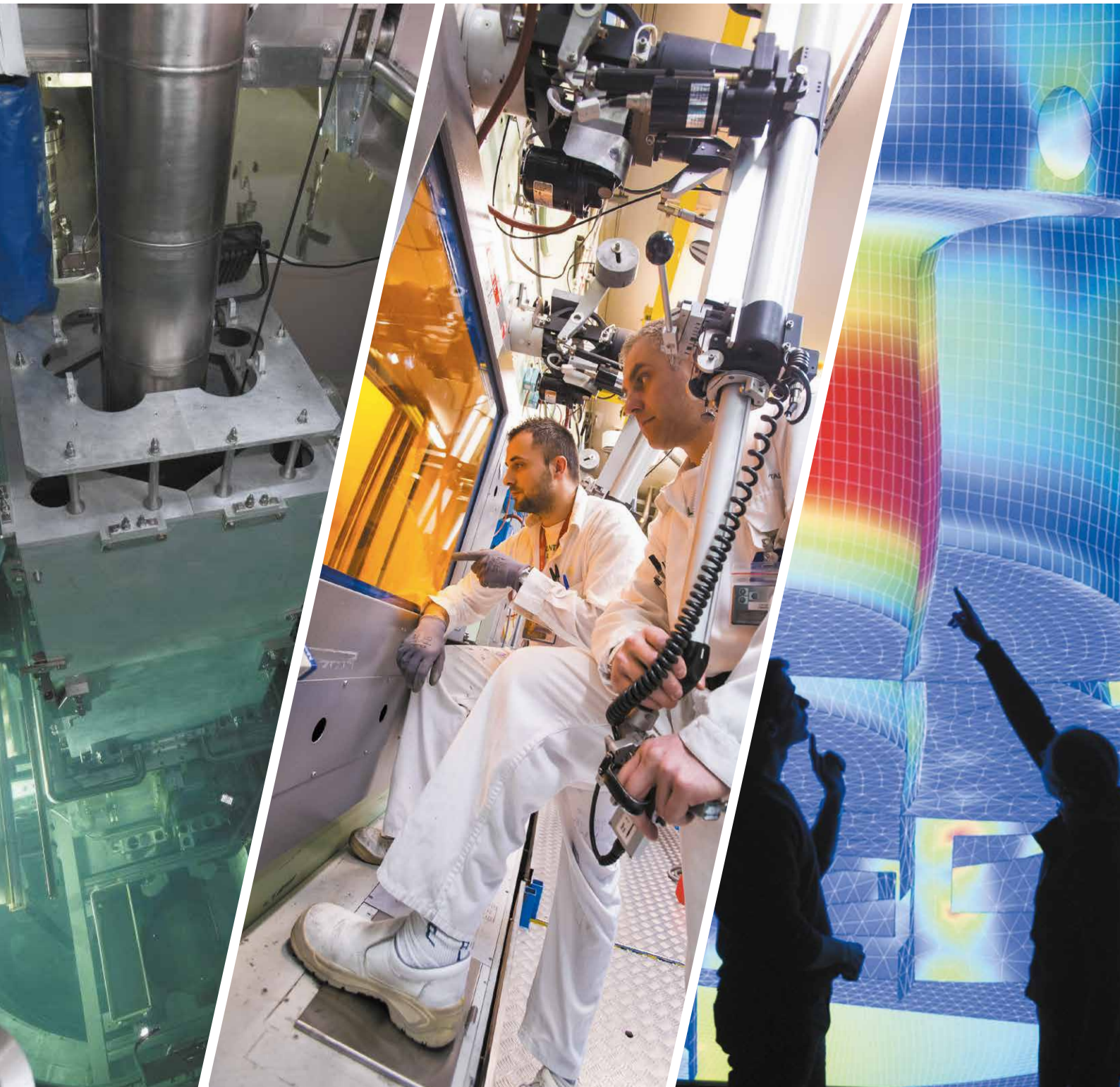


DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

cea den

DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE





Direction de l'énergie nucléaire

Au sein du CEA, la Direction de l'énergie nucléaire (DEN) apporte aux pouvoirs publics et aux industriels les éléments d'expertise et d'innovation sur les systèmes de production d'énergie nucléaire : il s'agit de développer un nucléaire durable, sûr et économiquement compétitif.

Pour répondre à cet enjeu, la DEN conduit ses travaux selon trois axes majeurs :

- le soutien à l'industrie nucléaire pour les réacteurs du parc actuel, le démarrage de l'EPR et les usines du cycle ;
- les systèmes nucléaires du futur, dits de 4^e génération, réacteurs et cycle du combustible associé ;
- le développement d'outils de simulation des systèmes nucléaires, prédictifs et validés, s'appuyant notamment sur un parc d'installations expérimentales cohérent.

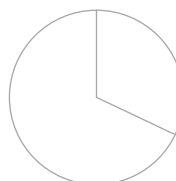
En parallèle, en tant qu'exploitant nucléaire, la DEN gère et fait évoluer son parc d'installations nucléaires. Elle mène des programmes de construction et de rénovation de ses installations, ainsi que des programmes d'assainissement et de démantèlement de celles arrivées en fin de vie.

Chiffres clés*

4 208
salariés

dont...

2 811
hommes



1 397
femmes

répartis sur 4 sites

1 104
Paris-Saclay

1 375
Marcoule

15
Grenoble

1 714
Cadarache

485
publications scientifiques

25
post-doctorants

301
thésards

43
brevets déposés



Optimisation du nucléaire industriel actuel

La DEN mène des recherches pour répondre aux enjeux de ses partenaires industriels. Il s'agit, d'une part, d'améliorer la compétitivité du parc nucléaire français actuellement en exploitation en soutien à EDF et Framatome. Il s'agit, d'autre part, d'optimiser ou d'adapter les installations de l'amont et de l'aval du cycle électronucléaire en collaboration avec Orano et l'Andra.

Amont du cycle

L'amont du cycle englobe les opérations industrielles liées à l'uranium depuis son extraction des mines jusqu'à son enrichissement, pour être utilisable en réacteur. La DEN œuvre à l'amélioration des performances des procédés d'extraction sélective de l'uranium, de purification, puis de conversion, ainsi qu'à la réduction de leur empreinte environnementale.

Aval du cycle actuel

Les programmes de recherche sur l'aval du cycle actuel sont menés en soutien à Orano. Ils cherchent à optimiser ou adapter les procédés de traitement des combustibles usés de l'usine de La Hague et de fabrication de combustibles MOX¹ de l'usine Melox. Ils fournissent également les éléments scientifiques et techniques nécessaires à l'Andra pour les dossiers des futurs sites de stockage, et à EDF pour la gestion de certains déchets.

Q | Coopérations internationales

La DEN coopère avec la plupart des grands pays nucléaires. Les enjeux de cette coopération peuvent être régaliens, lorsqu'il s'agit de répondre à la demande de l'État, qui peut encourager la mise en place d'un partenariat stratégique avec d'autres pays, avec un volet nucléaire ; scientifiques ou techniques, lorsqu'il s'agit de développer des coopérations à l'étranger avec des compétences

complémentaires à celles de la DEN ; économiques, lorsque la DEN se positionne en offre de services vis-à-vis des industriels étrangers, ou cherche des participations étrangères à ses investissements en infrastructures de recherche.

Laboratoire dédié à l'étude des matériaux irradiés.



Étude de procédés d'extraction sélective de l'uranium à l'échelle du laboratoire.

Systemes industriels nucléaires du futur

La DEN travaille sur les systèmes nucléaires du futur à neutrons rapides, dits de 4^e génération. Leur développement permettra de mieux répondre aux contraintes de sécurité, d'approvisionnement et d'indépendance énergétique.

En effet, ces systèmes permettent une gestion optimisée des matières, grâce aux perspectives qu'ils offrent de mieux utiliser la ressource en uranium, de permettre le multi-recyclage du plutonium et de minimiser la production de déchets.

Réacteurs de 4^e génération

Le CEA est chargé de mener pour la France les recherches sur des systèmes nucléaires innovants, dits de 4^e génération. Il pilote ainsi les études de conception d'un démonstrateur technologique de réacteur à neutrons rapides refroidi au sodium (RNR-Na), appelé Astrid, tout en poursuivant veille et R&D sur l'ensemble des autres technologies intéressantes cette 4^e génération.



Modélisation en soutien à la conception de réacteur de 4^e génération à neutrons rapides.

Aval du cycle futur

Les recherches sur le cycle du combustible pour le futur visent à évaluer l'ensemble des options de gestion des matières nucléaires pour les parcs de réacteurs du futur, ainsi que les technologies de recyclage de ces matières, conformément aux attentes de la loi du 28 juin 2006 relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs.

Recherche scientifique et technologique de base

La recherche scientifique et technologique de base se positionne en amont de la recherche appliquée, en répondant à des défis transverses aux domaines de la DEN. En s'appuyant sur des collaborations dynamiques, elle élargit la base et la qualité scientifique des connaissances, et ce dans trois domaines principaux : les matériaux, les combustibles et la chimie séparative.

Grands outils pour le développement du nucléaire

Les recherches pour les systèmes nucléaires actuels ou du futur nécessitent de disposer d'une capacité de simulation prédictive et validée. La DEN développe ainsi des codes dans tous les grands domaines liés au fonctionnement des réacteurs nucléaires et des usines du cycle. Elle s'appuie sur un parc d'installations expérimentales cohérent dont elle gère les optimisations ou renouvellements.

Simulation numérique

La DEN développe des plateformes et des codes de simulation dans les principaux domaines du nucléaire (neutronique, thermohydraulique, mécanique et thermique, combustible, chimie du cycle et matériaux) afin de modéliser l'ensemble des phénomènes complexes entrant en jeu dans le fonctionnement normal ou accidentel d'un réacteur ou d'une installation nucléaire. Les codes développés par la DEN sont pour la plupart utilisés par les industriels du nucléaire français. Leur distribution à des organismes de R&D internationaux, la plupart du temps en accompagnement de collaborations, a conduit à la signature d'un grand nombre d'accords de licence.



Réacteur Jules Horowitz actuellement en construction

Grandes installations en soutien aux programmes

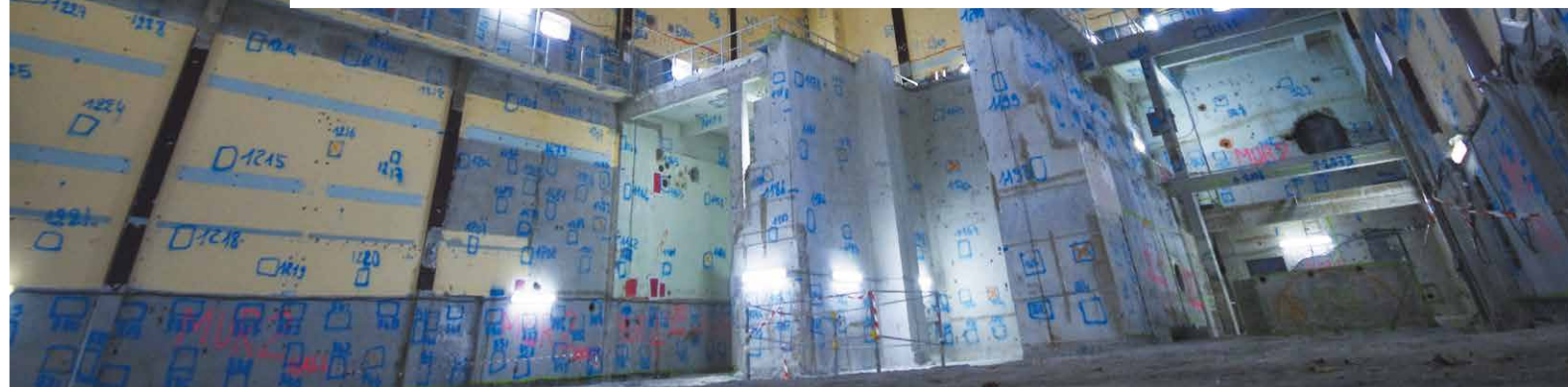
Les recherches menées par la DEN dans la physique et la sûreté des réacteurs, le cycle du combustible, font appel à des installations expérimentales : réacteurs de recherche, laboratoires chauds, plateformes technologiques. Ce parc d'installations fait l'objet d'importantes actions de rénovation et d'optimisation pour les adapter aux évolutions de programmes de recherches ou aux exigences réglementaires.

Réacteur Jules Horowitz (RJH)

La construction du RJH à Cadarache est un projet majeur pour le CEA. Seul outil de ce type en construction en Europe, le RJH sera à terme une installation unique pour l'étude des matériaux et des combustibles sous irradiation, en soutien aux réacteurs nucléaires actuels et futurs. Il assurera aussi une part importante de la production de radio-isotopes médicaux. Le projet RJH bénéficie d'un financement du programme d'investissements d'avenir et est construit dans le cadre d'un consortium international, le CEA étant propriétaire, exploitant nucléaire et maître d'ouvrage de l'installation.

Assainissement et démantèlement nucléaire

Les installations expérimentales du CEA arrivant en fin de vie nécessitent de mettre en œuvre des programmes de démantèlement. Ils couvrent l'ensemble des activités réalisées après l'arrêt définitif du fonctionnement de l'installation jusqu'à l'atteinte d'un état final prédéfini. Outre les opérations d'assainissement et de démantèlement, les programmes concernent aussi la reprise et le conditionnement de déchets anciens, ainsi que la mise œuvre de programmes transverses à tous les chantiers, destinés à soutenir ou coordonner l'ensemble.



Chantier d'assainissement/démantèlement d'une installation nucléaire arrêtée.

Ils s'accompagnent aussi d'actions de R&D visant à diminuer les coûts, la durée des chantiers, les doses et les déchets, et à améliorer les conditions d'intervention des chantiers.

Chantiers de démantèlement

Aujourd'hui, 28 installations nucléaires de base (INB) ou individuelles sont en cours de démantèlement à la DEN. Une spécificité réside dans la grande variété d'installations à démanteler (réacteurs expérimentaux, laboratoires, ateliers et usine du cycle, installations de traitement de déchets et d'entreposage...), qui ne permet pas de bénéficier d'un effet de série. Au fil des années, le CEA a acquis une expérience importante, aussi bien dans la maîtrise d'ouvrage des opérations que dans les méthodologies et savoir-faire nécessaires à leur réalisation.



Utilisation du bras téléopéré Maestro pour le démantèlement d'installations nucléaires.

Programmes transverses pour l'assainissement-démantèlement

L'avancée des chantiers d'assainissement-démantèlement et de reprise et de conditionnement des déchets requiert la mise en œuvre de programmes transverses à tous les chantiers, destinés à soutenir ou coordonner l'ensemble de ces activités. Il s'agit par exemple des transports et emballages, de la gestion des flux de déchets et matières, des installations de service nucléaire, de la gestion des chroniques vers les exutoires actuels et futurs, mais aussi de la R&D au service de l'ensemble des chantiers. Ces programmes transverses interviennent, au-delà des projets d'assainissement-démantèlement, au service de l'ensemble des activités du CEA, y compris de recherche.

(1) Combustible constitué d'un mélange d'oxyde d'uranium et de plutonium

