



**EVOC, PREMIÈRE PLATEFORME
MULTIMODALE D'ENSEIGNEMENT
POUR LA FILIÈRE NUCLÉAIRE**

**DOSSIER
DE PRESSE**



Une formation immersive au service de la filière nucléaire

Au sein du CEA, l'INSTN développe, en collaboration avec le CEA-List, institut de CEA Tech, et la Direction de l'énergie nucléaire du CEA, une plateforme multimodale d'enseignement au service des compétences de la filière nucléaire : le projet **EVOC, Enhanced Virtual Open Core**.

La plateforme multimodale EVOC permet à l'INSTN de proposer une formation immersive grandeur nature. Grâce à la simulation multi-physique réaliste, et dès le dernier trimestre 2018, les stagiaires et les étudiants effectueront des travaux pratiques inédits. EVOC s'appuie en effet sur un réacteur de formation, basé sur un réacteur expérimental initial de type piscine, où la pédagogie d'enseignement des phénomènes physiques est conservée. Ainsi, les apprenants peuvent s'exercer par groupes ou individuellement sur des parcours d'entraînement combinant des ressources réelles et virtuelles au plus proche des phénomènes physiques de fonctionnement d'un réacteur.

Première mondiale en termes de réalité virtuelle augmentée (RVA) appliquée à la formation nucléaire, cet outil pédagogique innovant est destiné aux étudiants et aux opérateurs de la filière nucléaire. Il permet ainsi de réaliser des formations dématérialisées et de s'affranchir des contraintes d'un réacteur en exploitation, notamment de disponibilité et d'accessibilité physique.

Sommaire

Du réacteur d'enseignement à la plateforme multimodale.	3
Naissance d'une solution adaptée aux besoins de la formation et de l'enseignement.	3
Quelle valeur ajoutée apportera EVOC aux simulateurs de réacteurs actuels?	4
EVOC : des technologies de pointe pour l'enseignement.	5
Les travaux pratiques sur EVOC.	6
Imaginer le futur de l'enseignement.	9
À propos de l'INSTN, Institut national des sciences et techniques nucléaires	10
À propos du CEA, de l'Institut LIST et de la DEN	11



Du réacteur d'enseignement à la plateforme multimodale

Depuis de nombreuses années, l'INSTN met en place dans le cadre de la formation diplômante ou professionnelle continue **des travaux pratiques sur le réacteur d'enseignement Isis**, installation nucléaire basée sur le centre CEA Paris-Saclay. Ces travaux pratiques permettent d'appréhender les grands principes de fonctionnement d'un réacteur. Les thématiques traitées sont la physique des réacteurs, la conduite des réacteurs, la cinétique, l'approche sous-critique, la divergence, les effets en réactivité et en température ou encore le chargement du combustible.

De par leur qualité et leur forte demande, ces travaux pratiques attirent chaque année 400 stagiaires dont un tiers d'étudiants étrangers.

Aujourd'hui, différents facteurs, tels que les conditions d'accès très réglementées au réacteur Isis ainsi que sa future fermeture programmée en 2019¹, ont amené l'INSTN à complètement repenser ces travaux pratiques et à lancer **le développement d'une solution alternative : le projet EVOC**.



Hall du réacteur ISIS, modèle de la plateforme EVOC - ©CEA

Naissance d'une solution adaptée aux besoins de la formation et de l'enseignement

À l'été 2017, l'INSTN a lancé la **plateforme multimodale EVOC (*Enhanced Virtual Open Core*)**. Il s'agit d'un projet transversal du CEA, initié par l'INSTN, développé par l'institut CEA-List, et basé sur l'expertise et les données du réacteur expérimental Isis de la Direction de l'énergie nucléaire du CEA. Le projet s'appuie ainsi sur une reconnaissance nationale et internationale en enseignement, et sur la maîtrise des domaines nucléaire et numérique pour des formations de haut niveau.

¹ Les derniers TP réalisés sur cette installation auront lieu en décembre 2018.



L'INSTN dispose d'une forte expertise en matière de formation sur réacteurs grâce à l'utilisation des réacteurs Ulysse puis Isis. Suite à l'annonce de la fermeture programmée d'Isis en 2019, l'Institut a choisi de continuer à mettre à disposition son expertise, en utilisant une méthode différente, adaptée aux technologies du 21^{ème} siècle et ouverte à un public plus large.

Suite à des études poussées impliquant plusieurs équipes de l'INSTN et du CEA, le projet de conception d'une plateforme multimodale baptisée **EVOC (Enhanced Virtual Open Core)** est né.

Ce projet met à profit les expertises historiques du CEA mais également l'état de l'art des technologies numériques pour développer une solution pédagogique innovante intégrant la réalité virtuelle, un simulateur de cinétique neutronique et des équipements physiques. EVOC est ainsi spécifiquement conçu pour enseigner la physique des réacteurs, les principes sous-jacents des opérations et la manière de faire fonctionner un réacteur.

Les formations proposées sur cette plateforme multimodale concernent la formation professionnelle continue des opérateurs de réacteurs, des employés des institutions de l'industrie nucléaire et des étudiants des écoles de sciences et d'ingénierie et des masters internationaux.

Quelle valeur ajoutée apportera EVOC aux simulateurs de réacteurs actuels?

Un simulateur, aussi efficace soit-il, n'a pas le même effet psychologique qu'un réacteur réel, puisque les erreurs de manipulation et de fonctionnement n'ont pas les mêmes conséquences que sur un réacteur réel. EVOC s'appuie sur ce constat, l'immersion étant une spécificité importante: le stagiaire doit avoir l'impression de se trouver dans une vraie installation nucléaire.

- ▶ D'une part, il existe des simulateurs qui se basent sur une réplique d'une salle de contrôle pour former les opérateurs en reproduisant de manière fidèle le fonctionnement de l'installation (ex. du nucléaire, aéronautique, ferroviaire...);
- ▶ D'autre part, porté par l'essor des casques de Réalité Virtuelle, les applications permettant d'immerger l'utilisateur au sein d'une maquette numérique se développent. Les premières applications concernent l'avant-vente, les études d'accessibilité et les applications grand public (jeux) mais la formation est un domaine naturel pour l'usage de ces nouvelles technologies;
- ▶ EVOC vise donc à faire le lien entre ces deux mondes : d'une part des capacités de simulation du fonctionnement d'une installation et des objets tangibles pour la représenter et d'autre part une immersion complète et en équipe dans la maquette numérique pour une meilleure compréhension des phénomènes concernés.

Pour ce faire, les principales caractéristiques d'une installation nucléaire réelle sont répliquées. Celles-ci comprennent, par exemple, sur le modèle ISIS, le hall réacteur, la salle de commande avec son pupitre, et tous les éléments règlementaires et de sûreté. Par exemple, les apprenants auront des vêtements appropriés (blouses de laboratoire) et des contrôles de radioprotection en sortie de hall. Ils entendront même des alertes et des messages brusques dans le système de radiodiffusion, ou le bruit du réacteur en fonctionnement, susceptibles de les perturber. Ces caractéristiques plongent le stagiaire dans un environnement de salle de réacteur très réaliste, loin de celui de la salle de classe.



EVOC : des technologies de pointe pour l'enseignement

La plateforme multimodale EVOC se dote de trois composants clés :

- ▶ **Un lieu dédié:** composé de deux zones, l'une étant la réplique du hall du réacteur et l'autre la salle de conduite de ce dernier. Le hall se dotera de divers équipements, tels que l'entrée avec un sas et des rampes de piscine à échelle 1, où des travaux pratiques seront effectués. La salle de conduite sera équipée d'un véritable pupitre de commande en lien avec le réacteur virtuel, outre la salle de classe standard.
- ▶ **Un simulateur numérique :** le simulateur de cinétique neutronique intégrera les caractéristiques du réacteur d'enseignement Isis. Sa qualification a été réalisée à partir d'essais expérimentaux menés sur Isis lui-même.
- ▶ **Des technologies numériques pour la simulation interactive.**

Le nouveau simulateur numérique de réacteur est basé sur les technologies de réalité virtuelle du CEA-List (logiciel XDE²), déjà appliquées à de nombreux cas d'usage industriel. Elles permettent en particulier de simuler les interactions entre stagiaires ainsi que leur environnement tangible où les actions réelles des opérateurs sont simulées en temps réel par le logiciel, qui intègre les principes physiques en jeu. Les apprenants sont ainsi équipés d'un casque de réalité virtuelle qui leur permet de se déplacer sur la plateforme multimodale EVOC tout en visualisant leurs actions grâce à la réplification hyperréaliste du hall du réacteur. L'architecture logicielle du dispositif permet de coupler le pupitre de commande au simulateur numérique et aux opérations réalisées dans le hall en mode réel ou virtuel.

Plusieurs modes d'apprentissage sont accessibles, alternant les formations théoriques et pratiques, et des activités réalisées dans le monde réel ou simulées dans le monde virtuel.

Sur la plateforme multimodale EVOC, les apprenants peuvent être « simplement » immergés grâce aux films stéréoscopiques à 360° réalisés sur le réacteur d'enseignement Isis. Cette immersion leur permet d'observer des opérations réelles que ce soit pour des visites simples, orientées à des fins de vulgarisation, ou pour des ateliers d'apprentissage des gestes métier des exploitants et l'intégration des règles de sûreté et sécurité. *Il s'agit par exemple de la manutention d'un batardeau à l'aide d'un palan électrique.*

Pour une formation pratique ou métier, les stagiaires sont immergés dans le modèle numérique 4D, sous le contrôle de leur instructeur: manipulation en mode collaboratif dans le nouvel espace du hall, mise en place de dispositifs tangibles dans le noyau, tels que des dispositifs expérimentaux, ou charge de combustible.

L'objectif de cette approche pédagogique multimodale est non seulement de visualiser, mais aussi de comprendre et intégrer par la pratique le suivi d'une telle opération et la réalisation d'une approche sous-critique en parallèle.

² XDE est un moteur de collisions en réalité virtuelle, pour la simulation d'opérations de montage, démontage ou assemblage lors de la conception d'ensembles mécaniques. A partir des données de CAO, qu'il importe automatiquement, il traite les pièces rigides, flexibles (câbles...), déformables, et les phénomènes de chocs, rebonds, glissements, déformations élastiques etc. Ces codes peuvent être intégrés dans un environnement virtuel et interactif pour simuler les gestes d'un opérateur.



Pupitre de commande, plateforme multimodale EVOC - ©CEA

En complément, un programme complet de sessions de travaux pratiques, nécessitant l'utilisation du casque de réalité virtuelle (mode virtuel), pourra être couplé aux sessions réelles exercées dans le hall ou sur le pupitre de commande (mode réel) ou en salle de classe.

Les travaux pratiques sur EVOC

En octobre 2018, les premières séances de travaux pratiques prévues sur la plateforme multimodale EVOC correspondront aux travaux actuellement dispensés sur le réacteur Isis avec les spécificités suivantes :

- ▶ Aspects pratiques d'entrée / sortie d'une installation ;
- ▶ Introduction et principes de base des réacteurs - Réacteur Isis ;
- ▶ Approche sous-critique et démarrage du réacteur ;
- ▶ Cinétique du réacteur / effet des précurseurs ;
- ▶ Efficacité des barres de contrôle, courbes d'étalonnage, mesure de l'efficacité globale à l'aide de tests virtuels de chute de barre ;
- ▶ Effet de l'équipement in-core sur la réactivité, rapport de modération ;
- ▶ Effets de température, auto-stabilisation et sûreté du réacteur ;
- ▶ Conduite du réacteur ;
- ▶ Radioprotection opérationnelle.

Ces travaux pratiques comprennent bien évidemment des concepts de sûreté et de sécurité lesquels constituent une priorité dans la gestion d'une installation.



Salle de conduite du réacteur Isis - ©CEA

La flexibilité accrue de la plateforme multimodale EVOC permettra d'élargir les objectifs pédagogiques et de faciliter le développement de travaux pratiques tels que :

- ▶ Équilibre thermique ;
- ▶ Chargement du combustible ;
- ▶ Effet des « poisons » neutroniques à plus haute puissance ;
- ▶ Incidents d'exploitation / gestion de crise.

Contrairement à un réacteur réel, où la puissance utilisée en présence de stagiaires est limitée (50 kW) pour des raisons de sécurité et de radioprotection, la puissance du simulateur numérique de la plateforme multimodale EVOC ne l'est pas, ce qui offre des options supplémentaires et inédites.



Vue du pupitre de commande intégrée à la plateforme multimodale EVOC - ©CEA



Vue de l'équipement d'immersion EVOC pour les apprenants - ©CEA



Imaginer le futur de l'enseignement

Le projet de plateforme multimodale EVOC, actuellement lié physiquement au site INSTN de Saclay, disposera à l'avenir d'une version qui pourra être transférée vers d'autres locaux. Par ailleurs, EVOC est déjà compatible avec le programme international « *Internet reactor laboratory* » de l'AIEA pour l'apprentissage à distance sur réacteurs d'enseignement.

Initialement calqué sur le réacteur Isis en raison de son efficacité prouvée pour la formation, EVOC, de par son architecture générique, pourra intégrer d'autres modèles de réacteur nucléaire.

EVOC, une plateforme multimodale évolutive et modulaire, constitue aujourd'hui une première mondiale en termes de réalité virtuelle augmentée (RVA) qui offre aux apprenants une formation immersive et un programme de travaux pratiques reproduisant fidèlement les caractéristiques physiques d'un réacteur en fonctionnement.

EVOC est une solution numérique d'enseignement et de formation unique en son genre démontrant le dynamisme de l'industrie nucléaire française.

La première plateforme multimodale EVOC, pleinement opérationnelle en octobre 2018, sera accessible au sein des locaux de l'INSTN sur le centre CEA Paris-Saclay.



À propos de l'INSTN

Créé en 1956, l'INSTN (Institut national des sciences et techniques nucléaires) est un établissement public d'enseignement supérieur et un organisme national de formation, adossé au CEA (Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives). École d'application de la filière nucléaire française, l'INSTN a pour principale mission de former les techniciens, ingénieurs et chercheurs qui opèrent dans le secteur nucléaire.

Depuis plus de 60 ans, l'INSTN accompagne ainsi le développement scientifique et industriel du nucléaire en délivrant des enseignements et des formations de haute spécificité, à tous les niveaux de qualification - de l'opérateur à l'ingénieur. Engagé dans une dynamique internationale, l'Institut est devenu en 2016 le seul « *Collaborating Centre* » de l'AIEA en France et en Europe pour les domaines de l'éducation et de la formation dans le secteur nucléaire.

L'INSTN est implanté sur cinq sites en France : Saclay (Île-de-France), Cadarache (Provence-Alpes-Côte d'Azur), Cherbourg-Octeville (Normandie), Grenoble (Rhône-Alpes), Marcoule (Occitanie).

En savoir plus : <http://www-instn.cea.fr/>



© S. Le Couster / CEA



© L. Godart / CEA



À propos du CEA

Le Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives (CEA) est un organisme public de recherche qui intervient dans quatre domaines : la défense et la sécurité, les énergies bas carbone (nucléaire et renouvelables), la recherche technologique pour l'industrie et la recherche fondamentale.

S'appuyant sur une capacité d'expertise reconnue, le CEA participe à la mise en place de projets de collaboration avec de nombreux partenaires académiques et industriels. Fort de ses 16 000 chercheurs et collaborateurs, il est un acteur majeur de l'espace européen de la recherche et exerce une présence croissante à l'international. Le CEA a été identifié en 2017 par Thomson-Reuters/Clarivate comme l'organisme de recherche public le plus innovant en Europe.

En savoir plus : www.cea.fr

L'institut CEA-List

Le CEA-List, institut de CEA Tech, focalise ses recherches sur les systèmes numériques intelligents. Porteurs d'enjeux économiques et sociétaux majeurs, ses programmes de R&D sont centrés sur le manufacturing avancé, les systèmes embarqués, l'intelligence ambiante et la maîtrise des rayonnements ionisants pour la santé

En savoir plus : <http://www-list.cea.fr>

La 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. 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^{ème} 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.

En savoir plus : <http://www.cea.fr/Pages/le-cea/la-direction-de-l-energie-nucleaire.aspx>



CONTACT PRESSE

Guillaume Milot
Guillaume.milot@cea.fr
01 64 50 14 88 / 06 37 94 57 11

Service Informations médias
presse@cea.fr
01 64 50 20 11

www.cea.fr
 [@CEA_Recherche](https://twitter.com/CEA_Recherche)