

RAPPORT D'ÉVALUATION DE L'UNITÉ

Isas - Institut des sciences appliquées et de la simulation des énergies bas carbone

SOUS TUTELLE DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES :

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives – CEA

CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2024-2025
VAGUE E



Au nom du comité d'experts :

Benoît Gall, président du comité

Pour le Hcéres :

Coralie Chevallier, présidente

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

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

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

MEMBRES DU COMITÉ D'EXPERTS

Président :

M. Benoît Gall, Université de Strasbourg

M. Jean-Claude Angelique, Ensicaen, Caen (vice-président)

M. Pierre Brunet, CNRS Nancy (personnel d'appui à la recherche)

Mme Dominique Costa, Chimie ParisTech

M. Étienne Briere, EDF Palaiseau (vice-président)

M. Benoit Forget, Massachusetts Institute of Technology, États-Unis

Mme Lydia Laffont, Ensiacet – INP Toulouse

Experts :

Mme Cécile Langlade, Université de technologie de Belfort-Montbéliard – UTBM

Mme Christine Martin, CNRS Caen (vice-présidente)

M. Gilles Montavon, CNRS Nantes

M. Pablo Rubiolo, Grenoble INP

M. Alain Sellier, Université Paul Sabatier

M. Stéphane Zaleski, Sorbonne Université

REPRÉSENTANTS DU HCÉRES

Mme Corinne Champeaux

M. Lounès Tadriss

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

Mme Sophie Avril, CEA

Mme Héroïse Goutte, CEA

M. Stéphane Sarrade, CEA

CARACTÉRISATION DE L'UNITÉ

- Nom : Institut des Sciences Appliquées et de la Simulation des énergies bas carbone
- Acronyme : Isas
- Label et numéro : /
- Nombre de services : huit services
- Composition de l'équipe de direction : M. Philippe Prené

PANELS SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

Domaine scientifique principal :

- ST : Sciences et Technologies

Sous-domaines scientifiques par ordre décroissant d'importance :

- Panel 1
ST5 : Sciences pour l'ingénieur
- Panel 2
ST2 : Physique
- Panel 3
ST4 : Chimie
- Panel 4
ST1 : Mathématiques

THÉMATIQUES DE L'UNITÉ

L'Institut des Sciences Appliquées et de la Simulation pour les énergies bas carbone (CEA-Isas) a pour mission de développer une science prédictive dans les domaines des matériaux, de la physico-chimie, de la mécanique, de la thermo-hydraulique, de la neutronique et des sciences analytiques. S'appuyant sur le triptyque expérimentation – modélisation – simulation, l'Isas étudie le fonctionnement des systèmes et des composants dans leur environnement et leurs mécanismes d'évolution ou de vieillissement. Il développe de nombreux codes et plateformes logicielles en lien avec le calcul haute performance (HPC) et l'intelligence artificielle. Il déploie des méthodes numériques pour le couplage multi-échelle et multi-physique des codes.

Depuis 2020 et la création de la Direction des énergies (DES), l'Isas contribue au développement d'une approche intégrée de l'énergie appliquée aux domaines du nucléaire (actuel et futur), de la défense nationale, des réseaux énergétiques multi-vecteurs et de l'hydrogène.

L'Isas est constitué de deux départements ayant chacun quatre services de recherche :

Le département de modélisation des systèmes et structures (DM2S) développe des modèles, des méthodologies et outils de simulation dans les domaines de la mécanique des structures, de la thermo-hydraulique, de la mécanique des fluides, de la physique des cœurs de réacteurs nucléaires, de l'analyse et calculs de criticité, de fluence et de radioprotection. Il est constitué des quatre services suivants :

– le SERMA (Service d'Études des Réacteurs et de Mathématiques Appliquées) développe des méthodes physico-mathématiques et les logiciels de modélisation et simulation numérique associés. Il apporte une expertise essentiellement dans les domaines de la physique des cœurs des réacteurs nucléaires, celle du cycle du combustible, la sûreté-criticité des installations nucléaires, la radioprotection et l'instrumentation nucléaire.

– le SEMT (Service d'Études Mécaniques et Thermiques) s'intéresse à l'évaluation de l'intégrité des structures mécaniques, à la mécanique dynamique et vibratoire, à la mécanique sismique, et à la mécanique non linéaire en forte interaction avec d'autres disciplines physiques.

– le SGLS (Service de Génie Logiciel pour la Simulation) se concentre sur le calcul scientifique appliqué à un large spectre de disciplines : informatique, génie logiciel, statistiques et apprentissage automatique, mathématiques appliquées, mécanique des fluides ou neutronique.

– le STMF (Service de Thermo-hydraulique et de Mécanique des Fluides) s'intéresse à la conception, au développement, à la qualification, à la diffusion et à la maintenance des codes et schémas de calcul associés pour simuler le comportement thermo-hydraulique d'installations et systèmes nucléaires ou non.

Le département de Recherche sur les Matériaux et la Physico-chimie pour les énergies bas carbone (DRMP), qui produit des connaissances et des données dans les domaines de la science et du génie des matériaux appliqués aux systèmes de production d'énergies bas carbone, comprend les quatre services :

– le S2CM (Service de recherche en Corrosion et Comportement des Matériaux) étudie les mécanismes fondamentaux qui régissent la science des matériaux pour les énergies bas carbone : nucléaire, photovoltaïque, production d'hydrogène, stockage. Y sont étudiés les phénomènes évolutifs et irréversibles de vieillissement (irradiation, thermique, mécanique), de corrosion et de dégradation physico-chimique des matériaux.

– le SEMI (Service d'Études des Matériaux Irradiés) produit des données et des connaissances sur les matériaux essentiellement métalliques et non fissiles irradiés aux neutrons et sur les effets de l'irradiation sur l'évolution des propriétés de ces matériaux. Les recherches s'organisent selon la modélisation du comportement mécanique des matériaux irradiés, les études de l'endommagement et la rupture des matériaux irradiés, de la corrosion des matériaux irradiés ainsi que de l'évolution microstructurale sous irradiation.

– le SPC (Service de Physico-Chimie) s'intéresse à la maîtrise opérationnelle des circuits des réacteurs, à la caractérisation de déchets actifs de faible et moyenne activité (FA/MA), à la gestion des déchets nucléaires ainsi qu'au comportement des radionucléides dans leur environnement, de l'amont à l'aval. Le service réalise aussi des développements analytiques et instrumentaux.

– le SRMA (Service de Recherche en Matériaux et procédés Avancés) travaille sur la conception et la qualification de matériaux à performance augmentée, les procédés avancés de fabrication et d'assemblage, la simulation de la plasticité des matériaux irradiés et la description des transformations de phases et des effets d'irradiation. Il produit aussi des expériences et des simulations en mécanique des matériaux.

HISTORIQUE ET LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DE L'UNITÉ

L'Isas est localisé sur le site CEA de Saclay. Ce projet national voulu par le général de Gaulle a été inauguré en 1952 ; il s'inspire à la fois des campus américains et du parc du château de Versailles. Le plateau de Saclay s'impose aujourd'hui comme l'un des plus grands pôles européens en innovation, rassemblant plus de 7 500 personnes sur plusieurs sites positionnés au sud-ouest de Paris.

L'Isas est né en février 2020 selon des modèles d'organisations existants à la Direction de la Recherche Fondamentale (DRF) et à la Direction de la Recherche Technologique (DRT) du CEA. Il se déploie dans une trentaine de bâtiments sur plus de 32 000 m². L'ouverture vers les nouvelles technologies de l'énergie (NTE, solutions de stockage de l'énergie et de flexibilité du système énergétique, réseaux électriques...) ou encore l'économie circulaire, a constitué une inflexion importante et marquante pour les activités, centrées historiquement sur un socle d'activités de R&D pour l'énergie nucléaire.

L'Isas est rattaché à la Direction des Energies (DES) du CEA. Cette dernière, créée le 1^{er} février 2020, qui remplace l'ancienne Direction de l'Energie Nucléaire (DEN), intègre les activités de recherche et développement menées sur les différentes énergies à faibles émissions de CO₂. Elle étudie ainsi les modes de production d'énergie bas-carbone (énergie nucléaire, solaire photovoltaïque), les NTE, leurs interactions au sein du réseau (stockage, pilotage, conversion), la problématique des ressources dans une logique de cycle fermé des matières, le tout en prenant en compte les dimensions technico-économiques, environnementales et sociétales.

Jusqu'au 31 décembre 2022, l'institut Isas était constitué de trois départements de recherche : le Département de modélisation des systèmes et structures (DM2S), le Département pour les Matériaux Nucléaires (DMN) et le Département de Physico-Chimie (DPC).

En janvier 2023, l'Isas s'est structuré en deux départements pour renforcer la cohérence scientifique et technique de certaines thématiques de recherche, accroître leurs visibilité interne et externe. De la fusion des départements DMN et DPC est né le Département de Recherche sur les Matériaux et la Physico-chimie pour les énergies bas carbone (DRMP). Il est de taille équivalente à celle du DM2S qui a été maintenu en l'état. Depuis sa réorganisation, l'institut n'est plus en charge de mener les opérations d'assainissement-démantèlement des installations nucléaires en fin de vie.

ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE DE L'UNITÉ

L'Isas est un institut du CEA rattaché à la Direction des Énergies (DES), elle-même organisée selon plusieurs entités : Direction scientifique des Énergies (DES), Direction du démantèlement et des déchets (DDSD), Direction des Ressources Humaines (DRH), Direction de la Gestion du Contrôle et de la Performance (DGCP), Direction de l'Ingénierie et de la Maîtrise d'œuvre des Projets (DIMP) et Direction des Programmes de R&D sur les Énergies (DPE). L'institut dépend aussi de la Direction générale du CEA et de ses directions fonctionnelles. Dans le cadre de ses activités de recherches, l'Isas collabore également avec les directions opérationnelles que sont la Direction des Applications Militaires (DAM), la Direction de la Recherche Fondamentale (DRF) ou encore la Direction de la Recherche Technologique (DRT).

La Direction et les services support du Centre du CEA Paris-Saclay assurent toutes les fonctions support nécessaires au bon fonctionnement de l'institut (Département des services techniques, Département de la protection et de service de santé au travail, Département des ressources humaines, service des marchés et achats, Cellule Qualité Sécurité Environnement [CQSE], Cellule Contrôle Sûreté des Installations et Matières Nucléaires [CCSIMN], Département des systèmes de l'information, Service d'appui à la recherche et à l'information scientifique [SARIS]).

Les activités de l'Isas sont complémentaires à celles des quatre autres instituts de la DES, de l'institut de Recherche sur les Systèmes Nucléaires pour la production d'Énergie bas carbone (IRESNE) à Cadarache, de l'Institut des sciences et technologies pour une économie circulaire des énergies bas carbone (ISEC) à Marcoule pour le cycle du combustible, de l'Institut de technico-économie des systèmes énergétiques (I-Tésé) pour les aspects technico-économiques, mais aussi avec d'autres instituts du CEA pour des thématiques transverses.

La nature stratégique des recherches mais aussi la sensibilité (installations nucléaires de base (INB), installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), des installations expérimentales de l'institut placent leur surveillance et leur sûreté sous le contrôle de plusieurs entités : Autorité de Sûreté Nucléaire et de Radioprotection (ASNR), le Haut-Fonctionnaire de Défense et de Sécurité (HFDS), la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) et l'Agence internationale de l'Énergie Atomique (AIEA).

En parallèle, l'Isas entretient de nombreux liens de coopération scientifique de recherche à l'international et coopère avec diverses instances, agences, communautés de recherche, comme l'Agence pour l'Énergie Nucléaire (AEN) de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) et l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA).

L'Isas a de nombreux partenaires industriels, en particulier avec la filière nucléaire industrielle qui constitue le socle historique des activités, récemment étendu aux nouvelles technologies de l'énergie (NTE). Il est engagé dans des programmes de recherche pluriannuels sur le nucléaire et autres filières de systèmes énergétiques bas carbone essentiellement avec EDF, Framatome, Orano, IRSN (maintenant ASNR), ANDRA.

EFFECTIFS DE L'UNITÉ : en personnes physiques au 31/12/2023

Personnels permanents en activité au 31/12/2023	
Ingénieurs Chercheurs (cadres scientifiques EPIC)	438
Techniciens R&D (personnel de laboratoire non cadre EPIC)	95
Personnel support (autres personnels cadre et non cadre EPIC)	117
Sous-total personnels permanents en activité	650
Contractuels techniques	35
Contractuels administratifs	0
Alternants/Apprentis	31
Doctorants	146
Post-docs	20
Sous-total personnels non permanents en activité	232
Total personnels	882

RÉPARTITION DES PERMANENTS DE L'UNITÉ PAR EMPLOYEUR : en personnes physiques au 31/12/2023. Les employeurs non tutelles sont regroupés sous l'intitulé « autres ».

Employeur	IC	TECH	PAR
CEA	438	95	117
Total	438	95	117

AVIS GLOBAL

L'Isas a des activités bien identifiées dans le domaine des sciences appliquées pour les énergies bas carbone et tout particulièrement dans le domaine du nucléaire. Les objectifs scientifiques proposés par l'institut sont pertinents et en accord avec la direction des programmes de recherche et développement sur les énergies. Les activités de l'Isas contribuent aux attentes de la société, notamment dans le cadre des contrats de collaborations avec des partenaires industriels, et participent à l'innovation industrielle et scientifique ainsi qu'à la formation par la recherche. L'apport de l'Isas dans le domaine des matériaux pour le nucléaire est indéniable, la phase actuelle de validation d'un nouveau revêtement pour les gaines de combustibles chez le client Framatome en est une preuve.

L'Isas base ses activités expérimentales sur un parc adapté, performant et souvent unique en France ou en Europe comme l'installation JANNUS, la plateforme dynamique ou le laboratoire d'étude des matériaux irradiés. L'Isas dispose ainsi, dans le cadre du projet GENESIS, d'un MEB-FIB nucléarisé pour la préparation et l'analyse d'échantillons irradiés et d'une sonde atomique tomographique nucléarisée permettant une caractérisation aux échelles nanométrique et atomique. Par ailleurs, la miniaturisation de techniques et de méthodes d'analyses isotopiques de haute précision, qui a conduit à une diminution d'un facteur 1000 des masses d'éléments analysés et des déchets liquides tout en conservant les performances analytiques, est un exemple parmi d'autres de fait expérimental remarquable.

L'institut dispose d'experts pour les développements expérimentaux et pour la mise en place des outils de simulation multi-physique et de calcul avec un meilleur contrôle qualité. On peut citer en illustration le système GALILEE-1 qui permet une modernisation des outils numériques pour les données nucléaires. Si l'institut développe ces deux aspects de manière concertée, le comité a constaté une volonté de renforcer les aspects numériques comme les matériaux numériques et d'acquérir une expertise en intelligence artificielle. Toutefois, cette transition doit se réfléchir en veillant au développement des plateformes expérimentales les plus reconnues de l'institut et des efforts pour collecter des données.

La production scientifique sous forme de publications dans des revues à comité de lecture est qualitativement très bonne et quantitativement correcte. Il est cependant souligné que l'institut ne valorise pas particulièrement le fait de passer de notes techniques à publication dans des revues ou de présenter les résultats en conférences. Ce manque de positionnement stratégique limite l'attractivité de l'institut. Au niveau des logiciels, l'institut a une expertise et une activité reconnues. L'institut s'est lancé avec succès dans les développements du calcul à haute performance et la convergence de logiciels, notamment avec le logiciel Manta. Pour exemple, les simulations de jets turbulents obtenues sont au meilleur niveau international.

L'Isas est associé à l'université de Paris-Saclay au travers de nombreux enseignements et la participation à la vie de l'université. La collaboration avec le monde académique se fait en grande partie par l'intermédiaire de thèses, grâce aux nombreuses possibilités de financements de l'institut. La stratégie de recherche actuelle de l'Isas n'a toutefois pas encore conduit à de nouveaux partenariats de R&D forts ou de laboratoires communs avec le monde académique alors que l'institut en a le potentiel.

L'organisation matricielle de l'institut permet d'honorer ses engagements contractuels envers ses partenaires. Néanmoins, le comité constate un déséquilibre entre les forces affectées au pilotage de la recherche et celles consacrées aux activités scientifiques et techniques. L'attractivité des fonctions de recherches de l'institut pâtit de ce déséquilibre ainsi que de l'influence du manque de techniciens par rapport au nombre important de plateformes expérimentales actives.

L'institut a amorcé la mise en place de réseaux transverses qui complètent les activités de ses services, mais les retombées ne sont pas encore pleinement mesurables. Par ailleurs, ce mouvement manque encore d'ouverture vers des laboratoires extérieurs.

Les rapports d'évaluation du Hcéres
sont consultables en ligne : www.hceres.fr

Évaluation des universités et des écoles

Évaluation des unités de recherche

Évaluation des formations

Évaluation des organismes nationaux de recherche

Évaluation et accréditation internationales



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

