenariale, gage à la fois de qualité scientifique mais également d'efficacité, l'IRSN a conclu ou renouvelé en 2021 des partenariats structurants en sûreté nucléaire ou en radioprotection avec des institutions de référence en France, avec le CNRS ou avec le centre de lutte contre le cancer Gustave Roussy, et à l'étranger, avec les universités de Singapour ou de Fukushima. L'IRSN inscrit également son action dans le cadre du plan de relance par le développement de projets numériques mais également de programmes de recherche, comme par exemple ceux sur les systèmes de sûreté passifs dont l'utilisation est envisagée dans la plupart des nouveaux concepts de petits réacteurs modulaires (*small modular reactors* (SMR)).

Enfin et conformément aux engagements pris en matière de politique RSE, l'IRSN a élaboré une feuille de route pour le triennal 2021-2023 avec des démarches axées sur l'économie circulaire, la sobriété numérique et la rénovation énergétique du patrimoine immobilier dans le cadre du plan France Relance.

**Dans les domaines des transports, de la construction, de l'aménagement et des réseaux**, le programme finance deux établissements ayant des activités de recherche : l'université Gustave Eiffel (établissement public expérimental créée le 1er janvier 2020 à partir de l'ancien Institut français des sciences et technologies des transports, de

l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR)). **L'université Gustave Eiffel (UGE)** reprend les missions de l'IFSTTAR et d'autres établissements qui ont intégré le périmètre de cet établissement public expérimental : l'ancienne université Paris-Est Marne-la-Vallée, l'École d'Architecture de la Ville et des Territoires et trois écoles d'ingénieurs : ESIEE Paris, l'EIVP et l'ENSG (école dépendant de l'Institut national de l'information géographique et forestière).

L'UGE conduit notamment des travaux de recherche finalisée et d'expertise dans les domaines des transports, des infrastructures, des risques naturels et de la ville pour améliorer les conditions de vie et favoriser un développement durable de nos sociétés.

La crise sanitaire a continué à fortement mobiliser les équipes en 2021, demandant notamment une adaptation continue aux restrictions de déplacements et de présence sur site, aussi bien pour les aspects formation que recherche, transformant les usages de travail et induisant des retards conséquents sur certains travaux, notamment expérimentaux ou de terrain. Comme l'année précédente (année de naissance de la nouvelle université), les services de l'université ont été largement mobilisés par la redéfinition de l'ensemble des processus, notamment au niveau de la gestion et du budget (changements majeurs d'outils) mais plus généralement pour tous les processus présents et différents selon les établissements. De plus, la création de l'université a entraîné la remise en route des processus doctoraux, jusque-là totalement délégués à la ComUE Université Paris-Est : ceux-ci sont repris en partie par la nouvelle université (inscription, soutenances, diplomation, conventions d'accueil et de cotutelle), sur l'ensemble de ses campus, où l'université devrait à terme être co-accréditée sur une quinzaine d'écoles doctorales. L'année 2021 a donc été marquée par la délivrance des 46 premiers diplômes de « doctorat de l'université Gustave Eiffel ».

L'année 2021 a été ponctuée par l'élaboration de la feuille de route 2020-2022 entre l'université et ses tutelles. Le calendrier était fixé par le MESRI. La feuille de route est actuellement dans les circuits de signature ministériels.

Malgré une année 2021 perturbée par la COVID, l'université Gustave Eiffel s'est montrée active avec l'organisation de plusieurs séminaires de transfert à destination des acteurs publics, dont :

- un colloque "Territoire(s) & Sécurité(s)", juin 2021, en partenariat avec la Gendarmerie Nationale ;
- un séminaire sur la mobilité des seniors, juin 2021, en partenariat avec la Délégation à la sécurité routière ;
- deux séminaires sur l'intelligence artificielle (mars 2021 : sur la mobilité et la transition écologique ; novembre 2021 : sur les véhicules autonomes) ;
- une journée JTAV : Journées techniques acoustiques vibrations (juin 2021) ;
- une journée Capteurs et pollution (novembre 2021) ;
- une introduction du webinaire sur la thématique "La prise en compte du risque d'inondation et de ruissellement urbain dans la planification urbaine et territoriale" à la demande de la DGALN, en décembre 2021.

Par ailleurs, la première édition d'une publication présentant une sélection des travaux de l'université en matière d'appui aux politiques publiques a été diffusée en novembre 2021. Elle présente près de 70 actions sur de nombreuses thématiques : urbanisme et aménagement, transition énergétique, littoral, réflexions-actions avec les territoires, risques naturels, risques industriels, cyber et data-risques, durabilité des infrastructures, mobilité et logistique, sécurité routière, transports publics, questions éthiques pour le bien commun dans la société, santé...

Ces actions mettent en avant la diversité et la complémentarité des regards portés par cette jeune université (créée en 2020), multi disciplinaire et multisite.

En 2021, le **CSTB** a poursuivi son implication dans des projets de recherche et développement (R&D) multipartenariaux, qui associent des acteurs publics et privés. Il contribue au programme PROFEEL, programme d'innovation sur la rénovation énergétique des bâtiments, proposé par la filière de la construction. Cette contribution s'opère au travers de 4 projets de recherche qui font intervenir des partenaires économiques.

De même, l'accélérateur de start-up du CSTB – le CSTB'Lab – a accueilli une dizaine de nouvelles sociétés sélectionnées par un jury. Elles sont accompagnées au plan scientifique et technique par le CSTB, a minima durant un an, pour consolider leurs projets, développer de nouvelles fonctionnalités et services et augmenter la valeur ajoutée de leur offre. Ces start-ups s'ajoutent aux 53 entreprises innovantes ayant déjà bénéficié de l'appui du CSTB'Lab.

Le CSTB participe toujours à l'Institut Efficacity, dédié à la transition énergétique des villes, qui réunit vingt-huit partenaires, industriels et chercheurs.

L'actualité scientifique du CSTB pour l'année 2021 a été marquée par plusieurs événements ou productions. Nous pouvons citer comme exemple, le développement d'un outil facilitant la production de maquettes numériques de gestion, compatible avec l'outil de Gestion Technique de Patrimoine immobilier (GTP ABYLA®) utilisé par CDC Habitat. Cet outil prend la forme d'un plugin appelé « Adaptateur Abyla », intégré à la visionneuse de maquette eveBIM® du CSTB. Il permet aux bailleurs et gestionnaires de parc immobilier d'intégrer plus facilement les maquettes numériques à leur outil de GTP ABYLA® et ainsi optimiser la gestion de leurs parcs, via le BIM Gestion – Exploitation – Maintenance (GEM).

Par ailleurs en 2021, le CSTB a été récompensé dans le cadre de l'« International Conference on Computing in Civil and Building Engineering » (ICCCBE) pour la qualité scientifique des travaux du CSTB et l'apport souligné de son approche pluridisciplinaire pour la communauté scientifique, sur la gestion du risque COVID dans les collèges. Ces travaux de recherche dédiés à la gestion du risque Covid dans les établissements scolaires ont été initiés en 2020 et finalisés en 2021 avec le Département des Hauts-de-Seine (CD 92). Organisés dans une approche pluridisciplinaire intégrant des principes de ventilation, mécanique ou naturelle, les flux d'élèves, les configurations et temps d'occupation des salles de cours, ces travaux ont permis de développer une méthodologie scientifique visant à comparer les solutions de contrôle de la circulation du virus, en particulier dans les collèges, en se basant sur des critères objectifs : concentration de particules virales dans l'air, densité d'élèves dans les zones de congestion, etc. Ces travaux ont permis également de déboucher sur une série de recommandations qui sont rassemblées dans un guide méthodologique facilitateur, mis à disposition des chefs d'établissements des Hauts-de-Seine, et accessible à tous en ligne.

Enfin comme dernière exemple nous pouvons évoquer la démarche prospective collective « Imaginons ensemble les bâtiments de demain » engagée par le CSTB et l'ADEME qui a eue pour ambition de préparer l'avenir des bâtiments en France à l'horizon 2050, en partageant les différentes visions des acteurs de la construction et de l'immobilier. L'ADEME et le CSTB ont choisi d'agir ensemble avec les acteurs du secteur intéressés pour explorer ces futurs contrastés possibles, dans une démarche de prospective collective. Ces visions croisées constituent un éclairage important pour les travaux que chacun pourra mener dans son domaine. Ainsi, un comité de prospective et un groupe de partenaires ont produit et discutés des éléments qui sont mis au débat public en travaillant avec une démarche en trois étapes : 22 facteurs clés qui structurent l'avenir du bâtiment et de l'immobilier ont d'abord été choisis. Pour chacun d'eux des hypothèses contrastées d'évolution à 2050 ont été définies. Les premiers scénarios prospectifs d'évolution ont été publiés à l'été 2021.

**L'action aéronautique** du programme 190 participe pleinement du Plan de relance décidé en 2020. La dotation initiale 2021 de cette action était de 270 M€ d'AE, soit le total des dotations prévues pour 2021 et 2022. Cette dotation a été abondée de 744 M€ d'AE supplémentaires par transfert du programme 362 de la mission Relance. Les AE disponibles après mise en réserve, soit 1 003,2 M€, ont été intégralement consommées sur l'année.

La feuille de route que l'État a définie en concertation avec les industriels français dans le cadre du volet R&D aéronautique du Plan de relance est structurée autour d'une vingtaine de grandes thématiques qui couvrent l'intégralité des grands domaines d'excellence de la filière nationale. L'ambition majeure de cette feuille de route est de préparer technologiquement la rupture environnementale de l'aviation, tout en confortant et en transformant la majeure partie des capacités de toutes les composantes de la filière, pour d'une part maîtriser dans moins d'une décennie l'intégration dans les avions des technologies de rupture (énergies décarbonées et réductions massives de consommation) qui fonderont la transition écologique du transport aérien, et d'autre part réaliser les gains d'efficacité sur l'ensemble du cycle de vie des avions qui permettront d'accélérer l'introduction en flotte d'appareils « verts » à des coûts soutenables pour le marché.

Les choix de soutien des projets des industriels sont basés sur leur contribution à cet objectif prioritaire de transition écologique accélérée du transport aérien, et sur leur cohérence technique et temporelle avec le lancement, d'ici la fin de la décennie, de nouveaux programmes d'avions de toutes tailles, à la fois décarbonés et compétitifs. La Direction générale de l'aviation civile (DGAC) prend également en compte la maturité technique et financière du contenu

proposé et s'assure par ailleurs de la bonne inclusivité des partenariats de R&D, c'est-à-dire de l'association aux travaux des acteurs pertinents, notamment des PME-ETI de la filière.

La quasi-totalité du soutien est consacré à des subventions à la recherche, car à ce stade, les industriels n'ont exprimé que très peu de demandes de soutien pour des développements technologiques, au moyen d'avances récupérables.

84% de l'effort de soutien a été consacré en 2021 à la préparation technologique des futurs avions de transport (régionaux et commerciaux) décarbonés. Par comparaison, en 2020, cette part n'était que de 58%. Ce poids très majoritaire du segment de l'aviation de transport dans la politique de soutien à la R&D aéronautique traduit l'orientation prioritaire de cette politique vers la décarbonation du transport aérien, ce segment concentrant à lui seul plus de 95% des émissions de CO<sub>2</sub> du secteur. Les 16% restants ont permis de soutenir les autres segments de l'aviation (hélicoptères, aviation d'affaires et légère) dans leurs efforts de transition écologique.

Par ailleurs, la poursuite des efforts de recueil des propositions des PME-ETI de la filière engagés par la DGAC dans le cadre du Plan de relance a permis d'amplifier fortement la dynamique de participation de ces entreprises, avec le conventionnement en 2021 de 12 projets menés exclusivement par des PME-ETI (contre 3 projets en 2020), et près d'une centaine de PME-ETI impliquées en tant que partenaires des projets portés par les grands intégrateurs de la filière (Airbus, Safran, Thales, Dassault, ATR). Au final, en tenant compte de la redistribution via la sous-traitance (environ 25% du montant des activités soutenues), plus de 40% des soutiens engagés en 2021 bénéficie in fine aux partenaires des grands intégrateurs (PME-ETI, équipementiers, laboratoires).

## RÉCAPITULATION DES OBJECTIFS ET DES INDICATEURS DE PERFORMANCE

### **OBJECTIF 1 : Développer l'excellence des instituts de recherche au niveau européen et international**

INDICATEUR 1.1 : Production scientifique des instituts de recherche du programme

INDICATEUR 1.2 : Part des financements européens dans les ressources totales de recherche des instituts de recherche

### **OBJECTIF 2 : Développer les recherches partenariales entre acteurs publics et entre acteurs publics et privés et valoriser les résultats de la recherche**

INDICATEUR 2.1 : Part des contrats passés avec les industriels et les partenaires dans les ressources des instituts de recherche

INDICATEUR 2.2 : Part des ressources apportées aux opérateurs par les redevances sur titre de propriété intellectuelle

### **OBJECTIF 3 : Accroître, par la recherche, la compétitivité et la sécurité nucléaire sur l'ensemble du cycle**

INDICATEUR 3.1 : Maîtrise du déroulement de certains grands projets du CEA

### **OBJECTIF 4 : Soutenir par la recherche, le développement des nouvelles technologies de l'énergie (NTE) et de l'efficacité énergétique**

INDICATEUR 4.1 : Mesure des transferts des technologies NTE auprès des industriels à partir des travaux du CEA et de l'IFP EN

### **OBJECTIF 5 : Produire les connaissances scientifiques et l'expertise nécessaires au maintien d'un très haut niveau de protection contre les risques nucléaires et radiologiques**

INDICATEUR 5.1 : Taux de satisfaction des bénéficiaires de l'expertise de l'IRSN (services de l'État et autorités de sûreté)



## Objectifs et indicateurs de performance

**OBJECTIF****1 – Développer l'excellence des instituts de recherche au niveau européen et international****INDICATEUR****1.1 – Production scientifique des instituts de recherche du programme**

(du point de vue du citoyen)

	Unité	2019 Réalisation	2020 Réalisation	2021 Prévision PAP 2021	2021 Prévision actualisée	2021 Réalisation	2023 Cible PAP 2021
Nombre de publications dans des revues scientifiques internationales par chercheur	Nb	1,06	1,01	0,99	1	1,14	0,99
Reconnaissance scientifique des instituts de recherche du programme par l'indice de citations à 2 ans des articles des instituts de recherche du programme	indice	1,03	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

**Commentaires techniques****Sous-indicateur 1.1.1**Source des données :

- pour le nombre de publications : indicateurs de l'Observatoire des sciences et techniques (OST), base de données Thomson Reuters-Institute for Scientific Information (ISI) ;
- pour le nombre de chercheurs : données fournies par les établissements (CSTB, IFSTTAR, INERIS, IRSN et IFPEN).

Mode de calcul :

Nombre de chercheurs : nombre de chercheurs du CSTB, de l'IFSTTAR, de l'INERIS, de l'IRSN et d'IFPEN

Unité : ETP dédiés à l'activité de recherche

Nombre de publications d'après l'OST – année N-2

Le calcul est en compte de présence sur les instituts de recherche du programme pour assurer la robustesse de l'indicateur au niveau du programme (compte de présence : dès qu'un article comporte une adresse des opérateurs du P190, il compte pour une publication pour le programme).

**Sous-indicateur 1.1.2**Source des données :

Indicateurs de l'Observatoire des sciences et techniques (OST), base de données Thomson Reuters-Institute for Scientific Information (ISI)

Mode de calcul :

L'impact immédiat des opérateurs du programme se calcule en divisant la « part mondiale de citations à deux ans des publications de référence internationale des opérateurs du programme » par « la part mondiale de publications de référence internationale des opérateurs du programme ».

Ce calcul est en compte fractionnaire : il tient compte du nombre de laboratoires signataires de chaque publication. Afin de lisser les variations non significatives liées à l'évolution des journaux référencés dans chaque discipline, on adopte l'usage habituel en bibliométrie de calcul de l'indicateur en moyenne triennale glissante : la valeur indiquée en année n est alors la moyenne des valeurs constatées en n, n-1 et n-2.

Les établissements de recherche suivants sont pris en compte dans cet indicateur : CSTB, IFSTTAR, INERIS, IRSN et IFPEN.

Observations méthodologiques :

Cet indicateur est harmonisé avec les autres programmes de la mission « Recherche et enseignement supérieur ».

Il permet de mesurer l'influence internationale des publications des opérateurs du programme. Les citations des publications de ces opérateurs par d'autres publications sont en effet considérées comme une indication fiable de l'impact des publications des opérateurs sur les travaux de leurs collègues chercheurs. Il s'agit donc d'une mesure précieuse, qui permet de qualifier la production scientifique d'un acteur en mesurant l'« utilité scientifique », au niveau international, des connaissances produites. L'indice d'impact est largement reconnu comme un indicateur essentiel pour évaluer la performance de la recherche, et est utilisé comme tel dans les classements académiques internationaux. En effet la mesure d'une part de la production (cf. indicateur précédent) doit être complétée par un indicateur plus qualitatif afin de prendre en compte un éventuel biais « productiviste » de la part des chercheurs.

NB : Les variations de l'indicateur sont lentes. C'est son évolution au cours du temps, notamment en comparaison avec celles d'acteurs comparables, qui constitue le signal le plus important.

Limites et biais connus :

- Toutes les citations n'ont pas la même valeur ;
- Deux ans est un laps de temps très court pour mesurer l'utilité scientifique d'une publication. Seule une partie des citations est décomptée et l'indice d'impact est, en ce sens, une mesure indirecte de l'utilité scientifique des publications, utile notamment pour comparer entre eux des acteurs comparables et observer l'évolution de leurs performances au cours du temps ;
- La base de données utilisée, le Web of Science® de Thomson Reuters, est l'une des bases faisant référence au niveau international pour la bibliométrie. C'est une base qui recense en priorité les journaux scientifiques les plus influents au niveau international. Cependant, elle est plutôt orientée vers l'activité scientifique académique et représentative pour les disciplines bien internationalisées. Sa représentativité est moins bonne dans les disciplines appliquées, de « terrain », à forte tradition nationale, ou encore dont la taille de la communauté est faible. Elle est également limitée dans les disciplines (comme l'informatique ou l'ingénierie) où une part importante des informations passe par d'autres canaux que les journaux scientifiques internationaux, où des journaux à orientation nationale et les livres peuvent jouer un rôle important dans l'avancée des connaissances.

## Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables

Programme n° 190 | Objectifs et indicateurs de performance

### Disponibilité :

Il convient de noter que la mesure de cet indicateur impose un délai de deux années supplémentaires par rapport aux indicateurs de production. D'une manière générale, la mesure d'un impact, quel qu'il soit, nécessite un délai minimal d'observation. Ici, par construction (citations recueillies à 2 ans), la valeur définitive de l'indicateur n'est disponible pour l'année n qu'au RAP de l'année n+2.

## INDICATEUR

### 1.2 – Part des financements européens dans les ressources totales de recherche des instituts de recherche

(du point de vue du citoyen)

	Unité	2019 Réalisation	2020 Réalisation	2021 Prévision PAP 2021	2021 Prévision actualisée	2021 Réalisation	2023 Cible PAP 2021
Part des contrats européens sur les recettes totales de recherche des organismes	%	2,13	1,72	2,25	2,38	1,98	2,25

### Commentaires techniques

#### Source des données :

Cet indicateur concerne les cinq établissements suivants : le CSTB, l'INERIS, l'IRSN, l'IFSTTAR et IFPEN. Il s'agit du montant annuel des contrats de recherche européens détenus rapporté aux recettes totales de recherche des établissements concernés. Seuls les contrats de recherche européens détenus dans le cadre des 7<sup>e</sup> et 8<sup>e</sup> Programmes cadre de recherche et développement (PCRD) sont comptabilisés, les autres contrats de recherche européens ne sont pas pris en compte ici.

#### Mode de calcul :

Numérateur : Produits totaux des contrats de recherche européens détenus par les établissements pour l'année N (subventions de recherche + part annuelle des contrats de recherche hors investissements). Dénominateur : recettes totales de recherche des établissements concernés hors investissements. Le mode de calcul de cet indicateur a été modifié en 2011. Il ne prend plus en compte la totalité des recettes des instituts de recherche, mais uniquement le total des recettes de recherche (contrats de recherche + subvention pour charges de service public). Les résultats des années antérieures ont été recalculés conformément à cette nouvelle définition.

## ANALYSE DES RÉSULTATS

### Sous-indicateur 1.1.1

Unités : nombre de publications/chercheur	Établissement	Prévision PAP 2020	Exécution 2020	Prévision PAP 2021	Exécution 2021
	CSTB	0,38	0,38	0,38	0,37
IFPEN	0,77	0,90	0,77	0,84	
UGE (IFSTTAR en 2019)	1,45	1,41	1,45	1,76	
INERIS	2,50	2,71	2,50	2,50	
IRSN	0,93	0,92	0,93	1,12	
<b>Nombre de publications par chercheur (total)</b>		<b>1</b>	<b>1,01</b>	<b>0,99</b>	<b>1,14</b>

#### Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB)

Pour 2021, le nombre de publications du CSTB est au-dessus de la cible. Entre 2015 et 2018 la capacité du CSTB avait été réduite à la suite d'une refonte de son modèle économique. Cette réorientation imposait aux chercheurs CSTB de valoriser davantage leurs résultats de recherche par la production d'expertises au service du secteur de la construction. Dans les premières années, cette reconversion s'est faite au détriment de la production de littérature scientifique. Un équilibre a été retrouvé avec une croissance depuis 2018 et une cible dépassée en 2021.

#### IFP Energies nouvelles (IFPEN)

Comme les années précédentes, les équipes de recherche d'IFPEN maintiennent une activité de publication qualitative, aussi bien dans des revues référencées par le Web of Science (WOS) que dans des revues métiers s'adressant plus directement à des acteurs industriels. On note cette année un nombre de publications qui reste

supérieur à la cible, en légère diminution par rapport à 2020 en raison notamment de la reprise des activités en laboratoire à la suite des confinements successifs.

#### Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS)

En 2021, l'INERIS a dépassé son objectif de publications d'articles scientifiques internationaux dans des revues à comité de lecture et suivies par l'Institute for Scientific Information (ISI), puisque 2,71 publications ont été recensés par chercheur, pour un objectif de 2,50. L'indicateur est stable par rapport à 2020.

#### Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN)

La production scientifique de l'IRSN s'inscrit en conformité avec les objectifs et engagements pris dans son contrat d'objectifs et de performance, dans un contexte de maintien global des effectifs en matière de recherche. Si le résultat pour 2021 s'inscrit en hausse par rapport aux précédents exercices, il se doit toutefois d'être examiné à l'aune de l'avancement des projets de recherche et de la variabilité de l'indicateur inhérente au processus de publication.

#### Université Gustave Eiffel (UGE)

L'indicateur relatif au nombre de publications par chercheur (à partir des publications de l'année N-1) est à la hausse à 1,76 (513 publications) contre 1,41 vu lors du bilan précédent (et 1.60 il y a deux ans), ce qui correspond probablement à un effet de compensation par rapport à l'année précédente (la moyenne sur les deux ans est relativement stable). Alors que la baisse de 2020 (chiffres 2019) était probablement due à la mobilisation des équipes de recherche vers la fusion des établissements fondateurs, la compensation pour 2021 (chiffres 2020) a été amplifiée par du temps rendu disponible par la crise sanitaire. L'établissement reste vigilant et poursuit ses efforts pour encourager les chercheurs à rendre visibles leurs travaux, à soutenir une HDR (habilitation à diriger des recherches) et à trouver les moyens de recruter des doctorants et post-doctorants, ce qui augmente la production scientifique globale. L'HDR est essentielle pour développer sa carrière de chercheur, postuler sur des postes de professeurs ou directeurs de recherche, mais aussi, au niveau plus collectif, puisque cela permet à l'université Gustave Eiffel de se projeter dans la co-accréditation d'une quinzaine d'écoles doctorales proches de ses divers campus."

### **Sous-indicateur 1.1.2**

L'indice de citation à deux ans des opérateurs du programme est resté stable en 2021.

### **Sous-indicateur 1.2**

Unités : nombre de publications/chercheur	Établissement	Prévision PAP 2020	Exécution 2020	Prévision PAP 2021	Exécution 2020
	CSTB	6,83%	5,46%	7,6%	6,14%
IFPEN	1,33%	1,11%	1%	1,02%	
UGE (IFSTTAR en 2019)	3,32%	1,42%	3,1%	2,04%	
INERIS	14%	11,4%	12,43%	10,78%	
IRSN	1,48%	1,56%	1,88%	2,11%	
<b>Nombre de publications par chercheur (total)</b>	<b>2,42%</b>	<b>1,72%</b>	<b>2,25%</b>	<b>1,14</b>	

#### Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB)

Pour le CSTB, l'année 2021 se traduit par une augmentation du ratio, les contrats de recherche européens étant partenariaux. Concernant les appels à projets européen en 2021, les résultats du CSTB sont les suivants : 20 propositions de projet déposées ; deux acceptées, trois en liste de réserve, six refusées, sept en attente ; dont deux en tant que coordinateur.

#### IFP Energies nouvelles (IFPEN)

Malgré le retard du démarrage du programme-cadre Horizon Europe ayant rendu difficiles les premiers montages de projets pendant la période estivale, IFPEN poursuit son ambition concernant l'augmentation de sa participation aux appels à projets européens, en se positionnant sur de nouvelles thématiques et en saisissant de nouvelles opportunités pour sa recherche fondamentale (dépôt de projets de réseaux de doctorants MSCA-DN).

Au total, 28 propositions ont été soumises en 2021, dont 26 dans le cadre du programme Horizon Europe et 2 dans le cadre d'Eranet. Parmi ces 28 propositions, quatre ont été acceptées à ce jour sur les thématiques de la mobilité zéro émission, des batteries ou encore de la dynamique du carbone dans les sols calcaires.

Le taux de succès 2021 (projets acceptés / projets soumis) est aujourd'hui de 14 %, mais le taux de réussite dit « réel à ce jour » (projets acceptés / projets évalués) est de 33 %, similaire à celui de 2020 qui était de 35 %. En effet,

compte tenu du retard du démarrage du programme-cadre Horizon Europe, 16 projets sont encore en cours d'évaluation.

#### Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS)

Après une année 2020 très fortement touchée par la crise sanitaire notamment pour ce qui concerne les activités expérimentales, le montant des subventions européennes de recherche augmente de plus de 20% en 2021. Toutefois cette hausse conjoncturelle ne doit pas faire oublier une tendance baissière depuis 2015, en témoigne le nombre de projets européens obtenus en 2021 qui s'élève à cinq, pour une cible de huit. La baisse du taux de succès aux appels d'offre européens en 2021 est une tendance cependant observée par la majorité des organismes nationaux et européens candidats aux appels à proposition de recherche. Ces derniers font maintenant l'objet d'une très forte compétition entre les organismes. En revanche, le taux de succès de l'Ineris aux appels à projets nationaux (ANR, ADEME, ANSES...) fut excellent en 2021 avec 15 projets retenus sur 22 soumis.

#### Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN)

Les résultats 2021 de l'IRSN s'inscrivent en cohérence avec ceux des précédents exercices. L'Institut poursuit, notamment dans le cadre du dispositif Euratom, son implication dans une recherche partenariale à l'échelle européenne, dans les domaines de la sûreté nucléaire, de la gestion des déchets et de la radioprotection. On notera en 2021 la participation de l'IRSN à 25 projets de recherche européens et une implication dans la préparation d'un Partenariat européen dans le domaine de la recherche pour la radioprotection, dans le cadre d'Horizon Europe qui succède à Horizon 2020. Il convient toutefois de noter une variabilité des recettes associées à ces contrats de recherche notamment du fait du rythme des appels à projet, de la fin de certains programmes ainsi que des financements qui leur sont associés.

#### Université Gustave Eiffel (UGE)

Pour le périmètre relatif à l'ex-IFSTTAR, concernant les projets européens de recherche relevant du programme Horizon Europe, en 2021, 21 projets ont été déposés, dont 3 ont été acceptés, 9 rejetés et 9 sont encore en cours d'évaluation. Pour l'ensemble de l'Université Gustave Eiffel, les données font état de 4 soumissions de projets de recherche supplémentaire de l'ESIEE Paris qui sont en cours d'évaluation. A remarquer la soumission par l'alliance PIONEER (pilotee par l'université Gustave Eiffel) d'un projet de type widening dont le résultat sera connu en 2022.

Sur le plan des projets de formation dans le cadre du programme ERASMUS, l'Université a été impliquée dans 3 propositions de projets de type KA131 et une demande de partenariat stratégique (KA203) qui ont toutes été acceptés. Enfin l'Université a engagé fin 2021 la coordination d'un projet d'université européenne qui sera déposé en Mars 2022.

Concernant les projets ANR, le taux de succès est de 12 sur 26.

L'encaissement des recettes sur projets européens est moindre que prévu pour les 2 raisons suivantes :

1. Depuis le printemps 2020, la commission européenne a missionné le cabinet BDO LLP pour mener un audit financier (BAEA385007) sur 3 projets. L'université vient de recevoir les conclusions favorables en février 2022 mais, pendant toute cette période d'audit, les versements sur ces trois projets (et d'autres) ont été gelés en attente des instructions définitives.

2. Depuis le basculement de l'IFSTTAR dans UGE, nous observons également des retards de paiement par les chefs de file de nos projets européens suite à la mise à jour de l'université dans leurs bases TIERS comptables. Même si administrativement l'université a été intégrée dans les consortiums dès le premier trimestre 2020, les actualisations financières ne sont traitées qu'au moment des versements avec un délai générant systématiquement pour UGE des retards de versements.

Dans les deux cas, la courbe des recettes encaissées sur projets européens est en croissance sur le périmètre ex-I entre 2020 (1,4 M€) et 2021 (2,2 M€) avec une tendance toujours à la hausse en 2022 pour se retrouver dans les objectifs attendus.

L'Université dispose d'un portefeuille de 27 projets européens actifs financièrement pour atteindre les objectifs prévus.

**OBJECTIF**

2 – Développer les recherches partenariales entre acteurs publics et entre acteurs publics et privés et valoriser les résultats de la recherche

**INDICATEUR**

2.1 – Part des contrats passés avec les industriels et les partenaires dans les ressources des instituts de recherche

(du point de vue du contribuable)

	Unité	2019 Réalisation	2020 Réalisation	2021 Prévision PAP 2021	2021 Prévision actualisée	2021 Réalisation	2023 Cible PAP 2021
Part des contrats de recherche sur les recettes totales de recherche des organismes (CSTB, INERIS, IRSN, IFSTTAR)	%	17,6	16,15	19,30	19,30	21,61	19,30
Part des contrats des partenaires économiques dans les recettes totales de recherche des organismes (CSTB, INERIS, IRSN, IFSTTAR)	%	8,09	8,11	7,24	7,22	8,53	7,24
Taux de participation des industriels et des partenaires au financement de la recherche en matière nucléaire (CEA) (mesure du crédit porté par les industriels à la recherche réalisée par le CEA).	%	42	37	40	32	42	>35
Taux de participation des industriels au financement des recherches sur les nouvelles technologies de l'énergie (CEA)	%	30,35	22	33	30	34	35
Taux de participation des industriels et des partenaires au financement des recherches sur les nouvelles technologies de l'énergie (IFP EN)	%	9,8	9,3	8	10	10,5	8

**Commentaires techniques**

Sources des données : UGE, IRSN, INERIS et CSTB

Mode de calcul : Il s'agit du montant annuel des contrats de recherche détenus (dont contrat ANR, contrats européens, contrats avec des agences), rapporté aux recettes totales de recherche de ces organismes (contrats de recherche financés par des partenaires publics et privés + subvention pour charges de service public).

À ce sous-indicateur est associé un autre sous-indicateur à un niveau plus fin : part des contrats de recherche avec les partenaires « économiques ». Les recettes totales des contrats de recherche, objet de l'indicateur 2.1.1, incluent les recettes issues des partenaires économiques, objet de l'indicateur 2.1.2.

**Sous-indicateurs 2.1.3 concernant le CEA dans le nucléaire**

Sources des données : CEA

Mode de calcul : Le sous-indicateur a été établi sur la base de la nouvelle nomenclature applicable au CEA à partir du 1er janvier 2016. Le montant des recettes provenant des industriels concernés (contrats de collaboration, redevances sur licences) est rapporté au coût des programmes (coûts directs uniquement).

**Sous-indicateur 2.1.4 concernant le CEA dans les NTE**

Sources des données : CEA

Mode de calcul : Le sous-indicateur a été établi sur la base de la nouvelle nomenclature applicable au CEA depuis le 1er janvier 2016. L'indicateur couvre l'ensemble des activités relatives aux nouvelles technologies de l'énergie (NTE) du CEA : solaire, hydrogène et piles à combustibles, batteries, biomasse. Le montant des recettes provenant des industriels concernés (contrats de collaboration, redevances sur licences) est rapporté au coût des programmes (coûts directs uniquement).

Sources des données : IFPEN

Mode de calcul : Montant du financement des industriels dans le domaine des NTE divisé par la dotation budgétaire et les prestations réalisées dans ce domaine.

## Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables

Programme n° 190 | Objectifs et indicateurs de performance

### INDICATEUR

#### 2.2 – Part des ressources apportées aux opérateurs par les redevances sur titre de propriété intellectuelle

(du point de vue du contribuable)

	Unité	2019 Réalisation	2020 Réalisation	2021 Prévision PAP 2021	2021 Prévision actualisée	2021 Réalisation	2023 Cible PAP 2021
Produit des redevances et licences sur brevets de l'IFP EN / charges directes de l'IFP EN	%	25	20,4	22,3	21	19	22,3

#### Commentaires techniques

Source des données : IFPEN

Mode de calcul :

Numérateur : le chiffre d'affaires réalisé par l'IFPEN au titre de l'ensemble des redevances qu'il perçoit.

Dénominateur : les charges directes retenues sont constituées par le budget total des activités de recherche et développement d'IFPEN valorisées à leur coût complet.

### ANALYSE DES RÉSULTATS

#### Sous-indicateurs 2.1.1 et 2.1.2

##### Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB)

La part de l'activité de recherche sur contrats du CSTB a baissé en 2021, la valeur de l'indicateur 2.1.1 s'établit à 40,13 % contre 43,85% en 2020. L'activité de recherche avec les partenaires économiques baisse également. Tout comme l'année 2020, l'année 2021 est marquée par une hausse globale de l'activité de recherche et expertise qui a crû de + 12,4% par rapport à 2020 avec une priorité donnée à l'expertise publique, grâce notamment au Programme pluriannuel de CEE PROFEEL et de ses quatre projets pilotés ou animés par le CSTB. A effectif constant, la contrepartie de cette progression belle progression globale est une baisse de la recherche privée et de la recherche collaborative publique qui régresse par rapport à 2019 et 2020. Les chercheurs mobilisés sur les gros contrats d'expertise publique n'ont pu dégager du temps pour la recherche privée.

##### Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS)

Après une année 2020 très fortement touchée par la crise sanitaire, la part des contrats de recherche dans les recettes totales de la recherche retrouve un niveau supérieur à 40%et dépasse même le niveau d'avant crise ; En particulier la part des ressources relatives à des contrats avec des opérateurs économiques augmente et permet à l'Ineris de maintenir une part de recherche supérieure à 20% dans la totalité des activités.

##### Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire

L'IRSN vise à déployer en matière de recherche une stratégie partenariale en recourant à des coopérations programmatiques ou thématiques aussi étendues que possible avec les universités et les organismes de recherche nationaux, avec les organismes homologues dans d'autres pays et, lorsque cela paraît utile, avec des industriels. Le déploiement de cette stratégie, dans le champ technique de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, reste toutefois conditionné à la nature des thématiques et sujets abordés. Les résultats obtenus pour l'exercice 2021 s'inscrivent en cohérence avec les engagements pris dans le contrat d'objectifs 2019-2023.

##### Université Gustave Eiffel (UGE)

Globalement, la dynamique des recettes du périmètre ex-IFSTTAR s'est améliorée par le cumul de plusieurs phénomènes favorables. Tout d'abord, les agents ont pu mettre en application dès le début d'année 2021 les formations reçues tardivement en 2020 (après le confinement total de mars à août 2020 lié au COVID-19) sur l'outil de gestion financière et comptable de l'Université, ce qui a permis de disposer une plage de facturation sur 10 mois. Dans un second temps, les procédures de facturation se sont simplifiées avec l'agence comptable, ce qui a considérablement limité les blocages administratifs internes. Dans la foulée, la facturation électronique via CHORUS Pro est devenue opérationnelle, ce qui a aussi facilité les délais de versement de nos partenaires publics. Enfin, on a constaté une forte mobilisation de nos clients pour payer les échéances en retard sur 2020 et d'assumer avec enthousiasme les engagements 2021, sachant les conditions fiscales du crédit impôt recherche (CIR) seront moins favorables dès 2022.

Sous-indicateurs 2.1.3 concernant le CEA dans le nucléaire

Les résultats obtenus en 2021 sont bien supérieurs à la prévision actualisée. Ils retrouvent le niveau de 2019, avant la crise sanitaire. Par rapport à 2020, on note toutefois une baisse des recettes externes à périmètre identique (64,2 M€ en 2021 contre 67,6 M€ en 2020), notamment pour les études sur les réacteurs et le cycle futur et actuel mais cette baisse est largement contrebalancée par une baisse plus importantes des dépenses (122,1 M€ en 2021 contre 140 M€ en 2020). Ce qui conduit à une hausse du taux de participation. En ce qui concerne la participation des industriels au soutien des grandes installations, l'augmentation est due à la fois à une augmentation des recettes externes qui passent de 60 M€ en 2020 à 64,7 M€ en 2021 et à une baisse des dépenses qui passent de 204 M€ en 2020 à 183,9 M€ en 2021.

Sous-indicateur 2.1.4 concernant le CEA dans les NTE

Le taux de participation des industriels au financement des recherches du CEA dans le domaine des nouvelles technologies de l'énergie (NTE) en 2021 est en nette progression par rapport à celui de l'année 2020 marquée par la crise sanitaire. Ce taux de 34 % est très proche de la cible.

Cette hausse s'explique notamment par une hausse des recettes industrielles qui passent de 20 M€ en 2020 à plus de 37 M€ en 2021, signe d'une bonne reprise des actions de collaboration avec les partenaires industriels à la suite de la crise sanitaire. Dans le même temps, les dépenses n'ont que très légèrement augmenté passant de 107,2 M€ en 2020 à 110,6 M€ en 2021.

Sous-indicateur 2.1.5 concernant IFPEN

On note une hausse de l'indicateur en 2021 par rapport à 2020 en raison de la réalisation d'une prestation pour le compte de la DGA non incluse au budget initial, d'une prestation sur la déshydratation d'isobutanol opérée pour le compte d'Axens et d'une collaboration avec Silva Green dans le domaine des biocarburants.

Sous-indicateur 2.2.1 concernant IFPEN

La baisse de l'indicateur résulte du repli des redevances en 2021, notamment en provenance de la filiale Axens, dans le contexte de la crise économique.

**OBJECTIF**

3 – Accroître, par la recherche, la compétitivité et la sécurité nucléaire sur l'ensemble du cycle

**INDICATEUR****3.1 – Maîtrise du déroulement de certains grands projets du CEA**

(du point de vue du contribuable)

	Unité	2019 Réalisation	2020 Réalisation	2021 Prévision PAP 2021	2021 Prévision actualisée	2021 Réalisation	2023 Cible PAP 2021
Taux de grands projets d'investissement n'ayant pas dépassé de plus de 10 % le coût à terminaison incluant la marge pour aléas sur responsabilité CEA	%	50	69	60	80	100	60

**Commentaires techniques**

Source des données : CEA

Mode de calcul :

L'indicateur 3.1 mesure l'écart entre les prévisions de coûts des grands projets d'investissement du CEA validés par le comité des engagements et l'actualisation de leurs coûts. On ne retient ici que les projets relevant du programme 190.



## Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables

Programme n° 190 | Objectifs et indicateurs de performance

### ANALYSE DES RÉSULTATS

Les grands projets d'investissement du CEA sont validés en comité d'investissement, instance interne au CEA. Ces projets concourent à répondre aux besoins des programmes de recherche et aux enjeux de l'assainissement-démantèlement des installations du CEA.

En 2021, aucun des 9 projets qui composent cet indicateur, ne présente d'écart. Le taux de réalisation 2021 affiche ainsi une nette progression par rapport à 2020 ; il s'élève à 100 %, contre 69 % en 2020.

Cette évolution favorable est essentiellement liée à la clôture de 2 projets achevés, et au réexamen de 2 projets par le comité d'investissement du CEA.

### OBJECTIF

4 – Soutenir par la recherche, le développement des nouvelles technologies de l'énergie (NTE) et de l'efficacité énergétique

### INDICATEUR

4.1 – Mesure des transferts des technologies NTE auprès des industriels à partir des travaux du CEA et de l'IFP EN

(du point de vue du citoyen)

	Unité	2019 Réalisation	2020 Réalisation	2021 Prévision PAP 2021	2021 Prévision actualisée	2021 Réalisation	2023 Cible PAP 2021
Nombre de brevets CEA déposés dans l'année dans le domaine des NTE	Nb	216	236	200	200	212	200
Nombre de brevets IFP EN déposés dans l'année dans le domaine des NTE	Nb	94	105	95	95	93	95
Ressources propres tirées de la valorisation de la recherche dans le domaine des NTE par le CEA	M€	36,8	23,6	46,5	36,8	37,4	46,5
Ressources propres tirées de la valorisation de la recherche dans le domaine des NTE par l'IFP EN	M€	15	16,3	14	16,5	17	95

#### Commentaires techniques

Source des données : CEA et IFPEN

#### Mode de calcul :

- Sous-indicateurs 4.1.1 et 4.1.2 : nombre de brevets en premier dépôt, dits « prioritaires », sans considération de leurs éventuelles extensions ultérieures à d'autres pays pour le CEA. Tous les brevets en propriété du CEA pleine ou partielle et issus d'un financement au titre du programme 190 sont pris en compte, de même que tous les brevets en propriété d'IFPEN pleine ou partielle dans le domaine des nouvelles technologies de l'énergie (NTE).
- Sous-indicateur 4.1.3 : depuis 2013, le périmètre de ce sous-indicateur évolue pour être en phase avec celui du sous-indicateur 4.1.4 relatif à IFPEN.
- Sous-indicateur 4.1.4 : sur l'année écoulée, somme des produits de prestations et de recherche collaborative réalisés dans le domaine des NTE avec des industriels et des redevances sur procédés et logiciels dans le domaine des NTE reçues des industriels.

### ANALYSE DES RÉSULTATS

#### Sous-indicateur 4.1.1

Le nombre de brevets déposés par le CEA dans le domaine des NTE en 2021 (212) est inférieur à celui de 2020 (236) et supérieur à la cible du PAP (200), il se trouve être très voisin du chiffre de 2019 illustrant un certain caractère cyclique lié à la démarche de R&D. Les principales thématiques contribuant à cet effort de valorisation sont, cette

année, le stockage de l'énergie avec notamment les batteries, l'énergie solaire, l'efficacité énergétique (échangeurs thermiques, bâtiment...) et le vecteur hydrogène. Hors fluctuations liées aux cycles de la recherche, le nombre de brevets déposés par le CEA dans ce domaine apparaît comme stabilisé au-dessus de 200 dépôts de brevets par an.

#### **Sous-indicateurs 4.1.2**

IFPEN conduit une politique volontariste de dépôt de brevets sur l'ensemble des sujets traités.

Dans un contexte de baisse du nombre de 1er brevets d'IFPEN (149 en 2021 vs 175 en 2020), s'expliquant notamment par l'impact de la crise sanitaire, le nombre de brevets déposés en 2021 dans le domaine des NTE (93) est quasiment à l'objectif prévu (95).

A noter que le taux de brevets NTE par rapport au total des brevets déposés en 2021 est de 62 %, en progression par rapport aux années précédentes (60 % en 2020, 51 % en 2019), ce qui illustre la capacité d'IFPEN à orienter ses efforts de recherche dans le domaine des NTE.

La majeure partie des brevets NTE concerne les domaines de la mobilité durable (notamment le développement de technologies et applications pour les véhicules électrifiés et connectés), de la transformation de la biomasse non alimentaire en biocarburants et bioproduits, du recyclage des plastiques, du CCUS (captage, stockage et utilisation du CO2) et des énergies renouvelables.

#### **Sous-indicateur 4.1.3**

Les ressources tirées de la valorisation de la recherche du CEA dans le domaine des NTE sont en forte hausse en 2021 (37,4 M€) par rapport à 2020 (23,6 M€). Le niveau de recettes externes retrouvé en 2021 est tout à fait comparable à celui d'avant la crise sanitaire (36,8 M€ en 2019). De plus, grâce à la dynamique insufflée par les différentes actions du plan de relance la situation semble pérenne.

#### **Sous-indicateur 4.1.4**

Les ressources propres tirées par IFPEN de la valorisation de la recherche dans le domaine des NTE sont en hausse par rapport à 2020 en raison de la réalisation d'une prestation pour le compte de la DGA non incluse au budget initial, d'une prestation sur la déshydratation d'isobutanol opérée pour le compte d'Axens et d'une collaboration avec Silva Green dans le domaine des biocarburants.

## **OBJECTIF**

**5 – Produire les connaissances scientifiques et l'expertise nécessaires au maintien d'un très haut niveau de protection contre les risques nucléaires et radiologiques**

## **INDICATEUR**

**5.1 – Taux de satisfaction des bénéficiaires de l'expertise de l'IRSN (services de l'État et autorités de sûreté)**

(du point de vue du citoyen)

	Unité	2019 Réalisation	2020 Réalisation	2021 Prévision PAP 2021	2021 Prévision actualisée	2021 Réalisation	2023 Cible PAP 2021
Taux de satisfaction des bénéficiaires de l'expertise de l'IRSN (services de l'Etat et autorités de sûreté)	%	97,2	97,4	>90	>90	96,9	>90

#### **Commentaires techniques**

La mesure de satisfaction est établie à l'issue des réunions des comités de suivi bilatéraux auprès des directions ministérielles et de l'ASN, qui sollicitent l'expertise de l'IRSN. Même si l'un de ces commanditaires n'a pas pu être auditionné, le volume de livrables concernés (4) n'est pas assez substantiel pour faire varier le résultat constaté (qui confirme le bon niveau de satisfaction qu'apporte l'IRSN à ses cocontractants).

---

**Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables**

---

Programme n° 190 | Objectifs et indicateurs de performance

## ANALYSE DES RÉSULTATS

Le résultat pour 2021 s'inscrit dans la continuité des exercices précédents marquant l'ambition de l'Institut, réaffirmée dans son contrat d'objectifs, d'apporter aux autorités et aux pouvoirs publics un appui technique faisant preuve de qualité, de réactivité et de pertinence en support à l'exercice de leurs missions.

## Présentation des crédits

### 2021 / PRÉSENTATION PAR ACTION ET TITRE DES CRÉDITS OUVERTS ET DES CRÉDITS CONSOMMÉS

#### 2021 / AUTORISATIONS D'ENGAGEMENT

Numéro et intitulé de l'action ou de la sous-action	Titre 3 Dépenses de fonctionnement	Titre 6 Dépenses d'intervention	Titre 7 Dépenses d'opérations financières	Total	Total y.c. FdC et AdP prévus en LFI
<i>Prévision LFI 2021 Consommation 2021</i>					
11 – Recherche dans le domaine des risques	176 913 454 173 509 375			<b>176 913 454</b> <b>173 509 375</b>	176 913 454
11.01 – Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS)	6 373 110 6 267 828			<b>6 373 110</b> <b>6 267 828</b>	6 373 110
11.02 – Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN)	170 540 344 167 241 547			<b>170 540 344</b> <b>167 241 547</b>	170 540 344
12 – Recherche dans le domaine des transports, de la construction et de l'aménagement	86 913 432 85 795 403		16 223 403 15 574 467	<b>103 136 835</b> <b>101 369 870</b>	103 136 835
12.01 – Université Gustave Eiffel	86 913 432 85 795 403			<b>86 913 432</b> <b>85 795 403</b>	86 913 432
12.03 – Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB)			16 223 403 15 574 467	<b>16 223 403</b> <b>15 574 467</b>	16 223 403
13 – Recherche partenariale dans le développement et l'aménagement durable	1 551 198 1 505 760	-486 741		<b>1 551 198</b> <b>1 019 018</b>	1 551 198
13.01 – Agence nationale chargée de la sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES)	1 551 198 1 526 279			<b>1 551 198</b> <b>1 526 279</b>	1 551 198
13.02 – Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME)				0 0	0
13.04 – Recherche en matière de transport (PREDIT)	-14 626	-48 655		0 <b>-63 281</b>	0
13.05 – Construction (PREBAT, C2D2, RGCU)				0 0	0
13.06 – Urbanisme et territoire (PUCA, MUTS)	-5 023	-46 760		0 <b>-51 783</b>	0
13.07 – Changement global (GMES, adaptation au changement climatique)	-789	-188 216		0 <b>-189 005</b>	0
13.08 – Risque, santé, environnement		-56 906		0 <b>-56 906</b>	0
13.09 – Biodiversité	-81	-92 749		0 <b>-92 830</b>	0
13.10 – Innovation et prospective dans le domaine du développement et de l'aménagement durable		-53 455		0 <b>-53 455</b>	0
14 – Recherche et développement dans le domaine de l'aéronautique civile		240 000 000 1 031 770 187	30 000 000 16 932 246	<b>270 000 000</b> <b>1 048 702 433</b>	270 000 000
14.01 – Recherches en amont		240 000 000 1 031 642 187		<b>240 000 000</b> <b>1 031 642 187</b>	240 000 000
14.02 – Subventions à des organismes de recherche		128 000		0 <b>128 000</b>	0
14.03 – Equipementier			30 000 000 16 932 246	<b>30 000 000</b> <b>16 932 246</b>	30 000 000
14.04 – Avions				0 0	0
14.05 – Moteurs				0 0	0

**Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables**

Programme n° 190 | Présentation des crédits et des dépenses fiscales

Numéro et intitulé de l'action ou de la sous-action  <i>Prévision LFI 2021 Consommation 2021</i>	Titre 3 Dépenses de fonctionnement	Titre 6 Dépenses d'intervention	Titre 7 Dépenses d'opérations financières	Total	Total y.c. FdC et AdP prévus en LFI
14.06 – Hélicoptères				0 0	0
15 – Charges nucléaires de long terme des installations du CEA	740 000 000 740 000 000			740 000 000 740 000 000	740 000 000
16 – Recherche dans le domaine de l'énergie nucléaire	449 185 791 440 139 806			449 185 791 440 139 806	449 185 791
16.01 – Soutien aux activités nucléaires du CEA	449 185 791 440 139 806			449 185 791 440 139 806	449 185 791
17 – Recherche dans le domaine des nouvelles technologies de l'énergie	173 335 096 171 152 902			173 335 096 171 152 902	173 335 096
17.01 – Soutien aux nouvelles technologies de l'énergie (CEA)	51 000 000 51 000 000			51 000 000 51 000 000	51 000 000
17.02 – Soutien aux nouvelles technologies de l'énergie (IFPEN)	122 335 096 120 152 902			122 335 096 120 152 902	122 335 096
<b>Total des AE prévues en LFI</b>	<b>1 627 898 971</b>	<b>240 000 000</b>	<b>46 223 403</b>	<b>1 914 122 374</b>	<b>1 914 122 374</b>
Ouvertures / annulations par FdC et AdP					
Ouvertures / annulations hors FdC et AdP		+762 865 860 (hors titre 2)		+762 865 860	
Total des AE ouvertes		2 676 988 234 (hors titre 2)		2 676 988 234	
<b>Total des AE consommées</b>	<b>1 612 103 246</b>	<b>1 031 283 446</b>	<b>32 506 713</b>	<b>2 675 893 404</b>	

## 2021 / CRÉDITS DE PAIEMENT

Numéro et intitulé de l'action ou de la sous-action  <i>Prévision LFI 2021 Consommation 2021</i>	Titre 3 Dépenses de fonctionnement	Titre 6 Dépenses d'intervention	Titre 7 Dépenses d'opérations financières	Total	Total y.c. FdC et AdP prévus en LFI
11 – Recherche dans le domaine des risques	176 913 454 173 509 375			176 913 454 173 509 375	176 913 454
11.01 – Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS)	6 373 110 6 267 828			6 373 110 6 267 828	6 373 110
11.02 – Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN)	170 540 344 167 241 547			170 540 344 167 241 547	170 540 344
12 – Recherche dans le domaine des transports, de la construction et de l'aménagement	86 913 432 85 795 403		16 223 403 15 574 467	103 136 835 101 369 870	103 136 835
12.01 – Université Gustave Eiffel	86 913 432 85 795 403			86 913 432 85 795 403	86 913 432
12.03 – Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB)			16 223 403 15 574 467	16 223 403 15 574 467	16 223 403
13 – Recherche partenariale dans le développement et l'aménagement durable	1 551 198 1 526 279	49 941		1 551 198 1 576 220	1 551 198
13.01 – Agence nationale chargée de la sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES)	1 551 198 1 526 279			1 551 198 1 526 279	1 551 198
13.02 – Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME)				0 0	0
13.04 – Recherche en matière de transport (PREDIT)				0 0	0
13.05 – Construction (PREBAT, C2D2, RGCU)				0 0	0
13.06 – Urbanisme et territoire (PUCA, MUTS)		50 044		0 50 044	0
13.07 – Changement global (GMES, adaptation au changement climatique)				0 0	0
13.08 – Risque, santé, environnement				0 -103	0

## Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables

Présentation des crédits et des dépenses fiscales | Programme n° 190

Numéro et intitulé de l'action ou de la sous-action	Titre 3 Dépenses de fonctionnement	Titre 6 Dépenses d'intervention	Titre 7 Dépenses d'opérations financières	Total	Total y.c. FdC et AdP prévus en LFI
<i>Prévision LFI 2021 Consommation 2021</i>					
13.09 – Biodiversité				0 0	0
13.10 – Innovation et prospective dans le domaine du développement et de l'aménagement durable				0 0	0
14 – Recherche et développement dans le domaine de l'aéronautique civile		96 771 660 373 195 887	14 526 917 12 610 429	<b>111 298 577</b> <b>385 806 315</b>	111 298 577
14.01 – Recherches en amont		96 771 660 373 067 887		<b>96 771 660</b> <b>373 067 887</b>	96 771 660
14.02 – Subventions à des organismes de recherche		128 000		0 128 000	0
14.03 – Equipementier			14 526 917 10 845 488	<b>14 526 917</b> <b>10 845 488</b>	14 526 917
14.04 – Avions			1 764 941	0 1 764 941	0
14.05 – Moteurs				0 0	0
14.06 – Hélicoptères				0 0	0
15 – Charges nucléaires de long terme des installations du CEA	740 000 000 740 000 000			<b>740 000 000</b> <b>740 000 000</b>	740 000 000
16 – Recherche dans le domaine de l'énergie nucléaire	449 185 791 440 139 806			<b>449 185 791</b> <b>440 139 806</b>	449 185 791
16.01 – Soutien aux activités nucléaires du CEA	449 185 791 440 139 806			<b>449 185 791</b> <b>440 139 806</b>	449 185 791
17 – Recherche dans le domaine des nouvelles technologies de l'énergie	173 335 096 171 152 902			<b>173 335 096</b> <b>171 152 902</b>	173 335 096
17.01 – Soutien aux nouvelles technologies de l'énergie (CEA)	51 000 000 51 000 000			<b>51 000 000</b> <b>51 000 000</b>	51 000 000
17.02 – Soutien aux nouvelles technologies de l'énergie (IFPEN)	122 335 096 120 152 902			<b>122 335 096</b> <b>120 152 902</b>	122 335 096
<b>Total des CP prévus en LFI</b>	<b>1 627 898 971</b>	<b>96 771 660</b>	<b>30 750 320</b>	<b>1 755 420 951</b>	<b>1 755 420 951</b>
Ouvertures / annulations par FdC et AdP					
Ouvertures / annulations hors FdC et AdP		+259 263 279 (hors titre 2)		+259 263 279	
Total des CP ouverts		2 014 684 230 (hors titre 2)		2 014 684 230	
<b>Total des CP consommés</b>	<b>1 612 123 765</b>	<b>373 245 828</b>	<b>28 184 896</b>	<b>2 013 554 488</b>	

## 2020 / PRÉSENTATION PAR ACTION ET TITRE DES CRÉDITS VOTÉS (LFI) ET DES CRÉDITS CONSOMMÉS

### 2020 / AUTORISATIONS D'ENGAGEMENT

Numéro et intitulé de l'action ou de la sous-action	Titre 3 Dépenses de fonctionnement	Titre 6 Dépenses d'intervention	Titre 7 Dépenses d'opérations financières	Total hors FdC et AdP prévus en LFI	Total y.c. FdC et AdP
<i>Prévision LFI 2020 Consommation 2020</i>					
11 – Recherche dans le domaine des risques	176 285 201 172 811 982			176 285 201	<b>176 285 201</b> <b>172 811 982</b>
11.01 – Institut national de l'environnement industriel et des	6 373 110			6 373 110	<b>6 373 110</b>

**Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables**

Programme n° 190 | Présentation des crédits et des dépenses fiscales

Numéro et intitulé de l'action ou de la sous-action  <i>Prévision LFI 2020 Consommation 2020</i>	Titre 3 Dépenses de fonctionnement	Titre 6 Dépenses d'intervention	Titre 7 Dépenses d'opérations financières	Total hors FdC et AdP prévus en LFI	Total y.c. FdC et AdP
risques (INERIS)	6 267 515				<b>6 267 515</b>
11.02 – Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN)	169 912 091 166 544 467			169 912 091	<b>169 912 091 166 544 467</b>
12 – Recherche dans le domaine des transports, de la construction et de l'aménagement	87 204 815 86 126 560		16 223 403 15 574 467	103 428 218	<b>103 428 218 101 701 027</b>
12.01 – Université Gustave Eiffel	87 204 815 86 126 560			87 204 815	<b>87 204 815 86 126 560</b>
12.03 – Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB)			16 223 403 15 574 467	16 223 403	<b>16 223 403 15 574 467</b>
13 – Recherche partenariale dans le développement et l'aménagement durable	1 551 198 1 527 087	-497 240		1 551 198	<b>1 551 198 1 029 847</b>
13.01 – Agence nationale chargée de la sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES)	1 551 198 1 527 087			1 551 198	<b>1 551 198 1 527 087</b>
13.02 – Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME)				0	<b>0 0</b>
13.04 – Recherche en matière de transport (PREDIT)		-9 066		0	<b>0 -9 066</b>
13.05 – Construction (PREBAT, C2D2, RGCU)		-4 496		0	<b>0 -4 496</b>
13.06 – Urbanisme et territoire (PUCA, MUTS)		-2 589		0	<b>0 -2 589</b>
13.07 – Changement global (GMES, adaptation au changement climatique)		3 774		0	<b>0 3 774</b>
13.08 – Risque, santé, environnement		-285 795		0	<b>0 -285 795</b>
13.09 – Biodiversité		-176 548		0	<b>0 -176 548</b>
13.10 – Innovation et prospective dans le domaine du développement et de l'aménagement durable		-22 521		0	<b>0 -22 521</b>
14 – Recherche et développement dans le domaine de l'aéronautique civile		120 000 000 277 953 310	15 000 000 22 034 000	135 000 000	<b>135 000 000 299 987 310</b>
14.01 – Recherches en amont		120 000 000 277 825 310		120 000 000	<b>120 000 000 277 825 310</b>
14.02 – Subventions à des organismes de recherche		128 000		0	<b>0 128 000</b>
14.03 – Equipementier			15 000 000	15 000 000	<b>15 000 000 0</b>
14.04 – Avions			22 034 000	0	<b>0 22 034 000</b>
14.05 – Moteurs				0	<b>0 0</b>
14.06 – Hélicoptères				0	<b>0 0</b>
15 – Charges nucléaires de long terme des installations du CEA	740 000 000 740 000 000			740 000 000	<b>740 000 000 740 000 000</b>
16 – Recherche dans le domaine de l'énergie nucléaire	456 925 242 444 197 363			456 925 242	<b>456 925 242 444 197 363</b>
16.01 – Soutien aux activités nucléaires du CEA	456 925 242 444 197 363			456 925 242	<b>456 925 242 444 197 363</b>
17 – Recherche dans le domaine des nouvelles technologies de l'énergie	173 130 867 171 541 040			173 130 867	<b>173 130 867 171 541 040</b>
17.01 – Soutien aux nouvelles technologies de l'énergie (CEA)	50 385 635 51 000 000			50 385 635	<b>50 385 635 51 000 000</b>
17.02 – Soutien aux nouvelles technologies de l'énergie (IFPEN)	122 745 232 120 541 040			122 745 232	<b>122 745 232 120 541 040</b>
<b>Total des AE prévues en LFI</b>	<b>1 635 097 323</b>	<b>120 000 000</b>	<b>31 223 403</b>	<b>1 786 320 726</b>	<b>1 786 320 726</b>
<b>Total des AE consommées</b>	<b>1 616 204 032</b>	<b>277 456 070</b>	<b>37 608 467</b>		<b>1 931 268 569</b>

## 2020 / CRÉDITS DE PAIEMENT

Numéro et intitulé de l'action ou de la sous-action	Titre 3 Dépenses de fonctionnement	Titre 6 Dépenses d'intervention	Titre 7 Dépenses d'opérations financières	Total hors FdC et AdP prévus en LFI	Total y.c. FdC et AdP
<i>Prévision LFI 2020 Consommation 2020</i>					
11 – Recherche dans le domaine des risques	176 285 201 172 811 982			176 285 201	176 285 201 172 811 982
11.01 – Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS)	6 373 110 6 267 515			6 373 110	6 373 110 6 267 515
11.02 – Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN)	169 912 091 166 544 467			169 912 091	169 912 091 166 544 467
12 – Recherche dans le domaine des transports, de la construction et de l'aménagement	87 204 815 86 126 560		16 223 403 15 574 467	103 428 218	103 428 218 101 701 027
12.01 – Université Gustave Eiffel	87 204 815 86 126 560			87 204 815	87 204 815 86 126 560
12.03 – Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB)			16 223 403 15 574 467	16 223 403	16 223 403 15 574 467
13 – Recherche partenariale dans le développement et l'aménagement durable	1 551 198 1 527 087	300 000 211 006		1 851 198	1 851 198 1 738 093
13.01 – Agence nationale chargée de la sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES)	1 551 198 1 527 087			1 551 198	1 551 198 1 527 087
13.02 – Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME)				0	0 0
13.04 – Recherche en matière de transport (PREDIT)		48 287 13 146		48 287	48 287 13 146
13.05 – Construction (PREBAT, C2D2, RGPU)		13 855 15 504		13 855	13 855 15 504
13.06 – Urbanisme et territoire (PUCA, MUTS)		56 007 45 369		56 007	56 007 45 369
13.07 – Changement global (GMES, adaptation au changement climatique)		37 634 51 475		37 634	37 634 51 475
13.08 – Risque, santé, environnement		88 537 63 026		88 537	88 537 63 026
13.09 – Biodiversité		34 942 14 952		34 942	34 942 14 952
13.10 – Innovation et prospective dans le domaine du développement et de l'aménagement durable		20 738 7 535		20 738	20 738 7 535
14 – Recherche et développement dans le domaine de l'aéronautique civile		98 512 209 179 244 280	11 597 110 15 724 853	110 109 319	110 109 319 194 969 133
14.01 – Recherches en amont		98 512 209 179 116 280		98 512 209	98 512 209 179 116 280
14.02 – Subventions à des organismes de recherche		128 000		0	0 128 000
14.03 – Equipementier			11 597 110 9 114 653	11 597 110	11 597 110 9 114 653
14.04 – Avions			6 610 200	0	0 6 610 200
14.05 – Moteurs				0	0 0
14.06 – Hélicoptères				0	0 0
15 – Charges nucléaires de long terme des installations du CEA	740 000 000 740 000 000			740 000 000	740 000 000 740 000 000
16 – Recherche dans le domaine de l'énergie nucléaire	456 925 242 444 197 363			456 925 242	456 925 242 444 197 363
16.01 – Soutien aux activités nucléaires du CEA	456 925 242 444 197 363			456 925 242	456 925 242 444 197 363
17 – Recherche dans le domaine des nouvelles	173 130 867			173 130 867	173 130 867



## Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables

Programme n° 190 | Présentation des crédits et des dépenses fiscales

Numéro et intitulé de l'action ou de la sous-action	Titre 3 Dépenses de fonctionnement	Titre 6 Dépenses d'intervention	Titre 7 Dépenses d'opérations financières	Total hors FdC et AdP prévus en LFI	Total y.c. FdC et AdP
<i>Prévision LFI 2020</i> Consommation 2020					
technologies de l'énergie	171 541 040				<b>171 541 040</b>
17.01 – Soutien aux nouvelles technologies de l'énergie (CEA)	50 385 635 51 000 000			50 385 635	<b>50 385 635</b> <b>51 000 000</b>
17.02 – Soutien aux nouvelles technologies de l'énergie (IFPEN)	122 745 232 120 541 040			122 745 232	<b>122 745 232</b> <b>120 541 040</b>
<b>Total des CP prévus en LFI</b>	<b>1 635 097 323</b>	<b>98 812 209</b>	<b>27 820 513</b>	<b>1 761 730 045</b>	<b>1 761 730 045</b>
<b>Total des CP consommés</b>	<b>1 616 204 032</b>	<b>179 455 286</b>	<b>31 299 320</b>		<b>1 826 958 638</b>

### PRÉSENTATION PAR TITRE ET CATÉGORIE DES CRÉDITS CONSOMMÉS

Titre et catégorie	Autorisations d'engagement			Crédits de paiement		
	Consommées* en 2020	Ouvertes en 2021	Consommées* en 2021	Consommés* en 2020	Ouverts en 2021	Consommés* en 2021
Titre 3 – Dépenses de fonctionnement	1 616 204 032	1 627 898 971	1 612 103 246	1 616 204 032	1 627 898 971	1 612 123 765
Dépenses de fonctionnement autres que celles de personnel	0	0	-20 438	0	0	0
Subventions pour charges de service public	1 616 204 032	1 627 898 971	1 612 123 684	1 616 204 032	1 627 898 971	1 612 123 765
Titre 6 – Dépenses d'intervention	277 456 070	240 000 000	1 031 283 446	179 455 286	96 771 660	373 245 828
Transferts aux entreprises	277 184 713	240 000 000	1 015 274 744	177 822 541	96 771 660	368 661 165
Transferts aux collectivités territoriales	0	0	214 000	0	0	53 500
Transferts aux autres collectivités	271 357	0	15 794 701	1 632 745	0	4 531 162
Titre 7 – Dépenses d'opérations financières	37 608 467	46 223 403	32 506 713	31 299 320	30 750 320	28 184 896
Prêts et avances	22 034 000	30 000 000	16 932 246	15 724 853	14 526 917	12 610 429
Dotations en fonds propres	15 574 467	16 223 403	15 574 467	15 574 467	16 223 403	15 574 467
<b>Total hors FdC et AdP</b>		<b>1 914 122 374</b>			<b>1 755 420 951</b>	
Ouvertures et annulations* hors titre 2		+762 865 860			+259 263 279	
<b>Total*</b>	<b>1 931 268 569</b>	<b>2 676 988 234</b>	<b>2 675 893 404</b>	<b>1 826 958 638</b>	<b>2 014 684 230</b>	<b>2 013 554 488</b>

\* y.c. FdC et AdP

## RÉCAPITULATION DES MOUVEMENTS DE CRÉDITS

## ARRÊTÉS DE REPORT DE FDC

Date de signature	Ouvertures				Annulations			
	Autorisations d'engagement		Crédits de paiement		Autorisations d'engagement		Crédits de paiement	
	Titre 2	Autres titres	Titre 2	Autres titres	Titre 2	Autres titres	Titre 2	Autres titres
28/01/2021		8 724						
<b>Total</b>		<b>8 724</b>						

## ARRÊTÉS DE REPORT GÉNÉRAL HORS FDC HORS AENE

Date de signature	Ouvertures				Annulations			
	Autorisations d'engagement		Crédits de paiement		Autorisations d'engagement		Crédits de paiement	
	Titre 2	Autres titres	Titre 2	Autres titres	Titre 2	Autres titres	Titre 2	Autres titres
19/03/2021		81 277		1 179 363				
<b>Total</b>		<b>81 277</b>		<b>1 179 363</b>				

## DÉCRETS DE TRANSFERT

Date de signature	Ouvertures				Annulations			
	Autorisations d'engagement		Crédits de paiement		Autorisations d'engagement		Crédits de paiement	
	Titre 2	Autres titres	Titre 2	Autres titres	Titre 2	Autres titres	Titre 2	Autres titres
28/01/2021		279 000 000		88 795 000				
28/06/2021		372 000 000		114 165 000				
19/11/2021		93 000 000		30 000 000				
<b>Total</b>		<b>744 000 000</b>		<b>232 960 000</b>				

## LOIS DE FINANCES RECTIFICATIVES

Date de signature	Ouvertures				Annulations			
	Autorisations d'engagement		Crédits de paiement		Autorisations d'engagement		Crédits de paiement	
	Titre 2	Autres titres	Titre 2	Autres titres	Titre 2	Autres titres	Titre 2	Autres titres
19/07/2021		37 343 314		37 343 314				
01/12/2021						18 567 455		12 219 398
<b>Total</b>		<b>37 343 314</b>		<b>37 343 314</b>		<b>18 567 455</b>		<b>12 219 398</b>

## TOTAL DES OUVERTURES ET ANNULATIONS (Y.C. FDC ET ADP)

	Ouvertures				Annulations			
	Autorisations d'engagement		Crédits de paiement		Autorisations d'engagement		Crédits de paiement	
	Titre 2	Autres titres	Titre 2	Autres titres	Titre 2	Autres titres	Titre 2	Autres titres
<b>Total général</b>		<b>781 433 315</b>		<b>271 482 677</b>		<b>18 567 455</b>		<b>12 219 398</b>

---

**Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables**

---

Programme n° 190 | Présentation des crédits et des dépenses fiscales

## Justification au premier euro

### Éléments transversaux au programme

#### ÉLÉMENTS DE SYNTHÈSE DU PROGRAMME

Numéro et intitulé de l'action ou de la sous-action  <i>Prévision LFI Consommation</i>	Autorisations d'engagement			Crédits de paiement		
	Titre 2 * Dépenses de personnel	Autres titres *	Total y.c. FdC et AdP	Titre 2 * Dépenses de personnel	Autres titres *	Total y.c. FdC et AdP
11 – Recherche dans le domaine des risques		176 913 454 173 509 375	176 913 454 173 509 375		176 913 454 173 509 375	176 913 454 173 509 375
11.01 – Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS)		6 373 110 6 267 828	6 373 110 6 267 828		6 373 110 6 267 828	6 373 110 6 267 828
11.02 – Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN)		170 540 344 167 241 547	170 540 344 167 241 547		170 540 344 167 241 547	170 540 344 167 241 547
12 – Recherche dans le domaine des transports, de la construction et de l'aménagement		103 136 835 101 369 870	103 136 835 101 369 870		103 136 835 101 369 870	103 136 835 101 369 870
12.01 – Université Gustave Eiffel		86 913 432 85 795 403	86 913 432 85 795 403		86 913 432 85 795 403	86 913 432 85 795 403
12.03 – Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB)		16 223 403 15 574 467	16 223 403 15 574 467		16 223 403 15 574 467	16 223 403 15 574 467
13 – Recherche partenariale dans le développement et l'aménagement durable		1 551 198 1 019 018	1 551 198 1 019 018		1 551 198 1 576 220	1 551 198 1 576 220
13.01 – Agence nationale chargée de la sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES)		1 551 198 1 526 279	1 551 198 1 526 279		1 551 198 1 526 279	1 551 198 1 526 279
13.02 – Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME)			0 0			0 0
13.04 – Recherche en matière de transport (PREDIT)		-63 281	0 -63 281			0 0
13.05 – Construction (PREBAT, C2D2, RGCU)			0 0			0 0
13.06 – Urbanisme et territoire (PUCA, MUTS)		-51 783	0 -51 783		50 044	0 50 044
13.07 – Changement global (GMES, adaptation au changement climatique)		-189 005	0 -189 005			0 0
13.08 – Risque, santé, environnement		-56 906	0 -56 906		-103	0 -103
13.09 – Biodiversité		-92 830	0 -92 830			0 0
13.10 – Innovation et prospective dans le domaine du développement et de l'aménagement durable		-53 455	0 -53 455			0 0
14 – Recherche et développement dans le domaine de l'aéronautique civile		270 000 000 1 048 702 433	270 000 000 1 048 702 433		111 298 577 385 806 315	111 298 577 385 806 315
14.01 – Recherches en amont		240 000 000 1 031 642 187	240 000 000 1 031 642 187		96 771 660 373 067 887	96 771 660 373 067 887
14.02 – Subventions à des organismes de recherche		128 000	0 128 000		128 000	0 128 000
14.03 – Equipementier		30 000 000 16 932 246	30 000 000 16 932 246		14 526 917 10 845 488	14 526 917 10 845 488

## Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables

Programme n° 190 | Justification au premier euro

Numéro et intitulé de l'action ou de la sous-action  <i>Prévision LFI Consommation</i>	Autorisations d'engagement			Crédits de paiement		
	Titre 2 * Dépenses de personnel	Autres titres *	Total y.c. FdC et AdP	Titre 2 * Dépenses de personnel	Autres titres *	Total y.c. FdC et AdP
14.04 – Avions			0 0		1 764 941	0 1 764 941
14.05 – Moteurs			0 0			0 0
14.06 – Hélicoptères			0 0			0 0
15 – Charges nucléaires de long terme des installations du CEA		740 000 000 740 000 000	740 000 000 740 000 000		740 000 000 740 000 000	740 000 000 740 000 000
16 – Recherche dans le domaine de l'énergie nucléaire		449 185 791 440 139 806	449 185 791 440 139 806		449 185 791 440 139 806	449 185 791 440 139 806
16.01 – Soutien aux activités nucléaires du CEA		449 185 791 440 139 806	449 185 791 440 139 806		449 185 791 440 139 806	449 185 791 440 139 806
17 – Recherche dans le domaine des nouvelles technologies de l'énergie		173 335 096 171 152 902	173 335 096 171 152 902		173 335 096 171 152 902	173 335 096 171 152 902
17.01 – Soutien aux nouvelles technologies de l'énergie (CEA)		51 000 000 51 000 000	51 000 000 51 000 000		51 000 000 51 000 000	51 000 000 51 000 000
17.02 – Soutien aux nouvelles technologies de l'énergie (IFPEN)		122 335 096 120 152 902	122 335 096 120 152 902		122 335 096 120 152 902	122 335 096 120 152 902
<b>Total des crédits prévus en LFI *</b>	<b>0</b>	<b>1 914 122 374</b>	<b>1 914 122 374</b>	<b>0</b>	<b>1 755 420 951</b>	<b>1 755 420 951</b>
Ouvertures / annulations y.c. FdC et AdP		+762 865 860	+762 865 860		+259 263 279	+259 263 279
Total des crédits ouverts	0	2 676 988 234	2 676 988 234	0	2 014 684 230	2 014 684 230
<b>Total des crédits consommés</b>	<b>0</b>	<b>2 675 893 404</b>	<b>2 675 893 404</b>	<b>0</b>	<b>2 013 554 488</b>	<b>2 013 554 488</b>
Crédits ouverts - crédits consommés		+1 094 830	+1 094 830		+1 129 742	+1 129 742

\* hors FdC et AdP pour les montants de la LFI

### PASSAGE DU PLF À LA LFI

	Autorisations d'engagement			Crédits de paiement		
	Titre 2	Autres titres	Total	Titre 2	Autres titres	Total
PLF	0	1 917 072 544	1 917 072 544	0	1 758 371 121	1 758 371 121
Amendements	0	-2 950 170	-2 950 170	0	-2 950 170	-2 950 170
<b>LFI</b>	<b>0</b>	<b>1 914 122 374</b>	<b>1 914 122 374</b>	<b>0</b>	<b>1 755 420 951</b>	<b>1 755 420 951</b>

L'amendement n°1252 adopté par l'Assemblée nationale a entraîné une diminution des crédits hors titre 2 du programme 190 pour un montant de 2 950 170 € en AE et de 2 950 170 € en CP, afin de gager par des économies complémentaires les dépenses nouvelles adoptées lors du débat parlementaire.

### JUSTIFICATION DES MOUVEMENTS RÉGLEMENTAIRES ET DES LOIS DE FINANCES RECTIFICATIVES

Le programme a connu les mouvement réglementaires et législatifs suivants :

- un premier arrêté de report des crédits fonds de concours du 28 janvier 2021 pour 8 724 € en AE ;
- un arrêté de report des crédits du budget général du 19 mars 2021 pour 81 277 € en AE et de 1 179 363 € en CP ;
- une série de trois décrets de transfert entrants depuis la mission Relance au bénéfice de la recherche aéronautique, pour un total de 744 000 000 € en AE et de 232 960 000 € en CP ;

- la loi de finances rectificatives n° 2021-953 du 19 juillet 2021 a accordé 37 343 314 € en AE et en CP au programme au bénéfice de la recherche aéronautique ;
- par ailleurs, le programme a connu un dégel de sa réserve de précaution à hauteur de 8 656 686 € en AE et en CP au bénéfice de la recherche aéronautique.

## ■ RÉSERVE DE PRÉCAUTION ET FONGIBILITÉ

	Autorisations d'engagement			Crédits de paiement		
	Titre 2	Autres titres	Total	Titre 2	Autres titres	Total
Mise en réserve initiale	0	27 224 141	27 224 141	0	20 876 084	20 876 084
Surgels	0	0	0	0	0	0
Dégels	0	0	0	0	0	0
<b>Réserve disponible avant mise en place du schéma de fin de gestion (LFR de fin d'année)</b>	<b>0</b>	<b>27 224 141</b>	<b>27 224 141</b>	<b>0</b>	<b>20 876 084</b>	<b>20 876 084</b>

---

**Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables**

---

Programme n° 190 | Justification au premier euro

***Dépenses pluriannuelles***

SUIVI DES CRÉDITS DE PAIEMENT ASSOCIÉS À LA CONSOMMATION  
DES AUTORISATIONS D'ENGAGEMENT (HORS TITRE 2)

AE 2021	CP 2021
AE ouvertes en 2021 * (E1) <b>2 676 988 234</b>	CP ouverts en 2021 * (P1) <b>2 014 684 230</b>
AE engagées en 2021 (E2) <b>2 675 893 404</b>	CP consommés en 2021 (P2) <b>2 013 554 488</b>
AE affectées non engagées au 31/12/2021 (E3) <b>0</b>	dont CP consommés en 2021 sur engagements antérieurs à 2021 (P3 = P2 - P4) <b>132 571 629</b>
AE non affectées non engagées au 31/12/2021 (E4 = E1 - E2 - E3) <b>1 094 830</b>	dont CP consommés en 2021 sur engagements 2021 (P4) <b>1 880 982 859</b>

## RESTES À PAYER

Engagements ≤ 2020 non couverts par des paiements au 31/12/2020 brut (R1) <b>378 114 205</b>				
Travaux de fin de gestion postérieurs au RAP 2020 (R2) <b>0</b>				
<b>Engagements ≤ 2020 non couverts par des paiements au 31/12/2020 net</b> (R3 = R1 + R2) <b>378 114 205</b>	–	CP consommés en 2021 sur engagements antérieurs à 2021 (P3 = P2 - P4) <b>132 571 629</b>	=	Engagements ≤ 2020 non couverts par des paiements au 31/12/2021 (R4 = R3 - P3) <b>245 542 575</b>
AE engagées en 2021 (E2) <b>2 675 893 404</b>	–	CP consommés en 2021 sur engagements 2021 (P4) <b>1 880 982 859</b>	=	Engagements 2021 non couverts par des paiements au 31/12/2021 (R5 = E2 - P4) <b>794 910 545</b>
				<b>Engagements non couverts par des paiements au 31/12/2021</b> (R6 = R4 + R5) <b>1 040 453 121</b>
				Estimation des CP 2022 sur engagements non couverts au 31/12/2021 (P5) <b>470 133 244</b>
				Estimation du montant maximal des CP nécessaires après 2022 pour couvrir les engagements non couverts au 31/12/2021 (P6 = R6 - P5) <b>570 319 877</b>

NB : les montants ci-dessus correspondent uniquement aux crédits hors titre 2

\* LFI 2021 + reports 2020 + mouvements réglementaires + FdC + AdP + fongibilité asymétrique + LFR



---

**Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables**

---

Programme n° 190 | Justification au premier euro

Le ressaut sensible en restes-à-payer au 31/12/2021 s'explique pour l'essentiel par l'impact du plan de relance mis en place dès la LFR3 avec 1,003 Md € d'AE et 339,806 M € de CP. L'écart entre les AE et les CP induit plus de restes-à-payer que les années précédentes.

## Justification par action

### ACTION

#### 11 – Recherche dans le domaine des risques

Action / Sous-action  <i>Prévision LFI y.c. FdC et AdP</i> <i>Réalisation</i>	Autorisations d'engagement			Crédits de paiement		
	Titre 2	Autres titres	Total	Titre 2	Autres titres	Total
<b>11 – Recherche dans le domaine des risques</b>		<b>176 913 454</b>	<b>176 913 454</b>		<b>176 913 454</b>	<b>176 913 454</b>
		<b>173 509 375</b>	<b>173 509 375</b>		<b>173 509 375</b>	<b>173 509 375</b>
11.01 – Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS)		6 373 110	<b>6 373 110</b>		6 373 110	<b>6 373 110</b>
		6 267 828	<b>6 267 828</b>		6 267 828	<b>6 267 828</b>
11.02 – Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN)		170 540 344	<b>170 540 344</b>		170 540 344	<b>170 540 344</b>
		167 241 547	<b>167 241 547</b>		167 241 547	<b>167 241 547</b>

L'action 11 « Recherche dans le domaine des risques » a pour but de développer la connaissance des risques industriels tels que le rayonnement ionisant ou les substances toxiques, par les travaux de recherche de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) et de l'institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS). Les résultats obtenus permettent d'optimiser les systèmes de prévention des risques et de renforcer la qualité des activités d'expertise de ces deux organismes, en appui aux pouvoirs publics.

#### ÉLÉMENTS DE LA DÉPENSE PAR NATURE

Titre et catégorie	Autorisations d'engagement		Crédits de paiement	
	Prévision LFI y.c. FdC et AdP	Réalisation	Prévision LFI y.c. FdC et AdP	Réalisation
Titre 3 : Dépenses de fonctionnement	176 913 454	173 509 375	176 913 454	173 509 375
Subventions pour charges de service public	176 913 454	173 509 375	176 913 454	173 509 375
11.01 – Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS)	6 373 110	6 267 828	6 373 110	6 267 828
11.02 – Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN)	170 540 344	167 241 547	170 540 344	167 241 547
<b>Total</b>	<b>176 913 454</b>	<b>173 509 375</b>	<b>176 913 454</b>	<b>173 509 375</b>

#### SOUS-ACTION

##### 11.01 – Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS)

#### Institut national de l'environnement industriel et des risques (6,3 M€)

En 2021 l'INERIS a reçu une subvention de 6,3 M€ au titre du programme 190.

La recherche est une composante essentielle pour le développement de l'expertise que l'Institut met à disposition des pouvoirs publics et des entreprises dans le domaine de la prévention et de la maîtrise des risques industriels et environnementaux. L'institut vise l'excellence dans sa recherche et a défini ses priorités dans son contrat d'objectifs et de performance (COP). La recherche représente environ 20 % de l'activité.

L'année 2021 fut marquée par un taux élevé de succès sur les appels à propositions de recherche (APR) des agences nationales. Ainsi 4 projets sur les 6 proposés par l'INERIS ont été retenus par l'ANR au titre de l'APR SIOMRI1. L'INERIS est traditionnellement mobilisé sur les APR publiés par l'ADEME (AQACIA sur la qualité de l'air, IMPACT sur l'effet des polluants et GESIPOL sur les sols pollués) et l'Anses (Environnement & Santé). En 2021, 13 projets sur la vingtaine de propositions soumises (65%) par ou avec l'INERIS ont été acceptés. Côté Europe, l'INERIS a été associé au dépôt d'une dizaine de projets Horizon2020 Green Deal dont deux ont été retenus. Au total, 5 projets impliquant l'INERIS ont été sélectionnés sur guichets européens.

L'INERIS est intégré au réseau européen PARC2 qui sera piloté par l'ANSES dans le cadre d'Horizon Europe. Il a également confirmé sa contribution au développement des services Copernicus Atmosphère, avec deux nouveaux contrats avec le centre météorologique européen (ECMWF). Enfin, l'Institut a activement participé au montage de programmes exploratoires proposés comme programmes et équipements prioritaires de recherche (PEPR) financés par le 4e Programme d'investissements d'avenir (PIA4), notamment sur les risques naturels et technologiques et les risques liés au sous-sol.

La deuxième évaluation de l'INERIS par un comité d'évaluation HCERES a été menée en 2020. 2021 fut consacrée à l'élaboration d'un plan d'actions en réponse aux 14 recommandations émises par le comité. Certaines concernent des aspects structurels et ont été prises en compte à travers la nouvelle organisation de l'Institut. On notera également des actions à réaliser sur l'élaboration d'une stratégie partenariale, une réflexion sur les modalités de fonctionnement des instances de gouvernance externe et la définition d'un schéma directeur du numérique.

95 articles ont été publiés par l'INERIS dans des revues référencées dans la base ISI Web of Science, pour un objectif annuel de 90, dont 47,4 % de co-publications internationales. Cette cible fut également dépassée en 2021 avec un taux de 47,4 %. Toutes les publications dont l'INERIS est premier auteur sont désormais accessibles via les archives ouvertes HAL-Ineris3. Fin 2021, 32 doctorats étaient en cours. Durant l'année, 15 thèses de doctorats et deux habilitations à diriger des recherches ont été soutenues.

## **SOUS-ACTION**

### **11.02 – Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN)**

#### **Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire**

La subvention pour charges de service public attribuée à l'IRSN au titre du programme 190 s'élève à 167,2 M€ pour l'exercice 2021.

L'IRSN dispose également du produit de la contribution, acquittée par les exploitants d'INB en vertu de l'article 70 de la loi n°2016-1918 du 29/12/2016, et dont le montant perçu en 2021 est de 61,3 M€. Ces moyens contribuent, à hauteur de 41,8 M€, au financement des activités d'appui technique que l'IRSN apporte à l'ASN, en complément du financement relevant de l'axe « Appui à l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) », et, à hauteur de 19,5 M€, au financement des actions d'études et recherche en soutien à l'expertise, en complément des moyens portés par l'axe « Recherche et missions de service public ».

#### **1) Recherche et missions de service public (103,4 M€)**

Les programmes de recherche mis en œuvre par l'IRSN visent principalement la réduction de la sensibilité des installations et activités utilisant des rayonnements ionisants aux différents risques pouvant les affecter, la compréhension des phénomènes qui peuvent être à l'origine d'accidents majeurs, l'amélioration de l'efficacité des parades envisageables, le développement des connaissances qui sous-tendent le cadre des actions de protection, et la mise au point des techniques et outils opérationnels dont l'Institut a besoin pour remplir ses missions (métrologie des rayonnements ionisants, bases de données, outils de calcul et de modélisation...).

**Dans le domaine de la recherche en sûreté nucléaire**, l'IRSN a poursuivi en 2021 les programmes expérimentaux visant à mieux caractériser les conséquences d'accident de perte de refroidissement de combustible nucléaire qu'il s'agisse d'une situation de fonctionnement en réacteur (projet PERFROI), ou d'une situation d'entreposage en piscine (projet DENOPI). Ces deux projets ont nécessité la réalisation d'investissements conséquents au cours des années précédentes notamment pour la mise en œuvre de dispositifs expérimentaux en lien avec les phénomènes physiques étudiés. Ils ont bénéficié à ce titre d'un financement partiel par le programme des investissements d'avenir (PIA) dans le cadre de l'action mise en place à la suite de l'accident de Fukushima (projet « RSNR », Recherche en sûreté nucléaire et radioprotection).

Concernant le projet PERFROI, l'année 2021 a été marquée par la réalisation des deux premières campagnes d'essais du programme COAL destiné à l'étude de la refroidissabilité de crayons de combustible déformés en situation de

fonctionnement en réacteur consécutivement à un accident de perte d'eau dans le circuit primaire. Il s'agit en particulier de s'assurer que le refroidissement en configuration de crayons déformés (cœur du réacteur partiellement bouché) reste suffisant en regard du risque de fusion. La dernière campagne d'essai aura lieu au début de l'année 2022, ces différentes campagnes ont été réalisées en lien avec le STERN Lab au Canada.

Concernant le projet DENOPI l'année 2021 a été marquée par la fin de réalisation et la qualification de l'installation MIDI (maquette à l'échelle 1/6 d'une piscine d'entreposage réelle) destinée à l'étude, en situation accidentelle, des phénomènes de convection naturelle et de vaporisation générés par le combustible nucléaire entreposé dans une piscine. Les campagnes d'essais dans l'installation MIDI, établies en collaboration avec EDF, l'US NRC et BelV, ont démarré au second semestre 2021 et s'achèveront au premier semestre 2022. L'année 2021 a également été marquée par la réalisation et l'achèvement du programme d'essai dans l'installation ASPIC destinée à l'étude des possibilités de refroidissement par aspersion d'un combustible en piscine dénoyé consécutivement à une perte d'eau ; le programme d'essai a été établi en collaboration avec EDF et l'US NRC.

Dans le domaine de la recherche sur l'incendie, l'IRSN a réalisé en 2021 les dernières campagnes d'essais prévus dans le cadre du programme international PRISME3 qui a débuté en 2017 sous l'égide de l'OCDE et qui est consacré à l'étude des incendies dans les locaux d'une installation nucléaire confinés et ventilés mécaniquement. Les campagnes d'essais menés en 2021 ont été réalisées, comme l'ensemble du programme expérimental dans les installations de l'IRSN sur le site de Cadarache. Elles concernaient, entre autres, l'étude de la propagation des fumées, de la propagation du feu entre armoires électriques et sur des chemins de câbles électriques.

Concernant les actions en lien le vieillissement des installations, l'IRSN a poursuivi en 2021 la réalisation du programme expérimental ODOBA dans l'installation ODE sur le site de Cadarache destiné à l'étude du vieillissement des bétons, avec la mise en œuvre de procédés de vieillissement accéléré sur deux blocs de grandes dimensions pour l'étude spécifique des pathologies de type RSI (réaction sulfatique interne) et la réalisation d'éprouvettes avec une formulation spécifiquement définie pour l'étude de les pathologies de type RAG (réaction alcali-granulat). Des éprouvettes destinées spécifiquement à l'étude des bétons caractéristiques des ouvrages de stockage des déchets radioactifs ont également fait l'objet de procédure de vieillissement accéléré.

Il convient également noter pour l'année 2021 la fin de la construction de la plateforme expérimentale MACUMBA sur le site de Saclay, dédiée à l'étude du comportement des enceintes de confinement en béton des réacteurs, et plus spécifiquement au risque de fuite résultant d'une fissuration du béton en cas d'événement accidentel (montée en pression interne résultant d'un accident sur le réacteur, séisme, etc.).

**Dans le domaine des déchets radioactifs**, les recherches menées par l'IRSN sont largement structurées autour des enjeux d'expertise relatifs au projet CIGEO, dédié au stockage géologique de déchets radioactifs de haute activité et de moyenne activité à vie longue. En 2021, l'IRSN a notamment poursuivi la réalisation du programme (VSEAL – vertical sealing) dédié à l'évaluation de la performance et les éventuels endommagements dans le temps des matériaux – argile gonflante - prévus pour les dispositifs de scellement des puits d'accès à une installation de stockage géologique, avec des essais dans le laboratoire LUTECE de l'IRSN à Fontenay-aux-Roses et une expérimentation au sein de son laboratoire de recherche souterrain de Tournemire.

**Dans le domaine de l'environnement et plus spécifiquement de la recherche sur les transferts des radionucléides vers les écosystèmes**, l'IRSN a poursuivi en 2021 ses travaux sur l'évaluation des coûts économiques et dynamiques d'un accident nucléaire, prenant en compte l'évolution dans le temps d'une contamination ; ces travaux s'opèrent dans le cadre du projet AMORAD financé par l'action « RSNR » du PIA. Initié à la suite de l'accident de Fukushima, AMORAD visait à évaluer précisément les conséquences d'un rejet de substances radioactives sur l'homme et sur l'environnement en optimisant les modèles de prédiction de la dispersion des radionucléides dans l'environnement et d'évaluation de leur impact sur le milieu marin et les écosystèmes terrestres.

AMORAD a conduit à des avancées en matière de prédiction de la dispersion des radionucléides dans l'environnement, tant marin que continental, permettant de produire rapidement des évaluations précises en cas d'accident radiologique ou nucléaire. Il a également démontré, dans le compartiment marin, la possibilité d'étendre les évaluations à l'ensemble du milieu trophique et d'expliquer l'évolution des radionucléides sur le temps long. S'agissant du compartiment continental, les modèles développés permettront de renforcer les stratégies de remédiation des zones contaminées en aidant par exemple à l'établissement de priorités pour la décontamination des territoires et au choix de procédés.

**Dans le domaine des aléas naturels**, l'IRSN a poursuivi en 2021 les actions de caractérisation du système de failles sur lequel s'est produit le séisme du Teil en novembre 2019, complétées par une comparaison entre les mouvements de sol enregistrés et ceux résultant des modèles. Parallèlement, l'IRSN a élaboré un modèle 3D des formations

géologiques du bassin sédimentaire situées sous le site nucléaire du Tricastin à partir du bruit de fond sismique mesuré dans le cadre du projet DARE financé par l'ANR ; ce modèle 3D vise à permettre de prédire les effets sites particuliers et notamment les phénomènes d'amplification du mouvement sismique. Concernant les aléas hydro-météorologiques, les travaux menés ont principalement porté sur l'évaluation statistique des événements extrêmes, tels que vents et surcôtes marines. Concernant les risques d'inondation fluviale, l'IRSN a engagé des travaux en vue de produire des cartes d'inondation probabilisées.

**Dans le domaine de la recherche sur les effets sur l'homme des rayonnements ionisants**, l'IRSN a poursuivi en 2021 les actions visant à développer des outils de prédiction des dommages induits à l'ADN par les rayonnements ionisants et du devenir cellulaire en fonction du type de rayonnement. Dans le domaine du développement de traitements innovants pour faire face aux effets indésirables des expositions aux moyennes et fortes doses (irradiation ou contamination), l'IRSN a finalisé en 2021 la première phase (étude in vitro) du projet NaPeauLi, financé par l'ANSES, dont l'objectif est la mise au point d'un protocole expérimental capable d'évaluer l'efficacité de traitement décontaminant suite à l'exposition de la peau à des nanoparticules stables d'argent et de titane (utilisés en autres dans les crèmes solaires). Parallèlement, l'IRSN a poursuivi les études menées dans le cadre du projet PRIODAC, projet financé dans le cadre du PIA "recherches en matière de sûreté nucléaire et radioprotection" (RSNR) qui vise à étudier les modalités d'administration d'iode de potassium stable en situation d'accident nucléaire et notamment à développer des schémas posologiques adaptés aux populations sensibles. Toujours dans le domaine des contremesures médicales et s'agissant du traitement des effets secondaires des radiothérapies, l'IRSN a plus particulièrement orienté ses travaux sur l'étude du bénéfice thérapeutique des cellules stromales mésenchymateuses et des biomatériaux, notamment dans le cadre du projet OPENN financé par l'ANR pour le traitement de l'inflammation post irradiation du colon). Parallèlement, l'Institut a poursuivi, dans le cadre du projet RESCUE, initié en 2020 pour une durée de 3 ans et financé par l'ANR « ASTRID Maturation », les travaux engagés pour démontrer l'efficacité sur l'homme d'un nouveau produit de thérapie cellulaire (cellules souches pluripotentes induites reprogrammées issues de cellules humaines adultes différenciées, iPSC) pour le traitement du syndrome aigu d'irradiation.

Les travaux de recherche ont également porté sur les effets d'une contamination à l'uranium chez les travailleurs du cycle du combustible, notamment vis-à-vis du risque de développement d'un carcinome rénal. Les résultats obtenus en 2021 ont permis de déterminer un seuil de néphrotoxicité lors d'une exposition répétée à l'uranium et ont également conduit à la mise au point d'une méthodologie d'analyse de tumeurs rénales par échographie.

Dans le domaine des études épidémiologiques, l'IRSN a finalisé l'analyse de la mortalité au sein de la cohorte SELTINE qui regroupe plus de 80 000 travailleurs du nucléaire (principalement EDF et Orano). Parallèlement, l'IRSN a réalisé une étude sur le risque d'arythmie cardiaque après radiothérapie du sein.

**Dans le domaine de la surveillance radiologique de l'environnement**, l'IRSN a poursuivi en 2021 la modernisation de ses réseaux de surveillance de la radioactivité dans l'environnement avec le déploiement de balises automatiques de spectrométrie gamma à proximité des installations nucléaires.

Parallèlement, l'IRSN a réalisé et publié en 2021 le bilan de l'état radiologique de l'environnement français sur la période [2018-2020] ; ce travail a été effectué en collaboration avec les acteurs publics, associatifs et privés du Réseau national de mesure de la radioactivité dans l'environnement.

L'IRSN a également finalisé en 2021 l'étude ayant pour objectif d'expliquer la concentration en tritium mesurée dans la Loire par une association citoyenne et très significativement supérieure à celles habituellement mesurées.

## **2) Appui aux pouvoirs publics (4.2 M€)**

L'appui aux pouvoirs publics couvre des activités relevant du domaine de l'environnement, de la gestion des situations d'urgence et de la protection des travailleurs contre les rayonnements ionisants. Ces activités sont programmées au moyen de conventions pluriannuelles et de protocoles annuels liant l'IRSN aux directions ministérielles concernées. En 2021, les actions répondant aux grands objectifs prioritaires ont été réalisées, en particulier le suivi dosimétrique de l'exposition des travailleurs, la gestion de l'inventaire des anciens sites miniers d'uranium ou bien encore la surveillance des denrées alimentaires sur le territoire.

Par ailleurs, dans le cadre d'un projet spécifique de modernisation de ses outils soutenu, par le Fond de Transformation de l'Action publique et mené en lien avec la Direction générale du travail, l'IRSN a poursuivi en 2021 le développement de la nouvelle plateforme SISERI d'enregistrement et de traitement des données de surveillance de l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants, la livraison de l'outil finalisé étant prévu pour la fin de l'année 2022. En fin d'année 2021, les premières fonctionnalités de la nouvelle application ont été mises à dispositions des futurs utilisateurs (Employeurs, Organismes accrédités, Exploitants) dans le cadre d'une phase de test afin de recueillir leur avis et d'identifier d'éventuels points à améliorer.

## **3) Appui à l'Autorité de sûreté nucléaire (40.8 M€)**

L'IRSN apporte un appui technique à l'ASN concernant la sûreté et la radioprotection des installations nucléaires (les 56 réacteurs de puissance en fonctionnement, les réacteurs d'expérimentation et ceux en phase de construction, dont le réacteur EPR de Flamanville, les usines du cycle du combustible, les laboratoires et installations de recherche ...), ainsi qu'aux activités liées à ces installations (exploitation des installations, opérations de démantèlement, transports de matières radioactives et fissiles à usage civil et gestion des déchets radioactifs), et enfin la préparation et l'appui à la gestion des situations d'urgence radiologique ou nucléaire et post accidentelles.

Le programme de travail 2021, défini conjointement avec l'ASN, identifiait un certain nombre de sujets à fort enjeux parmi lesquels l'analyse des réexamens de sûreté des réacteurs électronucléaires mais également d'installations du cycle du combustible, l'expertise des dossiers support à la mise en service du réacteur EPR de Flamanville, l'examen du dossier de densification de capacités d'entreposage des piscines de La Hague ou bien encore la réalisation d'études dans le cadre des travaux du comité directeur sur le Post Accidentel (CODIR PA).

Concernant les réexamens de sûreté associés au parc de réacteurs électronucléaires en exploitation, l'IRSN a été fortement mobilisé aussi bien pour la préparation de la phase générique du quatrième réexamen période des réacteurs de 1300 MWe, que pour l'expertise des premiers rapports de conclusion du quatrième réexamen des réacteurs de 900 MWe dont celui du réacteur n°1 du site du Tricastin.

S'agissant du parc de réacteurs en exploitation, et en complément des actions sur les réexamens de sûreté, l'IRSN a réalisé en 2021 un bilan des actions mises en œuvre par EDF à la suite de l'accident de Fukushima (Bilan à 10 ans) et a poursuivi l'expertise des dossiers transmis dans le cadre du déploiement progressif du « noyau dur » (dispositions qui visent à renforcer la robustesse des installations face à des événements extrêmes).

Concernant l'EPR de Flamanville, les expertises de l'IRSN ont principalement porté sur le traitement des écarts détectés sur les soudures du circuit d'alimentation normale en eau des générateurs de vapeur. Parallèlement l'IRSN a procédé à l'expertise des compléments apportés par EdF à la suite de l'instruction en 2018 du rapport de sûreté (expertise d'un deuxième lot de réponses). Dans le cadre de la mise en service du réacteur, l'IRSN a également finalisé en 2021 l'examen de plusieurs chapitres des règles générales d'exploitation, dont celui relatif à la conduite du réacteur en situation incidentelle/accidentelle et celui relatif aux spécifications techniques d'exploitation. Enfin l'IRSN a procédé en 2021 à une première évaluation du bilan des essais démarrage produit par EdF en juin 2020.

Concernant les autres installations nucléaires, l'IRSN a réalisé en 2021 l'expertise du dossier de réexamen périodique de l'usine de retraitement des combustibles UP2 800 du site de la Hague, consacrée à la piscine d'entreposage des combustibles usés et a débuté l'expertise du deuxième réexamen de l'autre usine du site (UP3A). L'IRSN a également examiné le dossier des options de sûreté retenues par Orano Recyclage pour densifier l'entreposage actuel des combustibles usés en piscine, ainsi que le dossier d'options de sûreté pour la reprise des déchets entreposés dans certaines installations du site. Dans le domaine du stockage des déchets, l'IRSN a procédé à l'analyse des éléments techniques présentés par l'Andra pour définir l'aléa sismique de dimensionnement en phase d'exploitation des installations de surface et souterraines du projet Cigeo.

A ces expertises, s'ajoutent les travaux récurrents menés par l'Institut au titre du suivi en exploitation des installations et de l'analyse du retour d'expérience. A cet égard, une attention particulière a été portée sur l'analyse du retour d'expérience fait par Edf suite à la découverte d'une possible fragilisation de certains équipements forgés classés de sûreté et celui lié au séisme qui s'est produit à Teil en 2019.

Parmi les actions menées dans les domaines de la radioprotection des personnes et de l'environnement, il convient de citer parmi les expertises réalisées celles liées à l'utilisation de nouveaux radiopharmaceutiques ainsi que la finalisation du guide sur la gestion des modifications en radiothérapie, guide qui apporte une aide pratique et opérationnelle aux établissements et praticiens dans le cadre de l'appropriation d'évolutions techniques et matérielles en matière de radiothérapie.

Enfin, l'IRSN a participé aux réunions plénières du CODIRPA, ainsi qu'aux réunions des différents groupes de travail associés consacrés à l'alimentation, à la remédiation/gestion des déchets, aux rejets autres que des réacteurs de puissance et à la culture de radioprotection. L'IRSN a notamment présenté son étude en support à la définition des adaptations de la doctrine post-accidentelle en cas de rejets de radionucléides émetteurs alpha.

#### **4) Sûreté nucléaire et radioprotection des activités de défense, contrôle des matières nucléaires, protection contre la malveillance (18,8 M€)**

L'IRSN fourni un appui technique au DSND (au Délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les installations et activités intéressant la défense) pour l'évaluation de la sûreté des systèmes nucléaires militaires et des installations nucléaires de base secrètes (INBS), de la conception au démantèlement des installations, intégrant de fait des projets de défense majeurs pour l'Etat. S'agissant de la propulsion navale, l'IRSN a notamment présenté en 2021 les conclusions de son analyse du retour d'expérience de l'exploitation des chaufferies nucléaires de la propulsion navale pour la période 2017-2019. L'IRSN est également intervenu dans le cadre de la mise en service opérationnel du Suffren, premier sous-marin nucléaire d'attaque du programme Barracuda dont les essais en mer ont commencé en



## Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables

Programme n° 190 | Justification au premier euro

2021. Il a également évalué les travaux d'adaptation des installations des bases navales de Brest et de Toulon qui participent au soutien à terre de ces sous-marins. S'agissant des laboratoires et usines intéressant la Défense, l'IRSN a été impliqué en 2021 dans l'évaluation de la sûreté des programmes –au long cours - de reconfiguration et de construction d'installations sur le site CEA de Valduc mises en œuvre pour la dissuasion nucléaire française.

Pour la réalisation de ses missions de concours et d'appui techniques au bénéfice du Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité du MTE pour la sécurité des installations nucléaires, la protection et le contrôle des matières nucléaires et de leurs transports, l'IRSN a poursuivi en 2021 la rénovation et la mise en conformité des réseaux informatiques du pôle Défense de l'IRSN (projet RENOV), dont la mise en production définitive est prévue en 2022. Concernant la sécurité des sites nucléaires, l'IRSN a réalisé en 2021 les instructions techniques approfondies des études de malveillance des sites CEA de Cadarache, de Fontenay-aux-Roses, de Marcoule et de Saclay, avec la remise fin 2021 d'un premier avis sur la sécurité du site de Fontenay-aux-Roses. Afin d'assoir techniquement les instructions techniques des études de malveillance, l'IRSN développe des outils spécifiques permettant de procéder à une estimation rapide de l'endommagement de structures suite à une agression malveillante. Dans ce cadre, l'IRSN a procédé en 2021 à une actualisation de sa plateforme DOPEX dédiée à ces travaux. L'IRSN a également procédé en 2021 à des tests visant à identifier des vulnérabilités potentielles des systèmes de contrôle-commande des réacteurs nucléaires face à différents scénarios de cyberattaque (plateforme HYDRA). Concernant la réglementation, l'IRSN a participé tout au long de l'année 2021 aux groupes de travail thématiques et comités de pilotage destinés à la mise en place des arrêtés d'application liés à la révision du décret relatif à l'application de la réglementation sur la protection et le contrôle des matières nucléaires, de leurs installations et de leur transport (réglementation PCMNIT). Enfin, l'IRSN a organisé en 2021 un exercice de sécurité nucléaire (exercice national EPEES) qui, pour la première fois, se déroulait conjointement sur deux installations nucléaires différentes (EDF et Orano Tricastin).

Enfin, pour ce qui concerne l'application par la France des traités internationaux de non-prolifération nucléaire (traité Euratom, accord de garanties AIEA et protocole additionnel, accords bilatéraux) et d'interdiction des armes chimiques (Convention sur l'interdiction des armes chimiques), l'IRSN a assuré en 2021 l'ensemble de ses missions de concours et d'appui techniques, en effectuant la centralisation et la retransmission aux organismes de contrôle, des déclarations des exploitants et en réalisant l'accompagnement des inspections internationales diligentées par l'AIEA et Euratom pour ce qui concerne le domaine nucléaire et par l'OIAC pour le domaine de la chimie

Plus spécifiquement et dans le domaine de la non-prolifération nucléaire, suite à la sortie du Royaume-Uni de l'Union européenne, l'IRSN a remis en 2021 un avis au CTE (Comité technique Euratom) concernant le nouveau cadre administratif d'échange de matières, équipements et technologies nucléaires entre les États membres d'EURATOM et le Royaume-Uni.

Dans le domaine de la non-prolifération des armes chimiques, l'IRSN a participé au groupe national coordonné par le Quai d'Orsay pour définir les priorités de la France pour la 5<sup>ème</sup> conférence de révision de la Convention sur l'interdiction des armes chimiques.

### ACTION

#### 12 – Recherche dans le domaine des transports, de la construction et de l'aménagement

Action / Sous-action	Autorisations d'engagement			Crédits de paiement		
	Titre 2	Autres titres	Total	Titre 2	Autres titres	Total
<i>Prévision LFI y.c. FdC et AdP</i>						
<i>Réalisation</i>						
<b>12 – Recherche dans le domaine des transports, de la construction et de l'aménagement</b>		<b>103 136 835</b>	<b>103 136 835</b>		<b>103 136 835</b>	<b>103 136 835</b>
		<b>101 369 870</b>	<b>101 369 870</b>		<b>101 369 870</b>	<b>101 369 870</b>
12.01 – Université Gustave Eiffel		86 913 432	<b>86 913 432</b>		86 913 432	<b>86 913 432</b>
		85 795 403	<b>85 795 403</b>		85 795 403	<b>85 795 403</b>
12.03 – Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB)		16 223 403	<b>16 223 403</b>		16 223 403	<b>16 223 403</b>
		15 574 467	<b>15 574 467</b>		15 574 467	<b>15 574 467</b>

L'action 12 « Recherche dans le domaine des transports, de la construction et de l'aménagement » correspond au soutien financier de l'État aux activités de recherche appliquée de deux organismes de recherche :

– l'Université Gustave Eiffel (UGE) (86,9 M€) ;  
 – le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) (16,2 M€ versés sous forme de subvention d'investissement).  
 Dans leurs champs de compétences couvrant les domaines des transports, de la construction et de l'aménagement, les programmes de recherche de ces deux établissements mettent l'accent sur la prévention du changement climatique et l'adaptation à ses effets, ainsi que sur la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement et des programmes de transition écologique.

## ÉLÉMENTS DE LA DÉPENSE PAR NATURE

Titre et catégorie	Autorisations d'engagement		Crédits de paiement	
	Prévision LFI y.c. FdC et AdP	Réalisation	Prévision LFI y.c. FdC et AdP	Réalisation
Titre 3 : Dépenses de fonctionnement	86 913 432	85 795 403	86 913 432	85 795 403
Subventions pour charges de service public	86 913 432	85 795 403	86 913 432	85 795 403
12.01 – Université Gustave Eiffel	86 913 432	85 795 403	86 913 432	85 795 403
Titre 7 : Dépenses d'opérations financières	16 223 403	15 574 467	16 223 403	15 574 467
Dotations en fonds propres	16 223 403	15 574 467	16 223 403	15 574 467
12.03 – Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB)	16 223 403	15 574 467	16 223 403	15 574 467
<b>Total</b>	<b>103 136 835</b>	<b>101 369 870</b>	<b>103 136 835</b>	<b>101 369 870</b>

## SOUS-ACTION

### 12.01 – Université Gustave Eiffel

La subvention pour charges de service public versée au titre de l'année 2021 s'élève à 85,8 M€.

Le budget 2021 a été construit afin d'allouer les crédits nécessaires à la réalisation du Contrat d'objectifs et de performance 2017-2021 passé entre l'État et l'IFSTTAR, dont les trois axes scientifiques s'énoncent comme suit :

- axe 1 « Transporter efficacement et se déplacer en sécurité » ;
- axe 2 « Améliorer l'efficacité et la résilience des infrastructures » ;
- axe 3 « Aménager et protéger les territoires ».

L'année 2021 a été marquée par la première édition d'un ouvrage présentant les travaux de l'université en matière d'appui aux politiques publiques sur ces thématiques et d'autres mettant en avant la variété des sujets portés par l'Université Gustave Eiffel. Près de 70 actions sont présentées en : urbanisme et aménagement, transition énergétique, littoral, réflexion-actions avec les territoires, risques naturels, risques industriels, cyber et data-risques, durabilité des infrastructures, mobilité et logistique, sécurité routière et dans les transports publics, questions éthiques pour le bien commun dans la société. santé, élaboration de politiques publiques. Le document est téléchargeable sur le site de l'université : (<https://www.univ-gustave-eiffel.fr/universite/appui-aux-politiques-publiques/>). La prochaine édition du document sera accessible durant le 1er semestre 2022.

Les échanges avec les tutelles ont été marqués en 2021 par l'établissement d'une feuille de route portant sur 2020-2022 (correspondant au calendrier souhaité par le MESRI). L'année 2022 devrait être l'occasion de prolonger ce travail sous la forme d'un nouveau contrat actualisant les thématiques d'interventions attendues par le MTE.

En 2021, les relations en Europe se sont consolidées avec l'Italie par la signature officielle de deux laboratoires internationaux Associés (LIA) avec l'université de Bologne et avec Politecnico di Milano. Sur le plan international, des MoU (mémoire d'entente) ont été signés avec l'université du Québec à Montréal, l'Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey au Mexique, l'Universidad Ricardo Palma au Pérou, l'université Ain Shams en Égypte, la Algiers Business School en Algérie, l'ONU Habitat Tunisie. Un point marquant de cette année a été



## Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables

Programme n° 190 | Justification au premier euro

également la signature de l'alliance PIONEER avec 5 universités partenaires en Europe : Instituto Universitário de Lisboa (Portugal), Laurea-Ammattikorkeakoulu (Finlande), National Technical University of Athens (Grèce), Technische Hochschule Köln (Allemagne), Zilinská Univerzita v Ziline (Slovaquie).

### SOUS-ACTION

#### 12.03 – Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB)

Le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) est un établissement public industriel et commercial qui reçoit pour mission de l'État de procéder ou faire procéder à des recherches scientifiques et techniques directement liées à la préparation ou à la mise en œuvre des politiques publiques en matière de construction et d'habitat. Les recherches prévues contribuent à la transition écologique et énergétique, à la transition numérique et à la compétitivité du secteur.

Afin de répondre à ces grands enjeux, l'activité du CSTB se structure autour de quatre domaines d'action stratégiques : bâtiments et quartiers pour bien vivre ensemble ; bâtiments et villes face au changement climatique ; innovation, fiabilisation de l'acte de construire et Rénovation ; économie circulaire et ressources pour le bâtiment. Il s'agit notamment de réaliser de nouvelles avancées vers une démarche globale de performance environnementale ou de proposer une approche au niveau du quartier et de l'îlot urbain, avec mutualisation des consommations et productions. Il convient de travailler sur une adaptation des bâtiments aux enjeux du changement climatique. Il s'agit encore de faire émerger de nouveaux modes constructifs permettant une meilleure qualité ou une baisse des coûts de construction, ainsi qu'une montée en compétence des professionnels. Par exemple, le CSTB contribue significativement à la transition numérique de l'ensemble de la filière, en particulier au travers du développement du projet de maquette numérique.

Le CSTB développe des activités de recherche et d'expertise à destination de l'ensemble des acteurs du secteur de la construction et de la ville durable. Il répond ainsi aux questions posées à la recherche par les ministères, les collectivités territoriales et répond aux appels à projets de l'ANR, de l'ADEME, du FUI et du programme européen de recherche et d'innovation Horizon 2020, ainsi qu'aux besoins de travaux scientifiques des entreprises privées vers lesquels il a réorienté sa recherche pour compenser la baisse de sa subvention depuis 2015. Il active de nombreux partenariats avec d'autres laboratoires publics et universités.

En 2021, la subvention versée au centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) au titre du programme 190 s'est élevée à 15,6 M€, versés sous forme de subvention d'investissement.

Comme ces dernières années, la dotation a été utilisée très majoritairement pour financer des projets de recherche, projets qui constituent des actifs de recherche par l'immobilisation des coûts, hors frais généraux. Ainsi le développement et la finalisation de 54 actifs de recherche (dite 100% ou collaborative) a été financé avec la subvention d'investissement. Le reliquat a financé de l'investissement matériel.

Il convient de noter que la diminution sur la période 2015-2019 de la subvention accordée au CSTB par le programme 190 a amené l'établissement à réorienter ses activités de recherche vers un financement par les acteurs socioéconomiques. Cela a constitué à la fois une force pour le transfert vers les acteurs socio-économiques et un facteur de risque quant à la capacité du CSTB à renouveler ses compétences et à développer ses connaissances à moyen terme sur les champs majeurs des politiques publiques.

### ACTION

#### 13 – Recherche partenariale dans le développement et l'aménagement durable

Action / Sous-action	Autorisations d'engagement			Crédits de paiement		
	Titre 2	Autres titres	Total	Titre 2	Autres titres	Total
<i>Prévision LFI y.c. FdC et AdP</i>						
<i>Réalisation</i>						
<b>13 – Recherche partenariale dans le développement et l'aménagement durable</b>		<b>1 551 198</b>	<b>1 551 198</b>		<b>1 551 198</b>	<b>1 551 198</b>
		<b>1 019 018</b>	<b>1 019 018</b>		<b>1 576 220</b>	<b>1 576 220</b>
13.01 – Agence nationale chargée de la		1 551 198	1 551 198		1 551 198	1 551 198

Action / Sous-action <i>Prévision LFI y.c. FdC et AdP</i> Réalisation	Autorisations d'engagement			Crédits de paiement		
	Titre 2	Autres titres	Total	Titre 2	Autres titres	Total
sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES)		1 526 279	1 526 279		1 526 279	1 526 279
13.02 – Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME)			0			0
13.04 – Recherche en matière de transport (PREDIT)		-63 281	-63 281			0
13.05 – Construction (PREBAT, C2D2, RGCU)			0			0
13.06 – Urbanisme et territoire (PUCA, MUTS)		-51 783	-51 783		50 044	0
13.07 – Changement global (GMES, adaptation au changement climatique)		-189 005	-189 005			0
13.08 – Risque, santé, environnement		-56 906	-56 906		-103	0
13.09 – Biodiversité		-92 830	-92 830			0
13.10 – Innovation et prospective dans le domaine du développement et de l'aménagement durable		-53 455	-53 455			0

L'action 13 « Recherche partenariale dans le développement et l'aménagement durable » a pour but de soutenir des actions incitatives de recherche. Elle finance une part de la SCSP versée à l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) et les restes à payer des programmes incitatifs en gestion extinctive depuis 2015.

Les consommations négatives affichées au tableau correspondent à des retraits d'engagements juridiques sur années antérieures de conventions de recherche incitatives arrivées à échéance.

## ÉLÉMENTS DE LA DÉPENSE PAR NATURE

Titre et catégorie	Autorisations d'engagement		Crédits de paiement	
	Prévision LFI y.c. FdC et AdP	Réalisation	Prévision LFI y.c. FdC et AdP	Réalisation
Titre 3 : Dépenses de fonctionnement	1 551 198	1 505 760	1 551 198	1 526 279
Dépenses de fonctionnement autres que celles de personnel		-20 438		
13.04 – Recherche en matière de transport (PREDIT)		-14 626		
13.06 – Urbanisme et territoire (PUCA, MUTS)		-5 023		
13.07 – Changement global (GMES, adaptation au changement climatique)		-789		
Subventions pour charges de service public	1 551 198	1 526 198	1 551 198	1 526 279
13.01 – Agence nationale chargée de la sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES)	1 551 198	1 526 279	1 551 198	1 526 279
13.09 – Biodiversité		-81		
Titre 6 : Dépenses d'intervention		-486 741		49 941
Transferts aux entreprises		-27 443		
13.04 – Recherche en matière de transport (PREDIT)		-2 512		
13.06 – Urbanisme et territoire (PUCA, MUTS)		-3 385		
13.08 – Risque, santé, environnement		-21 546		
Transferts aux autres collectivités		-459 299		49 941
13.04 – Recherche en matière de transport (PREDIT)		-46 144		
13.06 – Urbanisme et territoire (PUCA, MUTS)		-43 375		50 044
13.07 – Changement global (GMES, adaptation au changement		-188 216		

## Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables

Programme n° 190 | Justification au premier euro

Titre et catégorie	Autorisations d'engagement		Crédits de paiement	
	Prévision LFI y.c. FdC et AdP	Réalisation	Prévision LFI y.c. FdC et AdP	Réalisation
<i>climatique)</i>				
13.08 – Risque, santé, environnement		-35 360		-103
13.09 – Biodiversité		-92 749		
13.10 – Innovation et prospective dans le domaine du développement et de l'aménagement durable		-53 455		
<b>Total</b>	<b>1 551 198</b>	<b>1 019 018</b>	<b>1 551 198</b>	<b>1 576 220</b>

### SOUS-ACTION

13.01 – Agence nationale chargée de la sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES)

#### ANSES (1,5 M€)

La subvention pour charges de service public versée à l'Anses en 2021 au titre du programme 190 s'est élevée à 1,5 M€.

Comme chaque année, l'Anses a lancé fin 2020 le millésime 2021 de ses appels à projets de recherche du programme national de recherche en environnement-santé-travail (PNR EST). Ce programme ambitionne de conduire les communautés scientifiques à produire des données utiles aux différentes phases de l'analyse du risque sanitaire et, ainsi, à rapprocher recherche et expertise scientifique. L'appel à projets de recherche (APR) général porte sur l'évaluation et l'analyse des risques environnementaux pour la santé humaine, en population générale ou au travail. Il soutient également des projets relatifs aux risques pour les écosystèmes et à la qualité des milieux. Les questions à la recherche de l'APR 2021 tenaient compte des enjeux et priorités des politiques publiques et portaient plus particulièrement sur les expositions aux agents chimiques et leurs effets, les risques liés au nanomatériaux, aux microplastiques ou encore au bruit et à la pollution lumineuse, le lien entre exposition environnementale et le cancer, le lien entre dégradation des écosystèmes et maladies infectieuses, les risques pour la santé humaine liés au changement climatique ou encore les inégalités face aux expositions environnementales.

À ce titre, 33 nouveaux projets ont été retenus dans le cadre des appels à projets 2021 du PNR EST, dont 9 sur la thématique santé-environnement au titre du programme 190.

### ACTION

14 – Recherche et développement dans le domaine de l'aéronautique civile

Action / Sous-action	Autorisations d'engagement			Crédits de paiement		
	Titre 2	Autres titres	Total	Titre 2	Autres titres	Total
<i>Prévision LFI y.c. FdC et AdP</i>						
<i>Réalisation</i>						
<b>14 – Recherche et développement dans le domaine de l'aéronautique civile</b>		<b>270 000 000</b>	<b>270 000 000</b>	<b>111 298 577</b>	<b>385 806 315</b>	<b>111 298 577</b>
		<b>1 048 702 433</b>	<b>1 048 702 433</b>	<b>385 806 315</b>		<b>385 806 315</b>

Action / Sous-action <i>Prévision LFI y.c. FdC et AdP</i> Réalisation	Autorisations d'engagement			Crédits de paiement		
	Titre 2	Autres titres	Total	Titre 2	Autres titres	Total
14.01 – Recherches en amont		240 000 000 1 031 642 187	240 000 000 1 031 642 187		96 771 660 373 067 887	96 771 660 373 067 887
14.02 – Subventions à des organismes de recherche		128 000	0 128 000		128 000	0 128 000
14.03 – Equipementier		30 000 000 16 932 246	30 000 000 16 932 246		14 526 917 10 845 488	14 526 917 10 845 488
14.04 – Avions			0 0		1 764 941	0 1 764 941
14.05 – Moteurs			0 0			0 0
14.06 – Hélicoptères			0 0			0 0

La dotation initiale 2021 de cette action sur le programme 190 était de 270 M€ d'AE, soit le total des dotations prévues pour 2021 et 2022. Cette dotation a été abondée de 744 M€ d'AE supplémentaires par transfert du programme 362 de la mission Relance. Les AE disponibles après mise en réserve, soit 1 003,2 M€, ont été intégralement consommés sur l'année. 133 projets ont ainsi été engagés pour 220 bénéficiaires uniques, dont 35 laboratoires, et plus d'une centaine d'équipementiers de la filière (ETI et PME) membres du GIFAS et 69 entreprises hors GIFAS.

La dotation en CP a également été abondée par la mission Relance qui l'a portée de 111 M€, au format LFI, soit 106,8 M€ après réserve, à 339,8 M€, dotation qui a été intégralement consommée, pour partie sur des engagements antérieurs à 2021. L'action 14 s'inscrit en totalité dans le volet Verdissement du plan de relance.

## CONTRIBUTION AU PLAN DE RELANCE

Volets du plan de relance	Autorisations d'engagement		Crédits de paiement	
	Prévision	Réalisation	Prévision	Réalisation
Verdissement	1 200 000 000	1 003 199 650	365 000 000	339 806 315
<b>Total</b>	<b>1 200 000 000</b>	<b>1 003 199 650</b>	<b>365 000 000</b>	<b>339 806 315</b>

Au titre du plan France Relance, le dispositif de soutien à la recherche aéronautique civile a donné lieu à la consommation de 1,00 Md€ en AE et 0,34 Md€ en CP en 2021 sur le programme 190.

Cette consommation a été réalisée à partir :

- des crédits ouverts en LFI 2021 sur le programme 190, à hauteur de 207,0 M€ en AE et de 111,3 M€ en CP ;
- des crédits transférés en 2021 depuis le programme 362 « Écologie » de la mission « Plan de relance » vers le programme 190, à hauteur de 744,0 M€ en AE et 233,0 M€ en CP.

## ÉLÉMENTS DE LA DÉPENSE PAR NATURE

Titre et catégorie	Autorisations d'engagement		Crédits de paiement	
	Prévision LFI y.c. FdC et AdP	Réalisation	Prévision LFI y.c. FdC et AdP	Réalisation
Titre 6 : Dépenses d'intervention	240 000 000	1 031 770 187	96 771 660	373 195 887
Transferts aux entreprises	240 000 000	1 015 302 187	96 771 660	368 661 165
14.01 – Recherches en amont	240 000 000	1 015 302 187	96 771 660	368 661 165

## Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables

Programme n° 190 | Justification au premier euro

Titre et catégorie	Autorisations d'engagement		Crédits de paiement	
	Prévision LFI y.c. FdC et AdP	Réalisation	Prévision LFI y.c. FdC et AdP	Réalisation
Transferts aux collectivités territoriales		214 000		53 500
14.01 – Recherches en amont		214 000		53 500
Transferts aux autres collectivités		16 254 000		4 481 221
14.01 – Recherches en amont		16 126 000		4 353 221
14.02 – Subventions à des organismes de recherche		128 000		128 000
Titre 7 : Dépenses d'opérations financières	30 000 000	16 932 246	14 526 917	12 610 429
Prêts et avances	30 000 000	16 932 246	14 526 917	12 610 429
14.03 – Equipementier	30 000 000	16 932 246	14 526 917	10 845 488
14.04 – Avions				1 764 941
<b>Total</b>	<b>270 000 000</b>	<b>1 048 702 433</b>	<b>111 298 577</b>	<b>385 806 315</b>

### SOUS-ACTION

#### 14.01 – Recherches en amont

#### Subventions à des projets de recherche dans le domaine de l'aéronautique civile

En 2021, le montant exécuté en AE a porté sur 130 subventions. Conformément aux objectifs du volet R&D aéronautique du Plan de relance, ces soutiens ont été orientés vers la préparation technologique des futurs programmes d'aéronefs suivants :

- le successeur de l'A320, l'avion commercial le plus vendu au monde, selon deux directions d'effort complémentaires : l'ultra sobriété énergétique (gain de 30% de consommation de carburant), avec la capacité à utiliser des carburants alternatifs durables jusqu'à un taux d'incorporation de 100%, et le passage à l'hydrogène comme source d'énergie principale, pour un appareil « zéro émission de CO2 » ; cet appareil, qui pourrait entrer en service à l'horizon 2035, définira les nouveaux standards mondiaux d'avions de ligne sur le plan environnemental ;
- un nouvel avion régional, ultra sobre sur le plan énergétique, à propulsion hybride électrique ou à propulsion hydrogène, qui entrerait en service à l'horizon 2030 ;
- le successeur de l'Ecureuil, l'hélicoptère léger best-seller d'Airbus Helicopters, ultra sobre sur le plan énergétique (baisse de 40% de la consommation), capable d'hybridation électrique dans un premier temps, et fonctionnant à l'hydrogène dans sa dernière version ;
- de nouveaux avions d'affaires, compatibles avec 100% de carburants alternatifs durables et à plus long terme, alimentés au moins partiellement à l'hydrogène, ainsi que des appareils d'aviation générale à propulsion hybride électrique et des drones à hautes performances ;
- l'optimisation des opérations aériennes et aéroportuaires (trajectoires des avions et gestion du trafic aérien) selon de nouveaux critères environnementaux (au moins 5% de gain), dont les premiers incréments, applicables à la flotte en service, pourraient être déployés d'ici 2025.

Au niveau programmatique, ces soutiens ont bénéficié à un ensemble de projets de recherche prioritaires, globalement cohérents avec la nouvelle feuille de route technologique du Conseil pour la recherche aéronautique civile (CORAC), et permettant d'amorcer des actions de dérisquage et de montée en maturité technologique dans tous les domaines clés de cette feuille de route, en particulier :

- l'hybridation électrique de la propulsion : les projets soutenus en 2021 portent notamment sur l'optimisation des architectures hybrides électriques au niveau avion/système propulsif, l'électrification du système de roulage de l'avion, l'amélioration des performances des systèmes de batteries et de piles à combustibles pour les futurs aéronefs hybrides, ainsi que l'amélioration de la compétitivité des composants clés (moteurs électriques, électronique de puissance) des chaînes électriques de ces aéronefs ;
- le futur moteur ultra efficace : les projets soutenus en 2021 portent principalement sur la chambre de combustion qui, contrairement à la soufflante, devra être beaucoup plus compacte tout en assurant la parfaite opérabilité du moteur dans toutes les conditions de vol et en résistant à des températures plus élevées ;

- l'optimisation des formes aérodynamiques : les projets soutenus en 2021 visent d'une part à valider sur un démonstrateur les performances d'une voilure à grand allongement pour avion commercial et d'autre part à concevoir une voilure composite de grande dimension pour avion d'affaires, optimisée en masse et en traînée pour une croisière la plus efficace possible ;
- la propulsion hydrogène : les projets soutenus en 2021 se focalisent sur la conception des réservoirs à hydrogène embarqués et la maturation des briques technologiques associées, après des premiers travaux exploratoires menés en 2020 sur l'utilisation de l'hydrogène comme combustible aéronautique.

Par ailleurs, en appui à ces travaux technologiques portés par les industriels, un programme de recherche scientifique de grande ampleur, dénommé « Climaviation », a été lancé en 2021 afin de mieux comprendre et quantifier les effets non-CO2 (traînées de condensation, interactions aérosols-nuages, ...) de l'aviation sur le climat, d'évaluer les effets liés aux nouveaux combustibles et d'étudier et proposer des stratégies de minimisation de l'impact climatique total de l'aviation. Les connaissances scientifiques développées dans le cadre de ce programme, qui associe les compétences de Sorbonne Université-IPSL et de l'ONERA, seront largement diffusées auprès des industriels de la filière afin d'orienter le plus efficacement possible leurs choix en matière de conception, d'opération et de combustible pour les futures générations d'aéronefs.

Enfin, la montée en puissance des soutiens au profit des PME-ETI de la filière peut être illustrée à travers trois projets emblématiques, qui sont le résultat de la démarche systématique de recueil de propositions engagée par la DGAC auprès de ces acteurs :

- DOCKHEAD : porté par Coriolis Composites en association avec Le Créneau Industriel, ce projet a pour objectif d'étudier un moyen de production robotisé pour la fabrication en « one shot » de pièces composites de très grandes dimensions telles que des ailes ou panneaux de fuselage ;
- ECCAD : porté par Sogclair Aerospace en association avec AddUp, l'Onera et le CEA, ce projet vise à concevoir un échangeur thermique très innovant, à la fois compact et performant, en tirant parti des nouvelles technologies de fabrication additive, pour répondre aux futures problématiques de l'avion décarboné ;
- RECOMPOSE : porté par Asquini MGP (Nexteam Group) en partenariat avec CT Ingénierie et l'ENSAM, ce projet porte sur la réalisation d'un démonstrateur technologique d'arbre de transmission de puissance arrière en composite pour hélicoptère.

## SOUS-ACTION

### 14.02 – Subventions à des organismes de recherche

Il s'agit d'une subvention au BNAE (bureau de normalisation de l'aéronautique et de l'espace) pour 128 k€.

## SOUS-ACTION

### 14.03 – Equipementier

#### Avances récupérables

Trois nouvelles avances récupérables ont été attribuées pour un total de 16,9M€, pour les développements du fuselage et des sièges pilotes du Falcon 10X et un calculateur générique et modulaire pour système de train d'atterrissage.

Les crédits de paiement (12,6 M€) ont été consommés pour couvrir une partie des engagements de l'année ainsi que des engagements antérieurs à 2021.

**Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables**

Programme n° 190 | Justification au premier euro

**ACTION**
**15 – Charges nucléaires de long terme des installations du CEA**

Action / Sous-action	Autorisations d'engagement			Crédits de paiement		
	Titre 2	Autres titres	Total	Titre 2	Autres titres	Total
<i>Prévision LFI y.c. FdC et AdP</i>						
Réalisation						
15 – Charges nucléaires de long terme des installations du CEA		740 000 000	<b>740 000 000</b>		740 000 000	<b>740 000 000</b>
		740 000 000	<b>740 000 000</b>		740 000 000	<b>740 000 000</b>

Dans le cadre de la mise en œuvre de l'article 20 de la loi n° 2006-739 du 28 juin 2006 de programme relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs, une convention cadre entre l'État et le CEA, signée le 19 octobre 2010, permet de couvrir les charges nucléaires de long terme du CEA pour les installations en exploitation ou à l'arrêt au 31 décembre 2009.

Les crédits versés en 2021 au titre de l'action 15 « Charges nucléaires de long terme des installations du CEA » s'élèvent à 740 M€.

## ÉLÉMENTS DE LA DÉPENSE PAR NATURE

Titre et catégorie	Autorisations d'engagement		Crédits de paiement	
	Prévision LFI y.c. FdC et AdP	Réalisation	Prévision LFI y.c. FdC et AdP	Réalisation
Titre 3 : Dépenses de fonctionnement	740 000 000	740 000 000	740 000 000	740 000 000
Subventions pour charges de service public	740 000 000	740 000 000	740 000 000	740 000 000
<b>Total</b>	<b>740 000 000</b>	<b>740 000 000</b>	<b>740 000 000</b>	<b>740 000 000</b>

En réponse à la demande des autorités de sûreté nucléaire de juillet 2015 de réexamen de la stratégie globale de démantèlement, de gestion des matières et des déchets radioactifs, de priorisation des opérations, de renforcement de l'organisation et des équipes et, enfin de mise en cohérence de la programmation pluriannuelle des activités A&D avec les moyens disponibles, le CEA a défini, fin 2016, les éléments d'une nouvelle stratégie. Les engagements et les priorités de démantèlement et de reprise et de conditionnement des déchets (RCD) du CEA n'ont pas été remis en question par les autorités de sûreté depuis.

La stratégie proposée par le CEA repose sur la mise en sécurité des installations en réduisant prioritairement le terme source mobilisable (TSM), ceci en cohérence avec les demandes des autorités de sûreté nucléaire civile et de défense. Le CEA privilégie ainsi un démantèlement en deux temps avec d'abord un retrait immédiat du TSM puis après une phase d'attente plus ou moins longue le démantèlement des équipements et l'assainissement des sols et des structures.

Les projets A&D peuvent se classer en cinq grandes catégories :

- les opérations de retrait des combustibles, des matières, des déchets ;
- la construction d'installations nouvelles pour les activités de reprise ;
- les opérations de démantèlement et d'assainissement dans certains cas exceptionnels ;
- la gestion des déchets comme la définition des exutoires et filières avec l'Andra, les études pour améliorer la connaissance des déchets ;
- les études (investigations, caractérisations) pour préparer la seconde phase des chantiers de démantèlement, ainsi que les projets de R&D en soutien à l'ensemble des opérations.

A ces cinq catégories, il convient d'ajouter l'exploitation des installations de service.

Les dépenses réalisées en 2021 au titre de l'action 15 « Charges nucléaires de long terme », pour lesquelles sont versées 740 M€ par le P190, sont de 666,3 M€.

Elles se répartissent de la façon suivante :

- Les dépenses de démantèlement (278,4 M€) et de RCD (71,7 M€) comprenant :
  - Les opérations de démantèlement prioritaires déjà engagées dont la préparation des opérations de découpe du dissolvant B de l'usine d'extraction du plutonium (UP1), les opérations de préparation du démantèlement des réacteurs Céléstin avant leur mise sous cocon, le démantèlement des bâtiments D et G du centre de la direction des applications militaires (DAM) d'Île de France, ainsi que la poursuite des opérations d'évacuation des déchets historiques du périmètre de l'ADM ;



**Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables**

Programme n° 190 | Justification au premier euro

- Les opérations de reprise et conditionnement des déchets historiques, qui constituent le terme source mobilisable majeur du CEA, notamment l'évacuation des fûts de cendre alpha de l'Usine de Marcoule vers Valduc a été achevée ainsi que la poursuite de la reprise des poubelles de l'INB72 de Saclay dont l'expédition a été poursuivie vers l'IB37A de Cadarache ;
- Les opérations de préparation du démantèlement ont été poursuivies sur Osiris et démarrées sur Orphée ;
- Des études d'ingénierie afin de permettre la réalisation des installations de reprise et conditionnement de déchets nécessaires dans le futur : sur les installations de conditionnement des bitumes de Marcoule et des irradiants de Fontenay-aux-Roses, sur les procédés UC2 et UC3 de reprise des déchets magnésiens de l'installation de dégainage à Marcoule ;
- Les coûts liés à la surveillance de la sûreté des installations en démantèlement ainsi que les taxes.
- Les dépenses liées aux combustibles (27,8 M€) comprenant les opérations d'évacuation des combustibles notamment des réacteurs Phénix, Phébus, Célestin. L'évacuation des combustibles nourriciers des réacteurs Orphée et Osiris vers l'usine de La Hague est terminée ;
- La quote-part de financement des coûts d'exploitation (100,9 M€), d'investissement et de rénovation (23,6 M€) des installations de service du CEA qu'il s'agisse :
  - d'installations de traitement, tel que la rénovation de l'installation de surveillance des assemblages irradiés (ISAI), nécessaire au conditionnement des combustibles usés pour le transport, la rénovation de l'installation CDS, nécessaire au traitement des déchets solides de Marcoule, ou l'équipement de cimentation STEMA ;
  - d'installations d'entrepôts, comme le chantier de l'installation Diadem, impératif pour les évacuations de Fontenay-aux-Roses et du réacteur Phénix, ainsi que les études sur l'atelier de traitement des irradiants de Marcoule (ATRIM) ;
- Les dépenses d'investissements spécifiques pour les besoins du démantèlement et de la RCD (17,1 M€) comprenant la poursuite de la construction des cellules dédiées aux déchets bitumés de l'installation d'entreposage intermédiaire polyvalent (EIP) et le lancement du projet de construction de l'extension Dégainage dédié à l'entreposage (EDEN) pour les déchets magnésiens à Marcoule, l'aménagement du bâtiment 53 à Fontenay-aux-Roses nécessaire à la reprise des déchets du bâtiment 58 ;
- Les dépenses liées à la gestion des déchets (62 M€), qu'il s'agisse :
  - des coûts d'évacuation vers les centres de stockage des déchets de l'Agence nationale de gestion des déchets radioactifs (Andra), avec le Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Cires) pour les déchets de très faible activité (TFA) et le centre de stockage de l'Aube (CSA) pour les déchets de faibles et de moyennes activités (FMA) ;
  - du financement de la surveillance et des travaux de pérennisation de la couverture du centre de stockage de la Manche (CSM) de l'Andra ;
  - des coûts relatifs aux exutoires futurs dont la dotation annuelle au fonds dit « de conception » de l'installation Cigéo pour l'Andra ;
- Les dépenses de transports et d'emballages des déchets (23 M€) ;
- Les dépenses de R&D (9,7 M€) pour les études prioritaires, notamment sur le conditionnement des déchets magnésiens, la connaissance des fûts de bitumes ainsi que les procédés d'assainissement des sols.

Ainsi une augmentation des dépenses a été constatée (+49,2 M€), qui s'explique par la forte sous-exécution constatée en 2020 du fait de la crise sanitaire : les dépenses du fonds dédié se sont élevées à 666,3 M€ en 2021 ; conduisant à une sous-exécution de 77,3 M€ par rapport aux ressources prévues sur l'exercice (743,5 M€ correspondant à un montant de 740 M€ de subvention diminué du report de gestion de 2020 de -5,2 M€ et augmenté de la recette exceptionnelle EDF au titre de la régularisation des coûts d'entreposage de certains combustibles dans ISAI de 8,8 M€). Une partie de cette sous-exécution budgétaire permettra de couvrir la contribution du fonds dédié au financement de l'installation CIRCE sur le centre de Cadarache.

**ACTION****16 – Recherche dans le domaine de l'énergie nucléaire**

Action / Sous-action  <i>Prévision LFI y.c. FdC et AdP</i> <i>Réalisation</i>	Autorisations d'engagement			Crédits de paiement		
	Titre 2	Autres titres	Total	Titre 2	Autres titres	Total
<b>16 – Recherche dans le domaine de l'énergie nucléaire</b>		<b>449 185 791</b>	<b>449 185 791</b>		<b>449 185 791</b>	<b>449 185 791</b>
		<b>440 139 806</b>	<b>440 139 806</b>		<b>440 139 806</b>	<b>440 139 806</b>
16.01 – Soutien aux activités nucléaires du CEA		449 185 791	449 185 791		449 185 791	449 185 791
		440 139 806	440 139 806		440 139 806	440 139 806

Cette action a pour principal objectif de financer les activités de recherche du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) dans le domaine de l'énergie nucléaire. Elles portent essentiellement sur le nucléaire civil et sur l'alerte aux tsunamis.

**ÉLÉMENTS DE LA DÉPENSE PAR NATURE**

Titre et catégorie	Autorisations d'engagement		Crédits de paiement	
	Prévision LFI y.c. FdC et AdP	Réalisation	Prévision LFI y.c. FdC et AdP	Réalisation
Titre 3 : Dépenses de fonctionnement	449 185 791	440 139 806	449 185 791	440 139 806
Subventions pour charges de service public	449 185 791	440 139 806	449 185 791	440 139 806
16.01 – Soutien aux activités nucléaires du CEA	449 185 791	440 139 806	449 185 791	440 139 806
<b>Total</b>	<b>449 185 791</b>	<b>440 139 806</b>	<b>449 185 791</b>	<b>440 139 806</b>

Le CEA fait l'objet d'un descriptif détaillé dans la partie « Opérateurs » du rapport annuel de performance de son programme principal de rattachement, le programme 172 « Recherches scientifiques et technologiques pluridisciplinaires ». Mi 2021, son nouveau Contrat d'objectifs et de performance a été signé pour la période 2021-2025. Aussi, le reporting présenté ici suit la programmation associée.

Les activités de recherche du CEA dans le domaine du nucléaire civil visent à développer et à apporter des solutions technologiques innovantes à l'industrie nucléaire, afin qu'elle assure le service de production d'électricité au bénéfice du pays, et qu'elle maintienne sa place au premier rang mondial. Elle vise notamment à concevoir et à évaluer de nouvelles générations de systèmes (réacteurs et combustibles avancés dits de « 4e génération » ou réacteurs modulaires -SMR), à progresser dans le domaine de la sûreté des réacteurs et du cycle (notamment dans le contexte « post Fukushima ») et à apporter des éléments de réponse aux préoccupations du Gouvernement et du public, en particulier sur le plan environnemental. Le CEA conduit également un programme important de modernisation de ses installations nucléaires, support à ses activités de recherche.

Dans le cadre de la construction de nouvelles installations nucléaires, le financement d'actifs dédiés pour ces installations est assuré par l'action 16 du programme 190, tandis que le financement des opérations de démantèlement et d'assainissement des installations arrêtées, ou en exploitation avant le 31 décembre 2009, relève de l'action 15. Les activités de R&D du nucléaire civil couvrent les domaines suivants : réacteur Jules-Horowitz ; nucléaire actuel ; nucléaire de demain ; socle commun qui comprend les installations, les travaux de simulation et les études technico-économiques. Les domaines nucléaires actuel et de demain comprennent des activités portant sur les réacteurs et sur le cycle du combustible.

Par rapport aux exercices précédents et à la prévision en LFI, le CEA a dû réarticuler les dépenses affectées aux actions 16 et 17 en diminuant les dépenses liées à l'action 16 pour redéployer les moyens sur l'action 17 (cf. action 17).

**Réacteur Jules Horowitz (119,3 M€)**

Le réacteur Jules-Horowitz (RJH), en cours de construction à Cadarache, sera dédié aux études sous irradiation des combustibles et des matériaux pour différentes générations de réacteurs nucléaires. Il assurera, par ailleurs, une part importante de la production européenne de radioéléments pour le secteur médical.

En application des décisions prises par le Comité de l'énergie atomique, le plan de mise sous contrôle a effectivement été déployé par le CEA au 1er octobre 2020 et a permis de progresser très sensiblement dans la maîtrise du projet. Le CEA dispose désormais d'une vision globale des enjeux éclairant les principaux risques et d'une approche convergée sur le calendrier de montage pour disposer d'un réacteur opérationnel et son démarrage, l'ensemble partagé avec les fournisseurs.

Le chantier a connu des avancées significatives en 2021 avec (i) la revue de conception du Bâtiment noyau dur, (ii) la fin des montages du niveau Bâtiment moyens réfrigérants au niveau +1, (iii) la fin des essais de propositions d'amélioration vibratoire des tronçons supérieurs de tubes guide dans le cadre du groupe de travail sur l'amélioration de la stabilité des internes, (iv) la convergence de la maquette 3D sur le niveau Bâtiment auxiliaire +2 permettant de lancer le montage sur cette zone ainsi que (v) la signature des avenants couvrant la feuille de route 2021-2023 pour les gros lots électromécaniques.

### **Nucléaire actuel (39,6 M€)**

Les activités de recherches du CEA sont conduites pour le compte des industriels du nucléaire. Elles participent aussi à l'entretien d'une large expertise du CEA, au service de l'État, sur les réacteurs de 2e et 3e générations et sur le cycle du combustible. Elles portent principalement sur le maintien de la disponibilité du parc national de réacteurs et de la compétitivité de l'industrie nucléaire française au plan mondial, en répondant aux besoins de R&D pour le bon fonctionnement du parc et l'amélioration des performances (durée de fonctionnement, taux de combustion, sûreté...), ainsi que pour la mise en exploitation de l'EPR. Sur le cycle du combustible, le CEA apporte notamment un soutien pour : (i) l'optimisation de procédés de l'amont du cycle (Orano) ; (ii) le maintien en conditions opérationnelles et l'optimisation des procédés mis en œuvre dans les usines de La Hague (Orano), en particulier sur les phénomènes de corrosion et d'encrassement qui sont observés ; (iii) la caractérisation et le comportement à long terme des déchets ultimes (Orano) ; (iv) le stockage des déchets radioactifs de haute et moyenne activité à vie longue dans Cigéo, ainsi que de faible activité à vie longue dans le cadre de la loi de programme du 28 juin 2006 (Andra) ; (v) l'entreposage des combustibles usés et le démantèlement des réacteurs uranium naturel graphite gaz (EDF).

Dans le cadre des études visant à reproduire le colmatage des générateurs de vapeur et la cinétique associée, l'installation COLENTEC (COLmatage Entretoise – Étude Cinétique) est entrée en phase active, en 2019, avec le premier essai d'injection de radiotracer. Un troisième essai a été réalisé en 2021 pour évaluer l'impact des polluants (aluminium, silicium) sur la formation et l'érosion des dépôts responsables du colmatage dans les générateurs de vapeur du parc nucléaire français. Des évolutions ont été apportées à l'installation afin de simuler au plus près les phénomènes étudiés (ajouts de dispositifs de prélèvement, suivi gammamétrique).

Dans le cadre des études sur les combustible ATF (Accident Tolerant Fuel), une action en rupture de l'I3P porte sur l'élaboration de pastilles innovantes par fabrication additive. Une étape importante a été franchie avec la fabrication d'une pastille CERMET en matériaux simulants (alumine-acier inox). Cela a nécessité la conception et la réalisation d'une machine prototype fonctionnant selon une technologie « robocasting » avec deux têtes pour élaborer des bimatériaux. Les études se poursuivront en 2022 pour améliorer les formulations de la partie céramique et de la partie métallique et pour optimiser les étapes suivantes de déliantage et de cofrittage.

Dans le cadre des études d'accidents graves, les études se sont poursuivies sur la capacité de refroidissement des coriums sous eau et l'interaction corium-eau, prévues dans le cadre des projets ANR RSNR. Dans le cadre du plan de relance, le CEA a obtenu le financement de la plateforme New Plinius dédiée à l'étude expérimentale des accidents graves disposant de capacités répondant aux besoins des réacteurs de 2e et 3e génération mais aussi des réacteurs à caloporteur sodium de 4e génération.

Les activités de R&D du CEA en soutien d'EDF ont concerné la construction du dossier de sûreté des VD4 900, basé sur une stratégie de rétention du corium hors cuve avec, en particulier, la démonstration de l'absence de percement du radier. Le développement des codes PROCOR (propriétés du corium), THEMA (étalement du corium) et TOLBIAC-ICB (interaction corium béton) s'est poursuivi. La dernière version de TOLBIAC-ICB livrée à EDF intègre deux nouveaux modèles simulant la pénétration de l'eau dans les fissures de la croûte supérieure du corium et l'avancée du front de solidification du corium par l'eau.

Le CEA en partenariat avec Orano et l'Andra a réalisé, en 2018, les premiers essais sur un prototype d'un nouveau procédé, appelé « PIVIC », couplant l'incinération et la vitrification de déchets issus de la fabrication du combustible MOX, en éliminant la matière organique (interdite dans le stockage de déchets radioactifs) et en répartissant les déchets en deux couches (l'une en verre, l'autre en métal) pour le stockage dans Cigéo. En 2021, la cadence de traitement a été améliorée grâce à une optimisation du pilotage de la fusion.

**Nucléaire de demain (66,4 M€)**

Dans ce domaine les travaux du CEA relèvent de deux perspectives : la gestion du cycle de l'uranium et l'intégration du nucléaire dans un système énergétique décarboné. Cela se décline en trois actions : les réacteurs de 4e génération, l'aval du futur cycle du combustible et les SMR.

Le développement des systèmes nucléaires de 4e génération vise la gestion de la ressource en combustible (fermeture du cycle et multirecyclage) et la démonstration de technologies innovantes.

A la suite de la clôture de l'action « Réacteur de 4ème génération ASTRID », le programme vise à maintenir l'option de fermeture du cycle au travers du multirecyclage des combustibles dans les réacteurs du parc actuel dans un premier temps. Sur le long terme, les efforts du CEA se réorientent vers un programme de R&D centré autour des verrous du réacteur à neutrons rapides refroidis au sodium et des procédés du cycle associés avec l'objectif stratégique de maintenir les compétences du CEA relatives à cette filière notamment au travers d'études d'esquisses et de veille sur les technologies de RNR. En parallèle, une étude de faisabilité d'un réacteur à sels fondus à neutrons rapides a été initiée. Ce programme s'appuie sur la simulation, des développements technologiques ciblés pour les réacteurs et un renforcement des activités sur le volet cycle en abordant la question stratégique de la fermeture du cycle du combustible (gestion de l'uranium et du plutonium). Il s'agit en premier lieu de répondre à l'enjeu du multirecyclage du plutonium et de l'uranium, tout d'abord en REP, puis en RNR. Ces travaux sont complétés par des études de scénarios qui évaluent, sur le plan technique, économique et environnemental, différentes options pour le parc nucléaire et les installations du cycle associées.

Enfin, le CEA est en soutien au projet Nuward® de Small Modular Reactor (SMR) porté par EDF et réalise des travaux d'esquisse sur des concepts de SMR pour des usages tels que la production d'hydrogène ou des applications calogènes qui peuvent être combinés à une production électrique.

Dans le domaine du traitement des combustibles usés, la cartographie du comportement à la dissolution des combustibles issus de la filière des réacteurs à neutrons rapides (RNR) a fait l'objet d'un travail de synthèse, d'une part, pour soutenir le projet d'Orano d'un atelier de traitement de combustibles particuliers (TCP) et, d'autre part, pour capitaliser les connaissances indispensables pour la fermeture durable du cycle. Ces études ont permis de statuer sur les performances de récupération du plutonium en fonction du mode de fabrication des combustibles et de mettre en évidence une dégradation des performances de digestion en présence de coques irradiées.

Sur la base d'hypothèses sur les caractéristiques des assemblages et les gestions combustibles mettant en œuvre le multirecyclage en réacteurs à eau pressurisée (REP) du plutonium, quatre scénarios ont été étudiés par le CEA pour estimer l'inventaire des matières à l'horizon de la fin du siècle. Les études de scénarios se sont poursuivies en 2021 en intégrant les nouvelles hypothèses industrielles concernant les combustibles MOX2 ainsi que l'abandon du concept CORAIL au profit du combustible dit MOX-MR.

Pour 2022, un nouvel axe de travail pour les études de scénarios a été proposé afin de déterminer l'intérêt que pourrait avoir l'intégration de réacteurs à sels fondus à neutrons rapide permettant de transmuter les actinides mineurs du parc REP sur l'inventaire des déchets HAVL du parc.

Début 2021, la restructuration du projet Nuward® en accord avec l'Etat, a conduit EDF à en prendre la responsabilité. Ce projet bénéficie d'un financement de 50 M€ dans le cadre du plan de relance. Côté CEA, la mise en service de la boucle EXOCET permet la qualification de certains de ses composants innovants. Par ailleurs, une feuille de route à cinq ans a été établie, mi-2020, pour la définition de systèmes innovants utilisant de nouveaux concepts de SMR pour la production de différents vecteurs énergétiques en fonction de la demande, comme l'hydrogène ou la chaleur pour le chauffage urbain ou certains besoins industriels.

**Socle commun aux nucléaires actuel et du futur (104,1 M€)**

Le CEA dispose d'installations et d'outils expérimentaux (réacteurs, laboratoires chauds, plateformes technologiques) lui permettant d'appuyer ses programmes de recherche sur des expérimentations. Elles sont essentielles pour, d'une part, acquérir des connaissances afin d'améliorer les modèles et leurs capacités prédictives et d'autre part, valider ou infirmer, par une expérimentation ciblée, les résultats prédictifs issus de travaux théoriques pour définir un domaine de qualification des codes de simulation numérique. L'objectif est de proposer la simulation complète et prédictive des réacteurs et usines du cycle, en situation normale ou accidentelle. Des études technico-économiques qui contribuent à éclairer sur les visions possibles du futur énergétique complètent ces travaux.

Le CEA exploite des réacteurs de recherche pour le besoin de ses missions, comme le réacteur Cabri dédié aux essais de sûreté pour les besoins de l'IRSN. Le CEA mène également des activités de R&D sur l'instrumentation nucléaire pour l'expérimentation en réacteur. Pour étudier le comportement sous irradiation des combustibles nucléaires et des matériaux, en conditions normales et en situations accidentelles, il est nécessaire de les caractériser dans des

## Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables

Programme n° 190 | Justification au premier euro

laboratoires chauds (Atalante, LECA-STAR et LECI), dotés d'équipements dédiés, qui constituent un atout différenciant du CEA. Des études complémentaires sont réalisées sur des installations non nucléaires.

Deux essais étaient prévus sur Cabri, en 2020, dans le cadre du programme international CIP piloté par l'IRSN. Ils ont dû être reportés en raison de retards dus à la crise sanitaire et la période de confinement, des demandes complémentaires du Haut Fonctionnaire de Défense et de Sécurité (HFDS) et d'un aléa technique (micro-fuite sur un réservoir externe du réacteur, détectée en fin d'année). Le CEA a déposé auprès de l'ASN un dossier de demande d'autorisation en juillet 2021.

Le CEA a proposé de nouveaux éléments techniques afin de poursuivre l'exploitation du LECA, jusqu'en 2044, avec notamment des renforcements du bâtiment vis-à-vis du risque sismique. Un dossier de pérennisation du LECA a été envoyé à l'ASN, en octobre 2019, qui a autorisé, le 10 juillet 2020, l'exploitation du LECA jusqu'au prochain réexamen de sûreté programmé en 2024. Une organisation a été mise en place pour répondre aux prescriptions de l'ASN et mener les travaux définis. Les travaux préparatoires (dévoisement et maçonnerie) nécessaires pour réaliser le dégageement des zones de pose des éclisses sont terminés.

Concernant la neutronique, l'amélioration de la précision des calculs et la réduction des biais de modélisation reposent sur le code de référence statistique TRIPOLI-4 et sur le nouveau code déterministe multifilière APOLLO3®. L'évolution des supercalculateurs vers des architectures hétérogènes et la nécessité de réaliser des calculs de plus en plus précis imposent de faire évoluer le code TRIPOLI-4 vers une nouvelle structure interne massivement parallèle. En 2021, le plan de développement du nouveau code de Monte Carlo (TRIPOLI-5) en constituait une étape importante. Le contenu de ce plan de développement a été partagé avec les partenaires industriels et avec l'IRSN.

### Assainissement-démantèlement (106,3 M€)

La subvention pour charges de services public participe au financement des coûts de support nécessaires à l'activité d'assainissement-démantèlement des installations nucléaires du CEA et à la R&D associée.

### CENALT (1 M€)

Le CEA héberge un centre d'alerte (CENALT), à Bruyères-le-Châtel, qui surveille les séismes et analyse les risques de tsunamis en Méditerranée occidentale et dans l'Atlantique Nord-Est, afin d'alerter la Sécurité civile en cas d'événement critique.

## ACTION

### 17 – Recherche dans le domaine des nouvelles technologies de l'énergie

Action / Sous-action	Autorisations d'engagement			Crédits de paiement		
	Titre 2	Autres titres	Total	Titre 2	Autres titres	Total
<i>Prévision LFI y.c. FdC et AdP</i>						
<i>Réalisation</i>						
<b>17 – Recherche dans le domaine des nouvelles technologies de l'énergie</b>		<b>173 335 096</b>	<b>173 335 096</b>		<b>173 335 096</b>	<b>173 335 096</b>
		<b>171 152 902</b>	<b>171 152 902</b>		<b>171 152 902</b>	<b>171 152 902</b>
17.01 – Soutien aux nouvelles technologies de l'énergie (CEA)		51 000 000	<b>51 000 000</b>		51 000 000	<b>51 000 000</b>
		51 000 000	<b>51 000 000</b>		51 000 000	<b>51 000 000</b>
17.02 – Soutien aux nouvelles technologies de l'énergie (IFPEN)		122 335 096	<b>122 335 096</b>		122 335 096	<b>122 335 096</b>
		120 152 902	<b>120 152 902</b>		120 152 902	<b>120 152 902</b>

L'action 17 Recherche dans le domaine des nouvelles technologies de l'énergie est suivie par la direction générale de l'énergie et du climat (DGEC). Elle retrace les crédits du programme concourant à la couverture des actions de recherche menées par le CEA et par l'IFPEN pour les nouvelles technologies de l'énergie.

## ÉLÉMENTS DE LA DÉPENSE PAR NATURE

Titre et catégorie	Autorisations d'engagement		Crédits de paiement	
	Prévision LFI y.c. FdC et AdP	Réalisation	Prévision LFI y.c. FdC et AdP	Réalisation
Titre 3 : Dépenses de fonctionnement	173 335 096	171 152 902	173 335 096	171 152 902
Subventions pour charges de service public	173 335 096	171 152 902	173 335 096	171 152 902
17.01 – Soutien aux nouvelles technologies de l'énergie (CEA)	51 000 000	51 000 000	51 000 000	51 000 000
17.02 – Soutien aux nouvelles technologies de l'énergie (IFPEN)	122 335 096	120 152 902	122 335 096	120 152 902
<b>Total</b>	<b>173 335 096</b>	<b>171 152 902</b>	<b>173 335 096</b>	<b>171 152 902</b>

## SOUS-ACTION

## 17.01 – Soutien aux nouvelles technologies de l'énergie (CEA)

Le CEA se positionne comme un accélérateur de la transition énergétique et soutient une approche intégrée du système énergétique de demain qui s'appuie sur les modes de production (énergie nucléaire et énergies renouvelables), leurs interactions au sein du réseau (stockage, pilotage, conversion). Il développe des briques technologiques du système énergétique, en concentrant ses efforts sur des composants clés, pour les besoins nationaux et européens, à court et moyen terme, tout en explorant certaines pistes de plus long terme.

Le CEA apporte une valeur ajoutée à la fois en matière de production d'électricité d'origine solaire, de stockage de l'électricité, de composantes du mix énergétique comme le vecteur hydrogène ou le rôle des réseaux afin de tendre vers l'équilibre entre production et consommation, ainsi que les travaux contribuant à réduire la consommation dans les domaines du transport, du bâtiment et de l'industrie.

Par rapport aux exercices précédents et à la prévision en LFI, le CEA a dû réarticuler les dépenses affectées aux actions 16 et 17 en augmentant les dépenses liées à l'action 17 par prélèvement sur l'action 16.

**Production photovoltaïque (17,8 M€)**

Le CEA se positionne sur l'ensemble de la chaîne de la valeur, du matériau à l'intégration dans les systèmes, en préparant les nouveaux systèmes de production photovoltaïque, à très haute performance, offrant des capacités d'intégration accrue et de service au réseau.

En 2021, le CEA a poursuivi les travaux de conception et de fabrication d'un module hétérojonction, à base de demi-cellules à interconnexion innovante de forte puissance (>500 W). En parallèle, les développements sur la technologie tandem pérovskite/silicium à hétérojonction menées avec l'IPVF (pérovskite) d'une part et EGP (hétérojonction) d'autre part, permettent au CEA de se situer au meilleur niveau mondial en efficacité de conversion et en surface active. Par ailleurs, un accord de collaboration a été signé avec Airbus dans l'objectif de remplacer les modules intégrant des cellules multi jonctions III/V utilisés dans les satellites par des modules silicium hautes performances.

Le CEA a également renforcé son positionnement sur le recyclage des panneaux PV, principalement en développant des technologies permettant de désassembler les modules. Il s'implique également sur l'analyse de cycle de vie et a publié les premiers résultats pour l'étude des modules photovoltaïques utilisant des cellules tandem pérovskite/silicium hétérojonction.

**Stockage (15,0 M€)**

Le CEA contribue au développement de technologies de stockage d'énergie pour le transport, la mobilité et le stationnaire, afin d'augmenter la densité d'énergie embarquée. Ces travaux s'appuient sur la chimie des matériaux, la modélisation multi-physique et multi-échelle, la réalisation des composants et leur intégration dans des systèmes fonctionnels. Ils visent à faire émerger des technologies de rupture, permettant d'aller au-delà des performances des dispositifs actuels, en répondant aux enjeux de réduction ou de substitution de métaux critiques ou nocifs pour l'environnement et la santé.



**Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables**

Programme n° 190 | Justification au premier euro

Dans le domaine des batteries lithium-ion, les efforts du CEA portent sur le haut niveau de fiabilité et de sûreté, et les batteries gélifiées ou tout solide. Dans le cadre de la stratégie de reconquête industrielle et des projets de construction de gigafactory en Europe, le CEA travaille en étroite collaboration avec Saft sur des batteries Li-ion de 3e génération plus sûres et durables.

Le CEA a poursuivi, en 2021, le développement de procédés avec un minimum de solvant pour la réalisation des composants à base d'électrolytes hybrides polymères ainsi que le développement d'un outil d'aide à la décision sur les architectures de systèmes hybrides batteries-PEM (chimie, conception, taux d'hybridation).

Afin d'améliorer les performances des systèmes de batteries, le CEA mène des développements sur des capteurs à bas coûts intégrés dans des modules et packs voire cellules afin d'avoir une meilleure connaissance de l'état des batteries et pouvoir effectuer des actions préventives ou correctives. En parallèle, de nouveaux moyens de tests abusifs ont été mis en œuvre, accompagnés d'analyses fines permettant de comprendre les mécanismes de dégradation des batteries dans des conditions incidentelles ou accidentelles, et donc de pouvoir s'en prémunir.

**Vecteur hydrogène (14,3 M€)**

L'hydrogène est un vecteur énergétique (production, stockage et conversion) qui permet d'intégrer les énergies renouvelables dans un mix énergétique et de décarboner l'industrie et le transport. L'objectif est de faire émerger une filière nationale associant les grands groupes français et des équipementiers.

Concernant la production d'hydrogène, la R&D se concentre sur l'électrolyse en phase vapeur à haute température (EHT) qui présente l'avantage de pouvoir fonctionner de manière réversible (production-conversion). La co-entreprise Genvia a été créée en mars 2021 entre le CEA, Schlumberger, Vinci Vicat et l'AREC Occitanie avec comme ambition de commercialiser la technologie EHT à l'horizon 2030.

Dans le domaine des piles à combustible (PEMFC), le CEA poursuit son accompagnement des industriels (Faurecia, Symbio) en travaillant sur la fiabilisation et le coût des piles pour différents domaines applicatifs. L'effort est mis sur le développement de catalyseurs avec peu voire pas de platinoïdes et sur l'allongement de la durée de vie.

**Gestion de l'énergie : réseaux et efficacité énergétique (7,2 M€)**

Les réseaux électriques sont abordés à travers une approche système (production, stockage, réseaux), reposant sur la pluralité des sources (nucléaire, thermique, solaire...), en privilégiant les démonstrateurs à l'échelle de mini-réseaux de quartiers ou en sites isolés.

Le CEA a développé des outils numériques permettant de dimensionner et d'optimiser le pilotage des réseaux énergétiques (électricité, chaleur, froid, gaz) et leur couplage, qui seront à terme regroupés dans une plateforme de simulation multi-vecteur du composant au système intégrant les méthodes et outils de simulation du CEA comme les approches multi-échelles. La première phase de la plateforme technologique réseaux intelligents (smart grid) à l'échelle du MW intégrant différents niveaux de tension a été mise en place sur le site de Chambéry.

Au cours de l'année 2021, le projet « MSE/Nice\_Meridia » a permis au CEA de réaliser un démonstrateur de stockage thermique haute performance à l'échelle d'un quartier. Ce projet comporte un réseau de chaleur et de froid utilisant une thermopompe couplée à de la géothermie et alimentée en partie par des panneaux solaires photovoltaïques.

**SOUS-ACTION****17.02 – Soutien aux nouvelles technologies de l'énergie (IFPEN)**

Les actions d'IFPEN dans le domaine des nouvelles technologies de l'énergie s'articulent autour des axes de son COP 2021-2023, à savoir : la recherche et l'innovation selon les priorités stratégiques « Climat, Environnement et Economie circulaire », « Energies renouvelables » et « Mobilité durable », la recherche fondamentale transverse, ainsi que la formation diplômante et le soutien à la compétitivité des entreprises innovantes de taille modeste. IFPEN est institut Carnot pour ses activités « Transports Energie » et « Ressources Energétiques ».

Les crédits alloués pour 2021, soit 120,2 M€, ont participé au financement des activités suivantes :

**Recherche et innovation dans le domaine du Climat, de l'Environnement et de l'Economie circulaire****Captage, stockage et utilisation du CO2 (CCUS)**

Les travaux d'IFPEN dans le domaine du CCUS ont pris une ampleur nouvelle avec deux procédés de captage en phase de déploiement : le procédé par solvant démixant DMX™, pour lequel un pilote a été livré sur le site

d'ArcelorMittal à Dunkerque en fin d'année (projet européen 3D coordonné par IFPEN) et le procédé Cheers de combustion en boucle chimique (CLC), avec le lancement de la construction du pilote en Chine (projet européen Cheers). L'année 2021 a également vu le lancement du projet PilotSTRATEGY sur l'évaluation des capacités de stockage des aquifères salins profonds, piloté par le BRGM et auquel IFPEN contribue. Par ailleurs, IFPEN élabore pour les pouvoirs publics et les industriels des stratégies de déploiement, ainsi que des analyses de cycle de vie et des études d'impact.

#### Interactions climat, carbone, sols et eau

Les travaux se sont poursuivis selon trois axes : le suivi des stocks de carbone des sols et des éco-agro-systèmes avec le lancement du projet international VULCAR-FATE sélectionné par le Belmont-Forum, la quantification de la pollution par les microplastiques dans le sol avec le lancement des projets ANR e-DIP et Ademe Plastisol, et la sécurisation de l'accès à l'eau douce en quantité et qualité suffisantes à travers la gestion des ressources.

#### Qualité de l'air

L'année 2021 a été marquée par la mise à disposition de deux outils pour la qualité de l'air, l'analyseur mobile Real-eTM et la suite Flair. Développé avec la PME Capelec, Real-eTM permet de mesurer, en situation réelle et avec une grande fiabilité, les polluants à l'échappement des véhicules en circulation. L'offre Flair Suite est quant à elle dédiée à la mesure et à l'analyse des compositions de gaz pour la surveillance environnementale de sites industriels. Par ailleurs, l'application d'écomobilité pour les particuliers GecoairTM a été renforcée par une fonctionnalité qui permet d'anticiper les aléas climatiques, en partenariat avec Météo France.

#### Recyclage des matériaux

Les activités d'IFPEN portent principalement sur les différentes boucles de recyclage chimique des plastiques. L'année 2021 a été marquée par le développement, en partenariat avec Repsol et Axens, du procédé Rewind@Mix de purification des huiles de pyrolyse de déchets plastiques, permettant leur utilisation directe dans les usines pétrochimiques pour la production de plastiques recyclés. Les travaux de démonstration du procédé de recyclage chimique de PET par dépolymérisation Rewind@PET, menés en partenariat avec Jeplan et Axens, se sont poursuivis. Enfin, IFPEN a continué l'instruction de projets de développement de procédés de recyclage des métaux issus de catalyseurs usés et de batteries.

### **Recherche et innovation dans le domaine des Énergies renouvelables**

#### Biocarburants et bioproduits

Concernant la production de biogazole et biokérosène pour les transports routiers et aériens, l'année 2021 a vu la finalisation des tests sur les unités de démonstration de la technologie BioTfuel® avec les partenaires du consortium. Cette phase de démonstration a permis de valider, de mettre au point et d'optimiser la chaîne de procédés à l'échelle semi-industrielle sur plusieurs types de biomasses non alimentaires. IFPEN investit également la chimie biosourcée, avec le développement de procédés permettant la production d'intermédiaires chimiques pour la fabrication de plastiques ou de caoutchouc issus de ressources végétales. Dans le cadre du projet Ademe BioButterfly mené en collaboration avec Axens et Michelin, les travaux menés sur les catalyseurs et le procédé ont conduit à des avancées notables, et la construction du démonstrateur préindustriel sur le site de Bassens a été finalisée. Il permettra de valider le fonctionnement de cette technologie de production de biobutadiène à partir d'éthanol biosourcé.

#### Production d'énergie en milieu marin

Les travaux d'IFPEN visent à proposer des solutions technologiques dans les domaines de l'éolien offshore et de l'énergie des vagues et de la houle. Dans le cadre du partenariat avec Leosphere, IFPEN a finalisé en 2021 la mise en œuvre industrielle de la solution logicielle embarquée WiSE WindField, qui reconstitue le champ de vent incident à partir des données d'un Lidar placé sur une éolienne. Le projet de développement d'un jumeau numérique d'une ferme d'éoliennes a débouché quant à lui sur la mise au point d'un nouvel outil, Wind Avatar, à la suite de tests sur données réelles définis avec les partenaires Engie Green et Engie Digital. Par ailleurs, dans le domaine du contrôle des systèmes houlomoteurs, une étude pour la société Carnegie Clean Energy a été lancée.

#### Systèmes de stockage et gestion de l'énergie

Concernant le stockage stationnaire d'énergie électrique, les travaux portent sur les fortes puissances et capacités, et la compréhension des mécanismes de vieillissement et d'emballement thermique, pour les technologies existantes à



**Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables**

Programme n° 190 | Justification au premier euro

électrolyte liquide et futures de type tout-solide. Un accord-cadre a été signé avec Arkema sur la synthèse d'électrolytes hybrides pour les batteries Li-ion tout-solide. Un prototype de système de gestion de l'énergie intégrant la recharge pilotée de véhicules électriques a également été réalisé avec la PME BEOGA. Enfin, le projet Ademe TranZAE, porté par le CSTB et dont IFPEN est partenaire, a été lancé en 2021. Il concerne la décarbonation et la revitalisation des ZAE (bureaux, commerces, PME) de France, en produisant de l'énergie renouvelable dans le cadre de l'autoconsommation collective.

**Ressources et usage du sous-sol pour la transition énergétique**

En 2021, IFPEN a concentré ses efforts sur la géothermie, la modélisation des stockages souterrains, et la sécurité du transport et du stockage de l'hydrogène. L'initiative TELLUS Share a été lancée. Réunissant une communauté d'industriels du sous-sol et animée par IFPEN, son objectif est d'évaluer l'apport des technologies numériques (science des données, intelligence artificielle, réalité virtuelle, etc.) aux problématiques du sous-sol. Un accord-cadre de partenariat avec l'Institut de la corrosion a par ailleurs été signé, dont l'objectif est de réaliser des études concernant l'impact de la corrosion sur les installations liées au captage et transport de CO<sub>2</sub> ou d'hydrogène, à la géothermie et à la transformation de la biomasse.

**Recherche et innovation dans le domaine de la Mobilité durable****Mobilité électrifiée**

IFPEN a développé et homologué, en collaboration avec la PME française EREM et Punch Powertrain France, un moteur haute tension pour des applications automobiles de retrofit électrique. Un moteur basse tension destiné à des petits véhicules électriques a également été mis au point. Par ailleurs, dans le cadre du projet européen RefreeDrive finalisé en 2021, IFPEN a développé deux machines électriques sans terres rares (200 et 75 kW) et un onduleur avec des composants à base de carbure de silicium. Dans le domaine des batteries, la campagne d'essais lancée fin 2020 par le consortium expérimental COMUTES<sup>2</sup>, créé sous l'impulsion d'IFPEN, s'est poursuivie. Cette campagne de vieillissement accéléré est dédiée à l'impact des températures froides sur la durabilité des batteries Li-ion. En parallèle, le développement de modèles électrochimiques et d'outils de simulation pour les futures technologies de batteries a avancé dans le cadre du projet européen MODALIS<sup>2</sup> porté par IFPEN. Sur la mobilité hydrogène, IFPEN participe au projet ECH2 lancé en 2021 et porté par la société Vitesco Technologies. ECH2 vise à améliorer l'électronique de contrôle des véhicules à pile à combustible à hydrogène, à réduire leur coût et à augmenter leur durée de vie. En outre, un nouveau banc d'essai de systèmes piles à combustible d'une puissance de 210 kW a été mis en service sur le site de Lyon.

**Mobilité connectée**

IFPEN a mis à disposition de ses partenaires sur la plateforme [mobicloud.ifpen.fr](https://mobicloud.ifpen.fr) une trentaine de webservices permettant de rendre accessibles les données de mobilité, ainsi qu'un ensemble d'algorithmes et d'outils digitaux relatifs à la qualité de l'air et la mobilité connectée. En parallèle, IFPEN a porté avec Inria et le Cerema l'élaboration d'un Mobility Data Hub, plateforme nationale visant à doter les acteurs d'outils communs pour mutualiser les données, analyser et anticiper la mobilité des personnes et des biens. Enfin, IFPEN et Paris Ouest La Défense sont partenaires dans le cadre du projet TIGA Île-de-France « Construire au futur, habiter au futur » afin de mieux comprendre et anticiper la mobilité sur le territoire liée au travail. IFPEN construira ses analyses sur la base de données issues notamment de son application d'écomobilité GecoairTM.

**Mobilité à faible impact environnemental**

Des innovations concernant les systèmes de combustion et le contrôle de la boucle d'air ont été explorées, notamment dans le cadre du projet européen Phoenix. Démarré en 2021 et coordonné par IFPEN, ce projet a pour objectif d'améliorer le rendement et les émissions d'un véhicule hybride rechargeable. Par ailleurs, les travaux visant la mise au point d'une motorisation à hydrogène se sont poursuivis.

**Recherche fondamentale transverse**

Structurée autour de 9 verrous scientifiques transverses, l'activité de recherche fondamentale d'IFPEN porte sur la résolution de questionnements scientifiques ouverts, visant à anticiper les besoins d'innovation à long terme et à préparer le développement de nouveaux produits et procédés. Elle prend la forme principalement de travaux de thèses, mais aussi de projets de recherche, post-doctorats et partenariats. En 2021, IFPEN a poursuivi ses efforts pour favoriser la transversalité entre les verrous sur les thématiques des NTE et pour opérer le déploiement de la priorité stratégique Climat, Environnement et Economie circulaire au sein du programme de recherche fondamentale. On

retiendra également la signature d'un accord-cadre pour la recherche scientifique avec University College London. Enfin, IFPEN a poursuivi sa dynamique de participation aux appels à projets nationaux et européens. Neuf projets ont ainsi été retenus parmi les 33 propositions impliquant IFPEN qui ont été déposées en réponse à l'appel à projets générique 2021 de l'ANR.

### **Formation des acteurs de la transition écologique**

Cette activité est assurée par IFP School, école de l'innovation énergétique et de la mobilité durable. Afin de répondre à l'évolution des besoins de l'industrie et des attentes des étudiants, IFP School adapte en permanence ses méthodes pédagogiques et ses modules d'enseignement, et accorde une large part aux compétences et métiers de la transition écologique dans ses programmes. L'année 2021 a été marquée par l'élargissement du périmètre de l'Ecole devenue centre de formation d'apprentis (CFA), et la co-accréditation des masters orientés recherche, avec l'université Paris-Saclay pour deux d'entre eux et avec l'université de Lille pour le troisième. Le Lab e-nov, laboratoire des cultures digitales créé par IFP School, a poursuivi ses activités, de la diffusion des MOOCs sur la mobilité de demain et sur la transition énergétique à la réalisation de modules en réalité virtuelle, en passant par la création d'outils de visite virtuelle interactive de sites. On retiendra également la signature de conventions avec le CNRS et INRAE dans le cadre de la chaire d'enseignement et de recherche CarMa (Carbon Management and negative CO2 emissions technologies towards a low carbon future), ainsi que le démarrage de la chaire EleTher (Electrolyte Thermodynamics) portant sur l'utilisation des outils thermodynamiques pour améliorer l'efficacité des procédés de recyclage.

### **Soutien à la compétitivité des entreprises innovantes de taille modeste**

IFPEN mène une politique de soutien aux PME et start-up dans les domaines de la mobilité, de l'énergie et des éco-industries, avec l'objectif d'accélérer les projets d'innovation et de codévelopper de nouveaux produits et services. Ce soutien prend différentes formes : collaboration en matière de recherche et d'innovation, mise à disposition de compétences et de moyens techniques, aide à la valorisation industrielle, appui financier. IFPEN compte une dizaine de partenaires parmi les incubateurs et accélérateurs ayant une dimension nationale. En 2021, IFPEN a signé une nouvelle convention partenariale avec Bpifrance afin de soutenir la création et le développement de start-up technologiques. Grâce au développement des moyens de prospection digitale, plus de 450 entreprises ont pu être rencontrées et le nombre de contrats signés a plus que doublé par rapport aux années précédentes. Par ailleurs, dans le cadre de son dispositif d'essaimage, IFPEN a soutenu en 2021 la création par un salarié de la société TechKare™ qui propose des solutions d'aide au déplacement de charges lourdes en milieu hospitalier.

**Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables**

Programme n° 190 | Justification au premier euro

**Récapitulation des crédits et emplois alloués aux opérateurs de l'État**
**RÉCAPITULATION DES CRÉDITS ALLOUÉS PAR LE PROGRAMME AUX OPÉRATEURS**

Opérateur financé (Programme chef de file) Nature de la dépense	Réalisation 2020		Prévision LFI 2021		Réalisation 2021	
	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement
<b>ANSES - Agence nationale de sécurité sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et du travail (P206)</b>	<b>1 527 087</b>	<b>1 527 087</b>	<b>1 551 198</b>	<b>1 551 198</b>	<b>1 526 279</b>	<b>1 526 279</b>
Subventions pour charges de service public	1 527 087	1 527 087	1 551 198	1 551 198	1 526 279	1 526 279
<b>ENSTA Bretagne - Ecole nationale supérieure de techniques avancées Bretagne (P144)</b>						<b>53 500</b>
Transferts						53 500
<b>ISAE - Institut supérieur de l'aéronautique et de l'espace (P144)</b>		<b>13 677</b>				<b>226 751</b>
Transferts		13 677				226 751
<b>ONERA - Office national d'études et de recherches aérospatiales (P144)</b>	<b>8 977 800</b>	<b>15 216 415</b>			<b>68 303 500</b>	<b>63 511 545</b>
Transferts	8 977 800	15 216 415			68 303 500	63 511 545
<b>INERIS - Institut national de l'environnement industriel et des risques (P181)</b>	<b>6 267 515</b>	<b>6 325 417</b>	<b>6 373 110</b>	<b>6 373 110</b>	<b>6 267 828</b>	<b>6 335 328</b>
Subventions pour charges de service public	6 267 515	6 267 515	6 373 110	6 373 110	6 267 828	6 267 828
Transferts		57 902				67 500
<b>CEREMA - Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (P159)</b>						<b>3 375</b>
Transferts						3 375
<b>Universités et assimilés (P150)</b>	<b>86 120 785</b>	<b>86 835 741</b>	<b>87 204 815</b>	<b>87 204 815</b>	<b>97 445 403</b>	<b>88 167 261</b>
Subventions pour charges de service public	86 126 560	86 126 560	87 204 815	87 204 815	85 795 403	85 795 403
Transferts	-5 775	709 181			11 650 000	2 371 858
<b>Ecoles et formations d'ingénieurs (P150)</b>		<b>901 884</b>				<b>664 976</b>
Transferts		901 884				664 976
<b>Communautés d'universités et d'établissements (P150)</b>						<b>28 625</b>
Transferts						28 625
<b>CEA - Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (P172)</b>	<b>1 235 197 363</b>	<b>1 235 197 363</b>	<b>1 241 862 695</b>	<b>1 241 862 695</b>	<b>1 231 139 806</b>	<b>1 231 666 931</b>
Subventions pour charges de service public	1 235 197 363	1 235 197 363	1 241 862 695	1 241 862 695	1 231 139 806	1 231 139 806
Transferts						527 125
<b>CNRS - Centre national de la recherche scientifique (P172)</b>	<b>-77 239</b>	<b>487 641</b>				<b>446 929</b>
Transferts	-77 239	487 641				446 929
<b>IFPEN - IFP Energies Nouvelles (P190)</b>	<b>120 541 040</b>	<b>120 541 040</b>	<b>122 745 232</b>	<b>122 745 232</b>	<b>120 152 902</b>	<b>120 152 902</b>
Subventions pour charges de service public	120 541 040	120 541 040	122 745 232	122 745 232	120 152 902	120 152 902
<b>INRIA - Institut national de recherche en informatique et en automatique (P172)</b>						<b>45 375</b>
Transferts						45 375
<b>IRSN - Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (P190)</b>	<b>166 544 467</b>	<b>166 544 467</b>	<b>171 112 091</b>	<b>171 112 091</b>	<b>167 241 547</b>	<b>167 241 547</b>
Subventions pour charges de service public	166 544 467	166 544 467	171 112 091	171 112 091	167 241 547	167 241 547
<b>Groupe Mines Télécom (P192)</b>						<b>50 000</b>
Transferts						50 000
<b>ENAC - Ecole nationale de l'aviation civile (P613)</b>		<b>80 016</b>				<b>38 239</b>
Transferts		80 016				38 239

Opérateur financé (Programme chef de file) Nature de la dépense	Réalisation 2020		Prévision LFI 2021		Réalisation 2021	
	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement
<b>Total</b>	<b>1 625 098 818</b>	<b>1 633 670 748</b>	<b>1 630 849 141</b>	<b>1 630 849 141</b>	<b>1 692 077 265</b>	<b>1 680 159 564</b>
Total des subventions pour charges de service public	1 616 204 032	1 616 204 032	1 630 849 141	1 630 849 141	1 612 123 765	1 612 123 765
Total des transferts	8 894 786	17 466 716			79 953 500	68 035 799

## CONSOLIDATION DES EMPLOIS DES OPÉRATEURS DONT LE PROGRAMME EST CHEF DE FILE

### EMPLOIS EN FONCTION AU SEIN DES OPÉRATEURS DE L'ÉTAT

Opérateur	ETPT rémunérés par ce programme ou d'autres programmes	ETPT rémunérés par les opérateurs				ETPT rémunérés par d'autres collectivités	
		sous plafond *	hors plafond	dont contrats aidés	dont apprentis		
IFPEN - IFP Energies Nouvelles	Réalisation 2020	0	1 702	144	0	0	9
	Prévision 2021	0	1 711	60	0	0	0
	Réalisation 2021	0	1 637	71	0	30	8
IRSN - Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire	Réalisation 2020	0	1 648	88	0	47	0
	Prévision 2021	0	1 640	105	0	46	0
	Réalisation 2021	0	1 627	98	0	45	0
<b>Total</b>		<b>0</b>	<b>3 350</b>	<b>232</b>	<b>0</b>	<b>47</b>	<b>9</b>
		<b>0</b>	<b>3 351</b>	<b>165</b>	<b>0</b>	<b>46</b>	<b>0</b>
		<b>0</b>	<b>3 264</b>	<b>169</b>	<b>0</b>	<b>75</b>	<b>8</b>

\* Les emplois sous plafond 2021 font référence aux plafonds des autorisations d'emplois votés en loi de finances initiale 2021 ou, le cas échéant, en lois de finances rectificatives 2021.

Pour 2021, on note une baisse conséquente de l'effectif sous plafond d'IFPEN. Afin de tenir compte du contexte économique dégradé, conséquence de la crise sanitaire, ainsi que des incertitudes budgétaires, IFPEN a fait le choix d'un plan de recrutement mesuré et priorisé pour les contrats CDI et d'une régulation forte des CDD. La baisse des effectifs sous plafond est donc la conséquence directe des flux de départs naturels non compensés par des embauches.

L'effectif hors plafond d'IFPEN est lui aussi en baisse pour la seconde année consécutive, après une augmentation régulière depuis 2017. Cette baisse est la conséquence :

- d'une limitation du volume de stagiaires liée à la crise sanitaire et aux difficultés d'accueil dans un contexte de télétravail accru ;
- de la diminution des CDD autofinancés en lien direct avec un environnement économique très dégradé par le contexte sanitaire.

Cette sous-réalisation des effectifs est donc une particularité de la période 2020-2021 fortement liée à la crise sanitaire et de ce fait non pérenne.

En ce qui concerne l'IRSN, le niveau des effectifs sous plafond, de 1 627 ETPT (-13 ETPT par rapport au plafond des autorisations d'emplois, -21 ETPT par rapport à l'exécution 2020) est le résultat d'un gel des embauches début 2021, décidé à la suite d'une position trop élevée atteinte fin 2020 (baisse rapide du turnover lors de la crise COVID), et des départs à la retraite dans le cadre du plan de renouvellement et de transmission des compétences. Le niveau des effectifs hors plafond (-7 par rapport aux autorisations d'emplois) est notamment lié à une limitation des activités de prestations à l'international, dont la reprise est progressive après la crise COVID.

## Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables

Programme n° 190 | Justification au premier euro

### SCHÉMA D'EMPLOIS ET PLAFOND DES AUTORISATIONS D'EMPLOIS DES OPÉRATEURS DE L'ÉTAT

	Prévision ETPT	Réalisation ETPT
<b>Emplois sous plafond 2021 *</b>	<b>3 351</b>	<b>3 264</b>

\* Ces emplois sous plafond font référence aux plafonds des autorisations d'emplois votés en loi de finances initiale 2021 ou, le cas échéant, en lois de finances rectificatives 2021.

	Prévision ETP	Réalisation ETP
Schéma d'emplois 2021 en ETP	-18	-144

Le schéma d'emploi de -144 ETP sur le programme reflète l'évolution de -86 ETPT des emplois au total pour les opérateurs du programme sur l'année.

Dans le contexte Covid, le schéma d'emploi réalisé en 2021, très en-deçà de la prévision, est la conséquence directe d'un plan de recrutement mesuré et priorisé des embauches en CDI et d'une régulation forte des CDD par IFPEN, menant à la baisse des effectifs sous plafond par un flux de départs naturels non compensés par des embauches.

Concernant l'IRSN, le niveau des autorisations d'emplois a baissé de -5 ETPT entre 2020 et 2021, liés pour -3 ETPT à une mesure de réduction au niveau du programme et pour -2 ETPT à un transfert vers le plafond d'emploi de l'ASN. Entre 2021 et 2022, le schéma d'emploi est de +1 ETP.

### FISCALITÉ AFFECTÉE AUX OPÉRATEURS DONT LE PROGRAMME EST CHEF DE FILE

Intitulé de l'opérateur	Compte financier 2020	Budget initial 2021	Compte financier 2021
IFPEN - IFP Energies Nouvelles	0	0	0
IRSN - Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire	62 158 000	61 370 000	61 377 750
<b>Total</b>	<b>62 158 000</b>	<b>61 370 000</b>	<b>61 377 750</b>



## Opérateurs

### OPÉRATEUR

IFPEN - IFP Energies Nouvelles

#### ANALYSE DE L'ACTIVITÉ ET DES RÉSULTATS DE L'OPÉRATEUR

IFPEN concentre ses efforts sur l'apport de solutions aux défis sociétaux et industriels de l'énergie et du climat, au service de la transition écologique. Ses programmes de recherche et d'innovation ont pour objectif de lever des verrous scientifiques et technologiques afin de déboucher sur des innovations valorisables par l'industrie. Ses travaux sont menés en collaboration étroite avec des partenaires industriels et académiques nationaux, européens et internationaux. En outre, les activités « Transports Energie » et « Ressources Energétiques » d'IFPEN bénéficient du label « Institut Carnot ».

Les domaines d'activité NTE sont structurés autour de trois priorités stratégiques, conformément au nouveau contrat d'objectifs et de performance 2021-2023 :

- Climat, Environnement et Economie circulaire : réduire l'impact des activités humaines et industrielles sur le climat et l'environnement. Cette priorité stratégique a été ouverte en 2021 pour développer de nouvelles technologies dans les domaines du recyclage des plastiques, de la qualité de l'air, des interactions sous-sol – climat, ou encore du captage et du stockage du CO<sub>2</sub> ;
- Energies renouvelables : produire, à partir de sources renouvelables, de l'énergie, des carburants et des intermédiaires chimiques ;
- Mobilité durable : développer des solutions pour des transports efficaces et à faible impact environnemental.

Les activités d'IFPEN dans le domaine des hydrocarbures responsables, intégralement autofinancées, ont pour objectif de contribuer à l'indispensable transformation de ce secteur industriel vers un modèle à faible empreinte carbone et aux impacts limités sur l'environnement.

La recherche fondamentale d'IFPEN vise à produire un socle transverse de connaissances nouvelles, de concepts et méthodologies, support au développement des innovations de demain.

Partie intégrante d'IFPEN, IFP School, son école d'ingénieurs, propose à de jeunes diplômés des formations de niveau master pour les métiers des domaines de l'énergie, de l'automobile et de l'environnement.

IFPEN contribue à la création de richesse et d'emplois en soutenant la compétitivité des acteurs industriels et en favorisant le développement économique des filières liées aux secteurs de la mobilité, de l'énergie et des éco-industries. La mise sur le marché de ses innovations se fait au travers de partenariats étroits avec des industriels et via les filiales de son groupe. Par ailleurs, IFPEN accompagne le développement de start-up et PME dans le cadre d'accords de collaboration leur permettant de bénéficier de son savoir-faire technique et juridique.

#### FINANCEMENT APPORTÉ À L'OPÉRATEUR PAR LE BUDGET DE L'ÉTAT

(en milliers d'euros)

Programme intéressé Nature de la dépense	Réalisation 2020		Prévision LFI 2021		Réalisation 2021	
	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement
<b>P185 – Diplomatie culturelle et d'influence</b>		15				
Transferts		15				

(en milliers d'euros)

Programme intéressé Nature de la dépense	Réalisation 2020		Prévision LFI 2021		Réalisation 2021	
	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement
<b>P362 – Écologie</b>					<b>8 029</b>	<b>833</b>
Dotations en fonds propres					8 029	833
<b>P190 – Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables</b>	<b>120 541</b>	<b>120 541</b>	<b>122 745</b>	<b>122 745</b>	<b>120 153</b>	<b>120 153</b>
Subventions pour charges de service public	120 541	120 541	122 745	122 745	120 153	120 153
Transferts						
<b>P192 – Recherche et enseignement supérieur en matière économique et industrielle</b>						
Transferts						
<b>Total</b>	<b>120 541</b>	<b>120 556</b>	<b>122 745</b>	<b>122 745</b>	<b>128 182</b>	<b>120 986</b>

Dans le PLF 2021, la dotation brute était de 122,7 M€ avec une réserve de 2,1 M€, soit une dotation nette de 120,6 M€. Une annulation de crédit de 0,4 M€ a été notifiée, soit une dotation nette de gel de 120,2 M€.

L'IFPEN a reçu du P362 une aide venant en complément au titre du plan de relance immobilier.

## COMPTE FINANCIER 2021

### Avertissement

Le compte financier de l'opérateur n'a pas pu être voté par son Conseil d'Administration avant la date de rédaction du présent RAP. Les données sont donc provisoires. Le compte financier de l'opérateur n'a pas été certifié par un commissaire aux comptes.

## COMPTE DE RÉSULTAT

(en milliers d'euros)

Charges	Budget initial 2021	Compte financier 2021 *	Produits	Budget initial 2021	Compte financier 2021 *
Personnel	146 034	144 944	Subventions de l'État	120 603	120 153
<i>dont contributions employeur au CAS pensions</i>			– subventions pour charges de service public	120 603	120 153
			– crédits d'intervention( transfert)		
Fonctionnement autre que les charges de personnel	131 996	139 408	Fiscalité affectée		
Intervention (le cas échéant)			Autres subventions	11 548	11 210
Total des charges non décaissables sur le fonctionnement et/ou l'intervention	34 586	46 294	Revenus d'activité et autres produits	130 180	139 174
<i>dont dotations aux amortissements, dépréciations et provisions</i>	34 586	-31 833	<i>dont reprises sur amortissements, dépréciations et provisions</i>		
<i>dont valeur nette comptable des éléments d'actif cédés</i>		78 127	<i>dont produits de cession d'éléments d'actif</i>		
			<i>dont quote-part reprise au résultat des financements rattachés à des actifs</i>	1 280	1 304
<b>Total des charges</b>	<b>278 030</b>	<b>284 352</b>	<b>Total des produits</b>	<b>262 331</b>	<b>270 537</b>
Résultat : bénéfice			Résultat : perte	15 699	13 815
Total : équilibre du CR	278 030	284 352	Total : équilibre du CR	278 030	284 352

\* Soumis à certification du commissaire aux comptes



## Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables

Programme n° 190 | Opérateurs

### ÉVOLUTION DE LA SITUATION PATRIMONIALE

(en milliers d'euros)

Emplois	Budget initial 2021	Compte financier 2021 *	Ressources	Budget initial 2021	Compte financier 2021 *
Insuffisance d'autofinancement			Capacité d'autofinancement	17 607	31 175
Investissements	19 737	33 747	Financement de l'actif par l'État		
			Financement de l'actif par les tiers autres que l'État		30 711
			Autres ressources	409	545
Remboursement des dettes financières	2 536	2 491	Augmentation des dettes financières		
<b>Total des emplois</b>	<b>22 273</b>	<b>36 238</b>	<b>Total des ressources</b>	<b>18 016</b>	<b>62 431</b>
Augmentation du fonds de roulement		26 193	Diminution du fonds de roulement	4 257	

\* Soumis à certification du commissaire aux comptes

Le compte de résultat peut être décomposé selon les éléments suivants :

- une SCSP de 120,2 M€ ;
- les autres subventions (11,9 M€) sont issues principalement de l'Union européenne (2,7 M€), de l'ANR CARNOT (2,8 M€), de l'ANR (0,5 M€) et de l'Ademe (1,7 M€) ;
- les autres produits sont constitués à hauteur de 139 M€ par des ressources propres, en particulier par des redevances (43,3 M€), prestations et recherches collaboratives (39,4 M€), dividendes (46,6 M€), production immobilisée (5 M€), quote-part de subvention d'investissement (2,1 M€) et produits exceptionnels (2,7 M€) ;
- les dépenses de personnel correspondent à la masse salariale, charges sociales incluses, pour un montant de 144,9 M€. Le nombre d'ETPT rémunérés en 2021 est de 1 732 ETPT ;
- les dépenses de fonctionnement correspondent principalement aux frais de fonctionnement directement imputés sur projets, aux frais de personnel détaché, au Plan d'épargne Groupe, à la taxe sur les salaires et à la contribution économique territoriale, aux charges externes à immobiliser, aux dotations nettes aux provisions et aux amortissements.

Elles intègrent également dans le compte de résultat ci-dessus les autres charges (financières, exceptionnelles, d'intéressement, d'impôt sur les sociétés et de moins-value de cessions d'actifs). Au global, les charges de fonctionnement sont de 138,1 M€.

En clôture 2021, le montant total des charges est de 284 M€ et celui des produits de 271 M€ : le compte de résultat fait ainsi apparaître un déficit de -13,8 M€. L'écart de -14,1 M€ résulte principalement de l'impact du produit de cession des titres TechnipFMC à Axens.

### TRÉSORERIE

(en milliers d'euros)

Compte financier 2020	Budget initial 2021	Compte financier 2021
22 900	22 000	17 400

La forte baisse des redevances entre 2020 et 2021 impacte défavorablement la trésorerie de fin d'exercice.

### DÉPENSES PAR DESTINATION

(en milliers d'euros)

Destination	Personnel	Fonctionnement	Intervention	Investissement	Total
<i>Budget initial</i>					
<i>Compte financier *</i>					
1 - Climat, environnement, énergie circulaire	15 117	7 101	0	0	22 218
	16 651	7 766	0	0	24 417

(en milliers d'euros)

Destination <i>Budget initial</i> Compte financier *	Personnel	Fonctionnement	Intervention	Investissement	Total
	27 062	16 262	0	0	43 324
	30 439	18 149	0	0	48 588
3 - Mobilité durable	18 080	11 764	0	0	29 844
	17 331	10 940	0	0	28 271
4 - Recherche fondamentale transverse	23 448	11 597	0	0	35 045
	24 951	11 581	0	0	36 532
5 - Incubateur et PME-PMI	4 386	1 880	0	0	6 266
	2 998	1 265	0	0	4 263
6 - Formations (IFP School)	8 964	6 640	0	0	15 604
	8 701	5 993	0	0	14 694
7 - Activités hydrocarbures	45 728	27 787	0	0	73 515
	40 788	24 870	0	0	65 658
8 - Activités transverses et autres dépenses	3 250	14 378	0	22 273	39 901
	3 086	12 549	0	20 974	36 609
<b>Total</b>	<b>146 035</b>	<b>97 409</b>	<b>0</b>	<b>22 273</b>	<b>265 717</b>
	<b>144 945</b>	<b>93 113</b>	<b>0</b>	<b>20 974</b>	<b>259 032</b>

\* Soumis à certification du commissaire aux comptes

## CONSOLIDATION DES EMPLOIS DE L'OPÉRATEUR

	Réalisation 2020 (1)	Prévision 2021 (2)	Réalisation 2021
<b>Emplois rémunérés par l'opérateur :</b>	<b>1 846</b>	<b>1 771</b>	<b>1 708</b>
– sous plafond	1 702	1 711	1 637
– hors plafond	144	60	71
<i>dont contrats aidés</i>			
<i>dont apprentis</i>			30
<b>Autres emplois en fonction dans l'opérateur :</b>			<b>8</b>
– rémunérés par l'État par ce programme			
– rémunérés par l'État par d'autres programmes			
– rémunérés par d'autres collectivités ou organismes			8

(1) La réalisation reprend la présentation du RAP 2020.

(2) La prévision fait référence aux plafonds des autorisations d'emplois votés en loi de finances initiale ou, le cas échéant, en lois de finances rectificatives 2021.

Pour 2021, on note une baisse conséquente de l'effectif sous plafond d'IFPEN. Afin de tenir compte du contexte économique dégradé, conséquence de la crise sanitaire, ainsi que des incertitudes budgétaires, IFPEN a fait le choix d'un plan de recrutement mesuré et priorisé pour les contrats CDI et d'une régulation forte des CDD. La baisse des effectifs sous plafond est donc la conséquence directe des flux de départs naturels non compensés par des embauches.

L'effectif hors plafond d'IFPEN est lui aussi en baisse pour la seconde année consécutive, après une augmentation régulière depuis 2017. Cette baisse est la conséquence :

- d'une limitation du volume de stagiaires liée à la crise sanitaire du COVID et aux difficultés d'accueil dans un contexte de télétravail accru ;
- de la diminution des CDD autofinancés en lien direct avec un environnement économique très dégradé par le contexte sanitaire.

Cette sous-réalisation des effectifs est donc une particularité de la période 2020-2021 fortement liée à la crise sanitaire et de ce fait non pérenne.

A noter que la prévision d'emplois rémunérés par l'Etat pour 2020 était une erreur d'imputation.

## Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables

Programme n° 190 | Opérateurs

### OPÉRATEUR

IRSN - Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire

#### ANALYSE DE L'ACTIVITÉ ET DES RÉSULTATS DE L'OPÉRATEUR

Des enjeux et des défis majeurs attendent l'Institut dans les années à venir, à la fois du fait de l'évolution du paysage électronucléaire en lien avec la transition énergétique, de l'usage croissant et diversifiés des rayonnements ionisants que ce soit dans le monde de la recherche ou du secteur médical, des attentes sociétales croissantes sur la compréhension des risques et d'accès à l'expertise.

En réponse à ces attentes et à ces enjeux, l'IRSN entend déployer, dans le cadre de son Contrat d'objectifs couvrant la période 2019-2023, son action autour des quatre axes stratégiques suivants :

- Maintenir une expertise de qualité, en apportant un appui opérationnel aux autorités et aux pouvoirs publics, en contribuant à l'élaboration et au déploiement des politiques publiques ainsi qu'à la promotion des approches françaises de sûreté et de radioprotection auprès des homologues étrangers et notamment au sein du réseau ETSO ;
- Déployer la stratégie scientifique et conduire une recherche de haut niveau, en favorisant l'émergence de partenariats, en valorisant les plateformes expérimentales de l'Institut, en renforçant les liens avec le secteur académique ;
- Inscrire dans la durée et développer la politique de transparence et d'ouverture à la société, en accompagnant la montée en compétence de la société civile, en contribuant à un dialogue régulier avec les parties prenantes et en considérant leurs attentes dans les orientations des travaux de recherche de l'Institut ;
- Adapter l'appui aux autorités et aux services de l'Etat pour faire face à l'évolution de la nature des situations de crise nucléaire ou radiologique, en développant une capacité de réponse vis-à-vis de situations d'urgence de type NRBC et en renforçant l'action menée dans le domaine du post-accidentel.

Par ailleurs, l'importance de la disponibilité opérationnelle du réacteur Cabri fait partie des défis de taille pour l'IRSN, ce qui présente des enjeux de nature technologique mais aussi de maîtrise des coûts et d'optimisation des relations contractuelles entre l'IRSN et le CEA afin de l'inciter, en tant qu'exploitant de CABRI, à une maîtrise renforcée du pilotage des travaux à conduire sur le réacteur.

#### FINANCEMENT APPORTÉ À L'OPÉRATEUR PAR LE BUDGET DE L'ÉTAT

(en milliers d'euros)

Programme intéressé Nature de la dépense	Réalisation 2020		Prévision LFI 2021		Réalisation 2021	
	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement
<b>P362 – Écologie</b>					<b>21 560</b>	<b>7 946</b>
Dotations en fonds propres					21 560	7 946
<b>P206 – Sécurité et qualité sanitaires de l'alimentation</b>	<b>130</b>	<b>130</b>				<b>26</b>
Subventions pour charges de service public		26				26
Transferts	130	104				
<b>P212 – Soutien de la politique de la défense</b>	<b>4 115</b>	<b>4 115</b>	<b>4 175</b>	<b>4 175</b>	<b>4 094</b>	<b>4 094</b>
Subventions pour charges de service public	4 115	4 115	4 175	4 175	4 094	4 094
<b>P172 – Recherches scientifiques et technologiques pluridisciplinaires</b>					<b>20</b>	<b>20</b>
Subventions pour charges de service public					20	20
<b>P190 – Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables</b>	<b>166 544</b>	<b>166 544</b>	<b>171 112</b>	<b>171 112</b>	<b>167 242</b>	<b>167 242</b>
Subventions pour charges de service public	166 544	166 544	171 112	171 112	167 242	167 242

(en milliers d'euros)

Programme intéressé Nature de la dépense	Réalisation 2020		Prévision LFI 2021		Réalisation 2021	
	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement
<b>P363 – Compétitivité</b>					<b>75</b>	<b>75</b>
Subventions pour charges de service public					75	75
<b>P349 – Fonds pour la transformation de l'action publique</b>	<b>570</b>	<b>240</b>			<b>1 000</b>	<b>635</b>
Transferts	570	240			1 000	635
<b>Total</b>	<b>171 359</b>	<b>171 029</b>	<b>175 287</b>	<b>175 287</b>	<b>193 991</b>	<b>180 038</b>

La subvention pour charge de service public allouée à l'IRSN au titre du Programme 190 s'élève à 167,2 M€ en 2021, en augmentation de +0,7 M€ par rapport à 2020. Cette évolution intègre notamment la compensation de la baisse de la taxe affectée évoquée ci-après (+1,2 M€).

L'IRSN bénéficie par ailleurs d'une taxe affectée versée par les exploitants d'installations nucléaires de base, plafonnée à 61,3 M€ en 2021, en baisse de 1,2 M€ par rapport à 2020.

La subvention pour charges de service public inscrite au P212 participe au financement des activités de l'Institut en matière de sûreté et de radioprotection des activités et installations de défense. Le montant alloué à l'IRSN en 2021 est stable par rapport à 2020, à 4,1 M€.

Cinq projets immobiliers ont été retenus dans le cadre du plan France relance, pour un financement global de 21,6 M€, dont 7,9 M€ ont été perçus au cours de l'exercice 2021 (Programme 362), ainsi qu'un projet numérique de catalogage des données, financé en 2021 à hauteur de 0,1 M€ (Programme 363).

Trois projets sont financés dans le cadre du fonds pour la transformation de l'action publique (Programme 349), Pirex (plateforme intégrée de retour d'expérience, pour l'expertise en sûreté) financé en 2020 pour 0,6 M€, puis SISERI, (modernisation de l'outil de surveillance radiologique des travailleurs), pour 1 M€ et CRITER (outil de centralisation des mesures dans l'environnement) pour 0,2 M€, financés en 2021.

Enfin la subvention de 0,1 M€ issue du programme 206 a pour objet le financement d'essais Inter-laboratoires d'aptitude, l'optimisation des méthodes d'analyse et la participation à leur normalisation.

## Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables

Programme n° 190 | Opérateurs

### COMPTE FINANCIER 2021

#### Avertissement

Le compte financier de l'opérateur a été certifié par un commissaire aux comptes.

### COMPTE DE RÉSULTAT

(en milliers d'euros)

Charges	Budget initial 2021	Compte financier 2021 *	Produits	Budget initial 2021	Compte financier 2021 *
Personnel <i>dont contributions employeur au CAS pensions</i>	151 221 405	146 528 463	Subventions de l'État <i>– subventions pour charges de service public – crédits d'intervention( transfert)</i>	171 896 171 896	171 336 171 336
Fonctionnement autre que les charges de personnel	143 722	159 130	Fiscalité affectée	61 370	61 378
Intervention (le cas échéant)			Autres subventions	2 461	3 824
Total des charges non décaissables sur le fonctionnement et/ou l'intervention <i>dont dotations aux amortissements, dépréciations et provisions dont valeur nette comptable des éléments d'actif cédés</i>	34 000 34 000	47 052 47 052	Revenus d'activité et autres produits <i>dont reprises sur amortissements, dépréciations et provisions dont produits de cession d'éléments d'actif dont quote-part reprise au résultat des financements rattachés à des actifs</i>	46 972 1 550 5 600	55 599 13 439 5 889
<b>Total des charges</b>	<b>294 943</b>	<b>305 657</b>	<b>Total des produits</b>	<b>282 699</b>	<b>292 136</b>
Résultat : bénéfice			Résultat : perte	12 244	13 522
Total : équilibre du CR	294 943	305 657	Total : équilibre du CR	294 943	305 657

\* Voté

### ÉVOLUTION DE LA SITUATION PATRIMONIALE

(en milliers d'euros)

Emplois	Budget initial 2021	Compte financier 2021 *	Ressources	Budget initial 2021	Compte financier 2021 *
Insuffisance d'autofinancement			Capacité d'autofinancement	14 606	14 201
Investissements	14 001	10 872	Financement de l'actif par l'État		8 545
			Financement de l'actif par les tiers autres que l'État		93
			Autres ressources	100	250
Remboursement des dettes financières	2 210	2 163	Augmentation des dettes financières		53
<b>Total des emplois</b>	<b>16 211</b>	<b>13 035</b>	<b>Total des ressources</b>	<b>14 706</b>	<b>23 143</b>
Augmentation du fonds de roulement		10 107	Diminution du fonds de roulement	1 505	

\* Voté

### Compte financier 2021

#### Résultat de l'exercice 2021

Le compte de résultat présente un déficit de -13,5 M€ au compte financier 2021, pour un déficit prévu en budget initial 2021 de -12,2 M€, soit un écart de **-1,3 M€**.

#### Charges

Le niveau des charges de l'exercice augmente de 10,8 M€ entre le BI et l'exécution, et intègre des évolutions entre enveloppes :

- L'enveloppe de personnel, prévue à hauteur de 151,2 M€, s'élève à 146,5 M€, soit un écart de -4,7 M€ qui s'explique notamment par un retraitement du budget à opérer (-7,3 M€ d'impôts et taxes sur rémunération à reclasser en fonctionnement), et par **une augmentation de +2,3 M€ des dépenses liées au plan de**

**transmission et de renouvellement des compétences.** Initialement prévu pour 1,4 M€ en 2021, les dépenses sont exécutées à hauteur de 3,7 M€ (recalage des échéances 2021-2024, et intégration des impacts CP/CET et mutuelles retraites dans le périmètre).

- Le montant des charges décaissables de l'enveloppe de fonctionnement, budgété à 109,7 M€, est réalisé à hauteur de 112,1 M€, soit un écart de +2,4 M€. L'écart s'explique principalement par le retraitement évoqué ci-dessus (+7,3 M€), et par une sous-exécution de -4,9 M€, correspondant à une baisse équivalente des recettes (cf produits).
- Les opérations non décaissables de l'exercice progressent de 13,1 M€ par rapport au BI, lié notamment à comptabilisation des dotations et reprises de provisions pour +11,2 / -12,9 M€ (cf produits), en lien avec la méthode de comptabilisation des CET/JRS/JRTT.

### Produits

Le niveau des produits de l'exercice augmente de +9,7 M€ entre le BI et l'exécution. Les principaux écarts sont synthétisés ci-dessous :

- les subventions diminuent de -0,6 M€, principalement du fait de la diminution de la subvention pour charges de service public entre PLF et LFI 2021. Les autres subventions augmentent de 1,4 M€.
- les produits encaissables baissent de - 4 M€ par rapport au BI, comparable à l'évolution des charges de fonctionnement décaissables. Les produits non encaissables (dont reprises de provisions évoquée ci-dessus) sont en excédent de +12,2 M€.

### Capacité d'autofinancement

La capacité d'autofinancement, prévue lors du BI 2021 à 14,6 M€, s'élève à 14,1 M€, soit **une variation -0,5 M€**. Cette évolution résulte principalement des dépenses de personnel non réalisées (décalage de l'application du plan de transmission et de renouvellement des compétences).

### Ressources

Les ressources, d'un montant global de 23,1 M€ comprenant la capacité d'autofinancement de 14,1 M€, sont par ailleurs constituées :

- d'une variation des capitaux propres de **+8,6 M€**, correspondant notamment aux **dotations en fonds propres** liées au plan de relance, et aux dotations de l'ANR rattachées à des immobilisations;
- des produits de cessions d'éléments d'actifs, pour +0,3 M€ ;
- des intérêts courus sur emprunts, pour +0,1 M€ ;

### Emplois

La ressource totale ainsi constituée est affectée aux emplois de 13,0 M€ qui sont composés :

- des acquisitions **d'immobilisations** pour 10,9 M€, **en retrait de 3,1 M€** par rapport au budget initial (décalage de réalisation du laboratoire LATAC) ;
- du remboursement des dettes financières, pour 2,2 M€, intégrant l'amortissement de l'emprunt contracté pour l'acquisition du bâtiment Triangle (0,7 M€), et l'amortissement lié aux loyers financiers dans le cadre du contrat de PPP concernant le financement du bâtiment 01 (1,5 M€), conformes au budget initial.

L'ensemble fait varier le fonds de roulement de +10 M€, contre la prévision de -1,5 M€ au BI. L'écart de **+11,5 M€** est principalement lié aux versements reçus et non encore dépensés au titre du plan de relance (+6,9 M€), et au décalage de réalisation du projet LATAC (+2,7 M€).

## TRÉSORERIE

(en milliers d'euros)

Compte financier 2020	Budget initial 2021	Compte financier 2021
43 493	29 373	44 566

## Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables

Programme n° 190 | Opérateurs

La trésorerie s'améliore de 1,1 M€ par rapport à fin 2020, et de 15,2 M€ par rapport au budget initial. L'écart par rapport au budget initial s'explique par une augmentation de 13,4 M€ du fonds de roulement par rapport au niveau prévu en BI 2021 (dont +11,5 M€ liés à l'exécution 2021 cf ci-dessus et +1,9 M€ liés à l'exécution 2020), et une baisse de -1,8 M€ du BFR.

### AUTORISATIONS BUDGÉTAIRES

(en milliers d'euros)

Dépenses	Budget initial 2021		Compte financier 2021 *	
	AE	CP	AE	CP
Personnel	151 221	151 221	153 716	153 716
Fonctionnement	120 538	108 962	124 782	107 024
Intervention	0	0	0	0
Investissement	16 840	15 505	34 286	14 362
<b>Total des dépenses AE (A) CP (B)</b>	<b>288 600</b>	<b>275 688</b>	<b>312 784</b>	<b>275 102</b>
dont contributions employeur au CAS pensions	405	405	463	463

\* Voté

(en milliers d'euros)

Recettes	Budget initial 2021	Compte financier 2021 *
<b>Recettes globalisées</b>	<b>272 687</b>	<b>269 960</b>
Subvention pour charges de service public	171 896	171 336
Autres financements de l'État	130	45
Fiscalité affectée	61 370	61 378
Autres financements publics	969	2 839
Recettes propres	38 322	34 362
<b>Recettes fléchées</b>	<b>1 362</b>	<b>9 752</b>
Financements de l'État fléchés	0	9 752
Autres financements publics fléchés	1 362	0
Recettes propres fléchées	0	0
<b>Total des recettes (C)</b>	<b>274 049</b>	<b>279 711</b>
<b>Solde budgétaire (excédent) (D1 = C - B)</b>	<b>0</b>	<b>4 609</b>
<b>Solde budgétaire (déficit) (D2 = B - C)</b>	<b>1 639</b>	<b>0</b>

\* Voté

### DÉPENSES PAR DESTINATION

(en milliers d'euros)

Destination	Personnel	Fonctionnement		Intervention		Investissement		Total	
	AE = CP	AE	CP	AE	CP	AE	CP	AE	CP
<i>Budget initial</i>									
<i>Compte financier *</i>									
001 - Sécurité radioprotection des installations	60 598 62 857	33 488 39 280	32 313 28 761	0 0	0 0	4 502 3 230	3 160 3 681	<b>98 588</b> <b>105 367</b>	<b>96 072</b> <b>95 299</b>
002 - Sécurité, non-prolifération	7 190 7 384	2 014 2 540	2 192 2 247	0 0	0 0	265 265	265 219	<b>9 469</b> <b>10 189</b>	<b>9 647</b> <b>9 850</b>
003 - Radioprotection homme environnement	34 781 36 151	20 515 19 893	19 877 19 340	0 0	0 0	8 214 6 648	3 803 3 783	<b>63 511</b> <b>62 692</b>	<b>58 461</b> <b>59 274</b>
004 - Crise et post-accidentel	4 581 4 931	2 624 2 573	2 625 2 912	0 0	0 0	396 5 074	3 811 756	<b>7 601</b> <b>12 578</b>	<b>11 016</b> <b>8 599</b>
005 - Transparence, ouv société, culture	3 735 4 382	3 125 2 144	3 209 2 414	0 0	0 0	11 11	11 10	<b>6 871</b> <b>6 537</b>	<b>6 955</b> <b>6 806</b>

(en milliers d'euros)

Destination <i>Budget initial</i> <i>Compte financier *</i>	Personnel	Fonctionnement		Intervention		Investissement		Total	
	AE = CP	AE	CP	AE	CP	AE	CP	AE	CP
sûreté									
006 - Stratégie, excellence scientif. et tech.	4 105 3 710	2 327 1 322	2 020 1 210	0 0	0 0	5 29	5 28	6 437 5 061	6 130 4 948
007 - Mises à disposition	4 050 4 295	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	4 050 4 295	4 050 4 295
CDC - Autre immobilier	2 921 2 355	17 728 24 768	18 428 17 676	0 0	0 0	346 273	346 349	20 995 27 396	21 695 20 380
CDC - Feusmétal	0 0	1 320 1 554	1 083 1 122	0 0	0 0	0 0	0 0	1 320 1 554	1 083 1 122
CDC - Fonctionnement et support	26 763 24 750	14 434 12 710	13 129 13 446	0 0	0 0	1 286 753	1 296 787	42 483 38 213	41 188 38 983
CDC - Informatique	2 496 2 571	22 721 17 438	12 511 15 879	0 0	0 0	765 948	360 1 391	25 982 20 957	15 367 19 841
CDC - Schéma directeur immobilier	0 330	243 560	1 576 2 017	0 0	0 0	1 050 17 055	2 448 3 358	1 293 17 945	4 024 5 705
<b>Total</b>	<b>151 221</b> <b>153 716</b>	<b>120 538</b> <b>124 782</b>	<b>108 962</b> <b>107 024</b>	<b>0</b> <b>0</b>	<b>0</b> <b>0</b>	<b>16 840</b> <b>34 286</b>	<b>15 505</b> <b>14 362</b>	<b>288 600</b> <b>312 784</b>	<b>275 688</b> <b>275 102</b>

\* Voté

## ÉQUILIBRE FINANCIER

(en milliers d'euros)

Besoins	Budget initial 2021	Compte financier 2021 *
<b>Solde budgétaire (déficit) (D2)</b>	<b>1 639</b>	<b>0</b>
Remboursements d'emprunts (capital), nouveaux prêts (capital), dépôts et cautionnements	0	666
Opérations au nom et pour le compte de tiers : besoins	0	21 146
Autres décaissements non budgétaires	0	21 925
<b>Sous-total des opérations ayant un impact négatif sur la trésorerie de l'organisme (1)</b>	<b>1 639</b>	<b>43 737</b>
<b>ABONDEMENT de la trésorerie = (2) - (1)</b>	<b>0</b>	<b>1 074</b>
Abondement de la trésorerie fléchée	0	4 303
Abondement de la trésorerie non fléchée	0	0
<b>Total des besoins</b>	<b>1 639</b>	<b>44 811</b>

\* Voté

(en milliers d'euros)

Financements	Budget initial 2021	Compte financier 2021 *
<b>Solde budgétaire (excédent) (D1)</b>	<b>0</b>	<b>4 609</b>
Nouveaux emprunts (capital), remboursements de prêts (capital), dépôts et cautionnements	0	0
Opérations au nom et pour le compte de tiers : financement	0	17 639
Autres encaissements non budgétaires	0	22 563
<b>Sous-total des opérations ayant un impact positif sur la trésorerie de l'organisme (2)</b>	<b>0</b>	<b>44 811</b>
<b>PRÉLÈVEMENT sur la trésorerie = (1) - (2)</b>	<b>1 639</b>	<b>0</b>
Prélèvement sur la trésorerie fléchée	0	0
Prélèvement sur la trésorerie non fléchée	1 639	3 229
<b>Total des financements</b>	<b>1 639</b>	<b>44 811</b>

\* Voté



**Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables**

Programme n° 190 | Opérateurs

**CONSOLIDATION DES EMPLOIS DE L'OPÉRATEUR**

	Réalisation 2020 (1)	Prévision 2021 (2)	Réalisation 2021
<b>Emplois rémunérés par l'opérateur :</b>	<b>1 736</b>	<b>1 745</b>	<b>1 725</b>
– sous plafond	1 648	1 640	1 627
– hors plafond	88	105	98
<i>dont contrats aidés</i>			
<i>dont apprentis</i>	47	46	45
<b>Autres emplois en fonction dans l'opérateur :</b>			
– rémunérés par l'État par ce programme			
– rémunérés par l'État par d'autres programmes			
– rémunérés par d'autres collectivités ou organismes			

(1) La réalisation reprend la présentation du RAP 2020.

(2) La prévision fait référence aux plafonds des autorisations d'emplois votés en loi de finances initiale ou, le cas échéant, en lois de finances rectificatives 2021.

La réalisation de 1 725 ETPT est en retrait de -20 ETPT par rapport au niveau des autorisations d'emplois de 1 745 ETPT et de -16 ETPT par rapport au budget initial de 1 741 ETPT. La sous exécution de -13 ETPT des emplois sous plafond s'explique d'une part par le gel des embauches décidé début 2021 à la suite d'une position trop élevée atteinte fin 2020 (baisse rapide du turnover lors de la crise COVID), et par les départs à la retraite dans le cadre du plan de renouvellement et de transmission des compétences. D'autre part, le niveau des emplois hors plafond (-7 par rapport aux autorisations d'emplois) est notamment lié à une limitation des activités de prestations à l'international, dont la reprise est progressive après la crise COVID.