

A photograph of three people in a laboratory setting. On the left, an older man with grey hair and a beard, wearing a grey sweater, is leaning over a desk and pointing at a device. In the center, a woman with dark hair and glasses, wearing a light blue shirt, is looking at the device. On the right, a younger woman with blonde hair in a bun, wearing a white shirt, is also looking at the device. They are gathered around a transparent case containing electronic components. A desk lamp is visible above them, and a computer monitor is in the background.

CATALOGUE  
DES FORMATIONS  
ITECH 2023  
ACCESSIBLES A L'EXTERNE  
DIRECTION RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT

# LA R&D D'EDF OSER LE FUTUR INNOVER AU PRÉSENT

La R&D d'EDF conçoit et met en œuvre les solutions d'avenir qui permettront de répondre aux défis énergétiques du XXI<sup>e</sup> siècle. Acteur de 1<sup>er</sup> plan dans ce domaine, la R&D d'EDF met notamment au service de ses clients son expertise sur les grands logiciels de simulation numérique et ses supercalculateurs, dotés d'une puissance de calcul exceptionnelle.

## LES TROIS MISSIONS DE LA R&D

- 1 Améliorer la performance du groupe EDF dans toutes ses activités d'aujourd'hui et en faire profiter ses clients.**
- 2 Préparer l'avenir énergétique en travaillant sur les solutions et les technologies de rupture.**
- 3 Effectuer des recherches pour des commanditaires externes au groupe EDF dans le cadre de partenariats ou de commandes.**

Son domaine d'action couvre le large éventail des préoccupations du groupe EDF, de la production à la distribution de l'électricité, de l'environnement à la connaissance du client.

Sa philosophie est ancrée solidement dans la réalité des différents métiers d'EDF et ses technologies sont validées par une formidable expertise pratique.

Retrouvez la vidéo de présentation sur [www.edf.fr](http://www.edf.fr)

Et explorez [R&D Expérience](#), la nouvelle vitrine virtuelle de la R&D



## LA R&D DANS LE MONDE

Avec 3 centres en France et 6 à l'étranger auxquels s'ajoute une délégation à Bruxelles, EDF conduit ses activités de recherche à l'échelle nationale et internationale.



### FRANCE Ile-de-France

- EDF Lab Paris Saclay
- EDF Lab les Renardières
- EDF Lab Chatou

### ALLEMAGNE Karlsruhe

- European Institute For Energy Research (EIFER)

### ITALIE Milan, Turin

- Edison RD&TI

### ROYAUME-UNI Manchester, Londres, Brighton, Barnwood

- EDF UK R&D Centre

### CHINE Pékin, Shenzhen

- EDF R&D Centre Chine

### SINGAPOUR • EDF Lab Singapour

- ### ÉTATS-UNIS Los Altos – Californie
- EDF Innovation Lab



© EDF / CAPA PICTURES / CHRISTOPHE MEÏRES

## LA R&D EN FRANCE

### EDF LAB PARIS-SACLAY

Depuis 2016, EDF Lab Paris-Saclay est implanté au cœur d'un écosystème scientifique mondialement reconnu, le plateau de Saclay, qui regroupera à terme 20 % de la recherche française.

### EDF LAB LES RENARDIÈRES

EDF Lab les Renardières est le plus grand site de R&D du groupe EDF. Il concentre notamment des moyens d'expérimentation parmi les plus performants au monde.

### EDF LAB CHATOU

Site historique de R&D, EDF Lab Chatou dispose d'une expertise de pointe dans les domaines de l'hydraulique, des énergies renouvelables, du nucléaire et de l'environnement.

# L'ITECH UN ORGANISME INTERNE DE FORMATION POUR LES SALARIÉS DU GROUPE EDF

L'Institut de Transfert des Technologies (ITech), créé en 1998 à l'initiative de la R&D d'EDF, est l'un des quatre organismes internes de formation du Groupe. Il a pour vocation de partager les connaissances, les pratiques, les savoir-faire et les innovations issues des travaux de recherche et développement d'EDF.

---



© ISTOCK

### DES FORMATIONS DESTINÉES AUX SALARIÉS DU GROUPE

Pour une entrée en fonction, un approfondissement ou une ouverture scientifique, une reconversion vers de nouvelles activités ou une nouvelle expertise. Basées sur les compétences, l'expertise et les savoir-faire de la R&D d'EDF, les formations de l'ITech couvrent l'ensemble des activités du Groupe (ENR, production nucléaire, hydraulique, réseaux, management d'énergie, commerce et services, environnement, systèmes d'information...). Une majorité des formations sont insérées dans les offres de formation et cursus de professionnalisation des Académies des Métiers (VEOL / Communauté « Mon Parcours Ma Formation »). Plusieurs nouvelles formations sont intégrées à l'offre 2023.

### UNE OUVERTURE À L'EXTERNE

Environ 50 % de l'offre de formations ITech est accessible à l'externe du groupe EDF (partenaires, prestataires, professionnels, etc.). Cette offre externe est en ligne sur : [www.edf.fr](http://www.edf.fr)

### DES FORMATEURS, ACTEURS DE L'ENTREPRISE

Les formations de l'ITech sont conçues et portées par des ingénieurs de recherche et experts reconnus dans leurs domaines, à l'intérieur comme à l'extérieur de l'entreprise. L'application de leur métier les conduit à alterner théorie et pratique. Les relations quotidiennes avec les multiples unités opérationnelles et filiales d'EDF leur permettent d'adapter et d'enrichir leurs compétences et, par conséquent, les contenus des stages proposés.

### UNE ORGANISATION PÉDAGOGIQUE EFFICACE POUR UN BÉNÉFICE OPÉRATIONNEL

Pour chaque formation, un responsable pédagogique supervise le contenu pédagogique. Des séquences interactives sont développées où les exercices, les études de cas, les travaux pratiques (simulations numériques ou manipulations sur bancs d'essai) servent à vérifier les phénomènes et les concepts et à fixer les connaissances. Des visites de laboratoires sont organisées chaque fois que le sujet du stage s'y prête et des outils numériques sont intégrés.

### DIFFÉRENTES MODALITÉS DE FORMATION

Les formations en présentiel se déroulent sur les sites de la R&D d'EDF (EDF Lab Paris-Saclay, EDF Lab les Renardières et EDF Lab Chatou), à proximité des laboratoires, ainsi que sur le Campus EDF Paris-Saclay.

À la demande d'une unité, la formation peut se dérouler sur le site de l'unité ou répondre à un besoin spécifique (formation sur mesure).

Les formations en ligne sont accessibles depuis la plateforme [ecampus](https://ecampus.edf.fr) d'EDF ou depuis une plateforme externe.

### PARIS-SACLAY, UNE IMPLANTATION STRATÉGIQUE

Grâce à son implantation sur le pôle d'innovation et de recherche de Paris-Saclay, l'institut profite d'équipements pédagogiques neufs et innovants et bénéficie de la dynamique de partenariats dans les domaines de la formation et de la recherche. Par exemple, l'INSTN (Institut National des Sciences et techniques Nucléaires) du CEA à Saclay est partenaire de plusieurs de nos formations en Neutronique, en Génie Civil et sur les Smart Grids.

### TAUX DE SATISFACTION DES STAGIAIRES ÉVALUÉS EN 2022 : 98 %

La satisfaction des stagiaires est évaluée «à chaud» via un questionnaire en ligne.





© ISTOCK

## CONSULTER L'OFFRE ET S'INSCRIRE AUX STAGES



### CONSULTER L'OFFRE DE FORMATIONS EXTERNE DE L'ITECH

Retrouvez le catalogue de formations accessibles à l'externe sur : [www.edf.fr](http://www.edf.fr)



### MODALITÉS D'INSCRIPTION

• **veuillez compléter**

[le formulaire de demande d'inscription externe ci-joint.](#)

• Une convocation avec les modalités pratiques est adressée par mail aux participants.

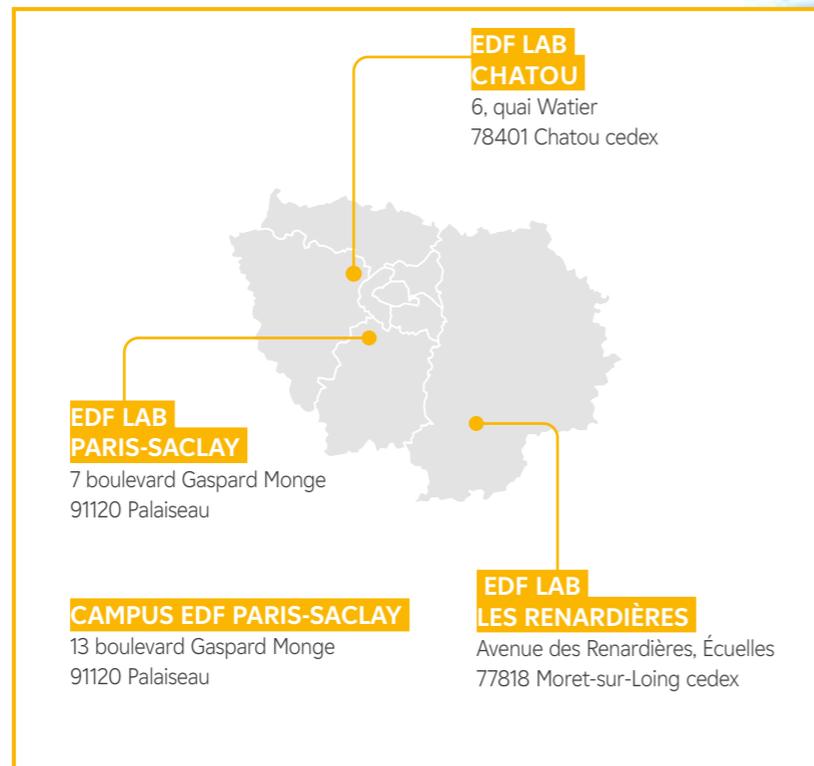


### DROITS D'INSCRIPTION

- Les prix indiqués sont valables un an. Ils incluent l'animation, les supports pédagogiques et les déjeuners.
- Les frais d'hébergement et de transport sont à la charge des participants. Concernant nos stages prévus sur le Campus EDF Paris-Saclay, ceux-ci sont désormais en externat. En revanche, les participants peuvent faire une demande de réservation de chambre via le portail ou écrire à l'adresse mail [hebergementcampus@edf.fr](mailto:hebergementcampus@edf.fr)



### LIEUX DES STAGES



### MODALITÉS D'ACCESSIBILITÉ AUX PERSONNES EN SITUATION DE HANDICAP

Veuillez vous référer au contact indiqué sur la fiche formation. Vous pouvez également nous contacter via [ret-d-itech@edf.fr](mailto:ret-d-itech@edf.fr)



© EDF / AGENCE REA / POPY XAVIER



### PRINCIPES DE DÉSINSCRIPTION

- À J-21 du début d'une session de formation, les convocations sont envoyées aux stagiaires inscrits à la session.
- En deçà de J-14, si un stagiaire ne peut assister à la formation prévue, l'Institut procède à la désinscription demandée si et seulement si le stagiaire est remplacé par une personne de la même entité.
- Toute inscription non annulée en deçà de J-14 avant la date du début du stage est considérée comme définitive et due en totalité. Tout stage commencé est dû intégralement.
- L'Institut se réserve le droit d'annuler une session si le nombre de participants est insuffisant.

# SOMMAIRE DES FORMATIONS

## CŒUR COMBUSTIBLE, NEUTRONIQUE 10

- Neutronique des réacteurs nucléaires : Phénoménologie (théorie) .....11
- Neutronique des réacteurs nucléaires : Phénoménologie (pratique) .....12
- Neutronique avancée (théorie) .....13
- Neutronique avancée (pratique) .....14
- Fonctionnement normal des réacteurs à eau pressurisée (théorie) .....15
- Fonctionnement normal des réacteurs à eau pressurisée (pratique) .....16
- Fonctionnement incidentel et accidentel des réacteurs à eau pressurisée (théorie) .....17
- Fonctionnement incidentel et accidentel des réacteurs à eau pressurisée (pratique) .....18

## CONTRÔLE-COMMANDE, INSTRUMENTATION ET INFORMATIQUE INDUSTRIELLE 19

- Sécurité de fonctionnement des systèmes programmés .....20

## ECONOMIE 22

- Smart Grids : Enjeux, défis, perspectives .....23

## EFFICACITE ENERGETIQUE 24

- Efficacité énergétique : Vision sectorielle et technologies .....25

## ENVIRONNEMENT, DECHETS 26

- Prévisions météorologiques et prévisions de productions renouvelables .....27
- Système climatique et prévisions météo .....28
- Qualité de l'air, enjeux, réglementation et perspectives .....29
- Physique de l'atmosphère et des phénomènes pilotant la dispersion/modélisation/outils numériques .....30

## FONCTIONNEMENT DES SYSTEMES ELECTRIQUES, EXPLOITATION DES RESEAUX 31

- Standards pour les Smart Grids .....32
- Introduction au standard IEC 61850 .....33
- Fondamentaux des télécoms au cœur des métiers d'EDF .....34

## FONCTIONNEMENT ET CONDUITE DES CENTRALES DE PRODUCTION D'ENERGIE 35

- Introduction à la modélisation en Modelica du fonctionnement des process énergétiques avec l'outil DYMOLA .....36

## GENIE CIVIL 37

- Durabilité des structures en béton dans les centrales nucléaires à eau sous pression .....38

## HYDRAULIQUE 39

- Sédimentologie en milieu fluvial et dans les retenues .....40
- TELEMAC - Module 1 : Bases d'hydraulique et initiation à la réalisation d'une étude d'hydraulique avec SALOME et TELEMAC-2D .....41
- TELEMAC - Module 2 : Construction d'un modèle hydraulique avec SALOME-HYDRO .....42
- TELEMAC - Module 3 : Utilisation de TELEMAC-2D en hydraulique fluviale .....43
- TELEMAC - Module 4 : Utilisation de TELEMAC-2D en hydraulique maritime et de TELEMAC-3D .....44

## MATERIAUX 45

- Matériaux dans les réacteurs nucléaires à eau sous pression .....46
- Tenue et comportement des matériaux cimentaires : Modélisation micromécanique .....47

## MATERIELS ELECTRIQUES ET ELECTROMAGNETISME 48

- Initiation à l'électronique de puissance .....49
- Comprendre et décrypter les essais de matériels électriques .....50

## MATHEMATIQUES APPLIQUEES 51

- Introduction aux statistiques des valeurs extrêmes .....52
- Optimisation mathématique : De la théorie à la mise en œuvre .....53 ■■■



## MECANIQUE 54

- Code\_Aster et Salomé-Méca : Génie Civil ..... 55
- Code\_Aster et Salomé-Méca : Mécanique de la rupture ..... 56

## OPTIMISATION DE LA PRODUCTION ET MARCHES DE L'ENERGIE 57

- Comprendre le marché du gaz ..... 58

## SCIENCE DES DONNEES 59

- Machine Learning : Fondamentaux mathématiques et méthodologiques (objectifs métiers, modélisation, prévision et interprétation) **NEW** ..... 60

## SURETE DE FONCTIONNEMENT, SECURITE, RADIOPROTECTION 61

- Fiabilité et sûreté des systèmes industriels ..... 62
- Modélisation de la fiabilité des composants :  
Méthodes probabilistes et statistiques, analyses d'incertitudes ..... 63
- Incertitudes - Module Introduction Méthodo : Prise en compte des incertitudes et exploration de modèles numériques ..... 64
- Incertitudes - Module Mise en œuvre : Logiciel OpenTurns ..... 65
- Incertitudes Avancées : Méthodes et outils avancés de traitement des incertitudes pour les modèles numériques ..... 66
- Utilisation de KB3 dans le cadre des EPS ..... 67
- Initiation aux bases de l'outil ANDROMEDA dans le cadre des EPS ..... 68
- Initiations aux outils avancés d'ANDROMEDA dans le cadre des EPS ..... 69
- Science de l'incendie et utilisation du code MAGIC ..... 70

## SYSTEMES D'INFORMATION 71

- Concepts généraux d'architecture pour les Systèmes d'Information ..... 72

## THERMOHYDRAULIQUE 73

- Thermohydraulique locale et CFD ..... 74
- Code\_Saturne - Module 1 : Prise en main ..... 75
- Code\_Saturne - Module 2 : Utilisation avancée et développement ..... 76
- Introduction à la thermohydraulique diphasique à l'échelle composant  
pour les cœurs et les échangeurs ..... 77
- Code de thermohydraulique diphasique composants THYC - Cœurs de réacteur ..... 78
- Code de thermohydraulique diphasique composants THYC - Echangeurs de chaleur ..... 79

## TRAITEMENT DE L'INFORMATION SCIENTIFIQUE 80

- Plate-forme SALOMÉ - Module 1 : Prise en main ..... 81
- Plate-forme SALOMÉ - Module 2 : Maillage avec SMESH ..... 82
- Plate-forme SALOMÉ - Module 3 : Modélisation géométrique avec SHAPER ..... 83
- Plate-forme SALOMÉ - Module 4 : Utilisation du modèle de visualisation ParaViS ..... 84
- Plate-forme SALOMÉ - Module 5 : Utilisation de l'assimilation de données avec ADAO ..... 85
- Plate-forme SALOMÉ - Module 6 : Initialisation au scripting dans le module de visualisation ParaViS et manipulation de maillages et de champs avec le module MEDCOUPLING ..... 86
- How to use EDF High Performance Computing capabilities ..... 87

## VALORISATION & INNOVATION 88

- Favoriser les dynamiques d'intelligence collective en adoptant la posture de facilitateur ..... 89

## CŒUR COMBUSTIBLE, NEUTRONIQUE

■ Neutronique des réacteurs nucléaires : Phénoménologie (théorie) .....	11
■ Neutronique des réacteurs nucléaires : Phénoménologie (pratique) .....	12
■ Neutronique avancée (théorie) .....	13
■ Neutronique avancée (pratique) .....	14
■ Fonctionnement normal des réacteurs à eau pressurisée (théorie) .....	15
■ Fonctionnement normal des réacteurs à eau pressurisée (pratique) .....	16
■ Fonctionnement incidentel et accidentel des réacteurs à eau pressurisée (théorie) .....	17
■ Fonctionnement incidentel et accidentel des réacteurs à eau pressurisée (pratique) .....	18



© EDF / GETTY IMAGES / GOLDSTEIN JULIEN / CAPA PICTURES

Code : **ARN5925**

## NEUTRONIQUE DES RÉACTEURS NUCLÉAIRES : PHÉNOMÉNOLOGIE (THÉORIE)

Accessibilité : EDF, Filiales, Externe

 Durée : **3 jours**
 Lieu : **INSTN Saclay**
 Tarif : **2 200 €**
 Dates : **4 au 6 avril 2023**
 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)
**33%** de numérique en présentiel

**PUBLIC :** Ingénieurs ou techniciens supérieurs recherchant une bonne connaissance de la physique des réacteurs pour entreprendre une spécialisation dans ce domaine, ou pour être en mesure de dialoguer avec des spécialistes.

**PRÉ-REQUIS :**

- Bon niveau en mathématiques (calcul vectoriel, différentiel, intégral ; fonctions usuelles, opérateur laplacien...).
- Connaissances de base en physique nucléaire.

**OBJECTIFS DE FORMATION**

- Connaître les grandeurs fondamentales de la neutronique et leur signification physique. Identifier et expliquer les différents phénomènes de neutronique résultant des interactions neutrons/matière dans un réacteur nucléaire.

**PROGRAMME**

**Conférences**

- Introduction à la neutronique : rappels de physique nucléaire (réactions nucléaires, sections efficaces ; fission), bilan de neutrons dans un réacteur, différences entre filières de réacteurs ;
- Équation de Boltzmann, établissement de l'équation ;
- Loi de Fick, Équation de la diffusion, théorie à un groupe et deux groupes ; initiation à la résolution numérique de l'équation de la diffusion
- Ralentissement et thermalisation : mécanismes, loi du choc élastique, absorption résonnante, spectre de Maxwell ;
- Évolution du combustible ;
- Effets en réactivité : effet Doppler, effet modérateur, effet du bore...
- Synthèse des points précédents utilisés dans un calcul industriel de cœur de réacteur : Présentation du schéma d'un calcul de cœur 3D, calcul d'un assemblage pour fabriquer une bibliothèque neutronique puis calcul de cœur en théorie de la diffusion.

**Travaux dirigés**

- Utilisation de didacticiels : mini Monte-Carlo pour le ralentissement et la thermalisation, et programme d'initiation au calcul de Diffusion (1D).

**LES « + » DE LA FORMATION**

- Pouvoir utiliser des codes industriels ou didacticiels de haut niveau.
- Disposer d'enseignants professionnels en activité issus de l'INSTN, du CEA et de l'EDF

**INTERVENANTS**

**Cette formation est le fruit d'une collaboration entre l'INSTN et EDF/ITech dans le cadre d'un partenariat de formation, regroupant l'excellence des formations académiques de l'INSTN et le savoir-faire industriel d'EDF, en matière de science et technologie nucléaires.**

**RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :**

• **Saclay/INSTN**

Hubert Grard  
hubert.grard@cea.fr  
Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives  
Institut national des sciences et techniques nucléaires

• **Saclay/EDF Lab**

Serge MARGUET  
serge.marguet@edf.fr  
Ingénieur-Chercheur au département PERFORMANCE et prévention des Risques Industriels du parC par la simulation et les Études (PERICLES) de la R&D d'EDF.

**MODALITÉS PÉDAGOGIQUES**

- Conférences, travaux dirigés et pratiques (en demi-groupes en fonction du nombre de participants) sur PC.
- Le livre « La physique des réacteurs nucléaires » de la collection EDF R&D (édition Lavoisier) sera remis aux stagiaires.

Code : **ARN5926**

## NEUTRONIQUE DES RÉACTEURS NUCLÉAIRES : PHÉNOMÉNOLOGIE (PRATIQUE)

Accessibilité : EDF, Filiales, Externe

 Durée : **3 jours**
 Lieu : **EDF/R&D PALAISEAU**
 Tarif : **2 200 €**
 Dates : **23 au 25 mai 2023**
 Pour vous inscrire :  
 → [Consulter les modalités en page 06](#)
**66%** de numérique en présentiel

**PUBLIC :** Ingénieurs ou techniciens supérieurs recherchant une bonne connaissance de la physique des réacteurs pour entreprendre une spécialisation dans ce domaine, ou pour être en mesure de dialoguer avec des spécialistes.

### PRÉ-REQUIS :

- Bon niveau en mathématiques (calcul différentiel, intégral ; fonctions usuelles, opérateur laplacien...).
- Connaissances théoriques de base en physique nucléaire et en neutronique. Formation 0t ou équivalent fortement conseillée.

### OBJECTIFS DE FORMATION

- Identifier et expliquer les différents phénomènes de neutronique résultant des interactions neutrons/matière dans un réacteur nucléaire ;
- Analyser les différents effets physiques en calculant un accident d'éjection de barres sur un véritable cœur de réacteur REP.

### PROGRAMME

#### Conférences

- Cinétique ponctuelle, équation de Nordheim. Applications : l'approche sous-critique, les pesées d'absorbants
- Équation de la diffusion en cinétique
- Effets en réactivité : effet Doppler, effet modérateur, effet du bore...
- enchaînement d'un calcul de cœur
- exposé sur les barres de commandes des REPs : fonction, technologie, effet.

#### Travaux pratiques

- Utilisation de la suite de logiciels d'apprentissage NAO
- Code de physique des réacteurs (COCCINELLE, EDF) : cinétique neutronique, effets des contre-réactions. Calcul réaliste d'éjection de barre sur réacteur de type EDF.

### LES « + » DE LA FORMATION

- Pouvoir utiliser des codes industriels comme COCCINELLE.
- Disposer d'enseignants professionnels en activité issus de l'INSTN, du CEA et de l'EDF

### INTERVENANTS

Cette formation est le fruit d'une collaboration entre l'INSTN et l'EDF/ITech dans le cadre d'un partenariat de formation, regroupant l'excellence des formations académiques de l'INSTN et le savoir-faire industriel de l'EDF, en matière de science et technologie nucléaires.

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

##### • Saclay/INSTN

Hubert Grard  
 hubert.grard@cea.fr  
 Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives - Institut national des sciences et techniques nucléaires

##### • Saclay/EDF Lab

Serge MARGUET  
 serge.marguet@edf.fr  
 Ingénieur-Chercheur au département PERFORMANCE et prévention des Risques Industriels du parC par la simulation et les Études (PERICLES) de la R&D d'EDF.

### MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

- Conférences, travaux dirigés et pratiques sur PC/Linux.
- Le livre « La physique des réacteurs nucléaires » de la collection EDF R&D (édition Lavoisier) sera remis aux stagiaires.



Code : **ARN5927**

## NEUTRONIQUE AVANCÉE (THÉORIE)

Accessibilité : EDF, Filiales, Externe

 Durée : **3 jours** Lieu : **INSTN Saclay** Tarif : **2 200 €** Dates : **14 au 16 mars 2023** Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)

**PUBLIC** : Ingénieurs cherchant à approfondir la physique des réacteurs ou visant une spécialisation dans ce domaine.

**PRÉ-REQUIS** : Bon niveau en mathématiques (calcul différentiel, intégral ; fonctions usuelles, opérateur laplacien...).  
Connaissances théoriques de base en neutronique. Formation Neutronique 0t, 0p ou équivalent fortement conseillée.

### OBJECTIFS DE FORMATION

- Présenter les modèles théoriques complexes intervenant dans la physique neutronique ;
- Étudier les principales méthodes de calcul utilisées en physique des réacteurs.
- Comprendre les différents enchaînements d'un calcul de cœur

### PROGRAMME

#### Jour 1 :

##### Conférences

- Données nucléaires : mesures, traitement numérique et physique. Elaboration des données nucléaires de base ;
- Les 3 formes de l'Équation de Boltzmann, établissement de l'équation, Notion de flux, de courant neutronique, d'albédo, section efficaces, coefficient de diffusion ;

Physique des Contre-réactions

- Effet Doppler : aspects théoriques ;
- Effet Modérateur : aspects théoriques et application pratique ;
- Physique du bore, contre-réactions du bore

#### Jour 2 :

- Physique de l'autoprotection, approche multi-groupe ;
- Effets neutroniques de l'évolution macroscopique / microscopique, effet des poisons consommables ;
- Diffusion neutronique : concept, équivalence au transport, calcul du coefficient de diffusion ;

#### Jour 3 :

- Traitement numérique de l'équation du transport : méthode des Pij, Méthode des Caractéristiques (MOC), Méthode Pn, méthode de Monte-Carlo

### LES « + » DE LA FORMATION

- Disposer d'enseignants professionnels en activité issus de l'INSTN, du CEA et de l'EDF
- Aborder des concepts complexes de la neutronique et de la physique des réacteurs rarement évoqués.

### INTERVENANTS

Cette formation est le fruit d'une collaboration entre l'INSTN et EDF/ITech dans le cadre d'un partenariat de formation, regroupant l'excellence des formations académiques de l'INSTN et le savoir-faire industriel d'EDF, en matière de science et technologie nucléaires.

### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

#### • INSTN

Louis-Joseph BONNAUD

louis-joseph.bonnaud@cea.fr

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives  
Institut national des sciences et techniques nucléaires

#### • EDF R&D

David COUYRAS

david.couyras@edf.fr

Ingénieur-Chercheur au département PERformance et prévention des Risques Industriels du parC par la simuLation et les ÉtudeS (PERICLES) de la R&amp;D d'EDF.

### MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

- Cours - conférences
- Le livre « La physique des réacteurs nucléaires » de la collection EDF R&D (édition Lavoisier) sera remis aux stagiaires.



Code : **ARN5928**

## NEUTRONIQUE AVANCÉE (PRATIQUE)

Accessibilité : **EDF, Filiales, Externe**
 Durée : **3 jours**
 Lieu : **EDF/R&D PALAISEAU**
 Tarif : **2200 €**
 Dates : **20 au 22 juin 2023**
 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)
**66%** de numérique en présentiel

**> PUBLIC :** Ingénieurs cherchant à approfondir la physique des réacteurs ou visant une spécialisation dans ce domaine

**+ PRÉ-REQUIS :** Bon niveau en mathématiques (calcul différentiel, intégral ; fonctions usuelles, opérateur laplacien...). Connaissances théoriques de base en neutronique. Formation 1t ou équivalent fortement conseillée.

### > OBJECTIFS DE FORMATION

- Identifier et expliquer les différents phénomènes de neutronique résultant des interactions neutrons/matière dans un réacteur nucléaire ;
- Analyser les différents effets physiques en calculant l'évolution en irradiation sur un véritable cœur de réacteur REP.
- Comprendre l'enchaînement d'un calcul de cœur (calcul des bibliothèques en milieu infini, puis calcul de cœur)

### > PROGRAMME

#### Jour 1 :

##### Introduction

##### Conférences matin

- Rappels succincts sur l'équation de Boltzmann (vue en détail dans le module 1t)
- La méthode d'itérations de puissance appliquée aux équations critiques à valeur propre ;
- La méthode Sn de traitement de l'équation de Boltzmann ;
- La méthode SPn de traitement de l'équation de Boltzmann

##### Conférences après-midi

- Rappels succincts sur l'équation de la Diffusion (vue en détail dans le module 1t)
- La méthode nodale appliquée à l'équation de diffusion)
- Méthodes de perturbations appliquées à la neutronique (flux adjoint, perturbations au premier ordre, Generalized Perturbation Theory, application au calcul de l'impact des données nucléaires)

#### Jour 2 :

##### Travaux pratiques matin et après-midi

- Utilisation industrielle du code de cellule APOLLO2 via l'outil de génération de bibliothèque GAB, Analyse de l'évolution du combustible, principe des bibliothèques neutroniques pour utilisation dans un code de cœur.
- Application au calcul des réflecteurs neutroniques en méthode Lefebvre-Lebigot (théorie et pratique)
- Calculs d'effet de contre-réaction et d'autoprotection avec APOLLO2

#### Jour 3 :

##### Travaux pratiques matin et après-midi

- Utilisation du code COCCINELLE en physique des réacteur (Longueur naturelle de campagne, effet des contre-réactions, effet de l'insertion des barres (notion de pilotage)
- pilotage d'un réacteur (convergence simple, double-convergence)

### LES « + » DE LA FORMATION

- Pouvoir utiliser des codes industriels ou didacticiels de haut niveau (APOLLO2, GAB, COCCINELLE).
- Disposer d'enseignants professionnels en activité issus de l'INSTN, du CEA et de l'EDF
- Aborder des concepts complexes de la neutronique et de la physique des réacteurs rarement évoqués.

### + INTERVENANTS

Cette formation est le fruit d'une collaboration entre l'INSTN et l'EDF/ITech dans le cadre d'un partenariat de formation, regroupant l'excellence des formations académiques de l'INSTN et le savoir-faire industriel de l'EDF, en matière de science et technologie nucléaires.

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

##### • Saclay/INSTN

Louis-Joseph BONNAUD

[louis-joseph.bonnaud@cea.fr](mailto:louis-joseph.bonnaud@cea.fr)

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives  
Institut national des sciences et techniques nucléaires

##### • Saclay/EDF Lab

David COUYRAS

[david.couyras@edf.fr](mailto:david.couyras@edf.fr)

Ingénieur Chercheur au Département PERformance et prévention des Risques Industriels du parC par la simuLation et les Etudes (PERICLES) de la R&D d'EDF.

### + MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

- Conférences, travaux dirigés et pratiques sur PC/Linux.
- Le livre «La physique des réacteurs nucléaires» de la collection EDF R&D (édition Lavoisier) sera remis aux stagiaires.

Code : **ARN5929**

## FONCTIONNEMENT NORMAL DES RÉACTEURS À EAU PRESSURISÉE (THÉORIE)

Accessibilité : **EDF, Filiales, Externe**
 Durée : **3 jours**
 Lieu : **INSTN Saclay**
 Tarif : **2 200 €**
 Dates : **19 au 21 septembre 2023**
 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)

# 40%

 de numérique en présentiel

**PUBLIC** : Ingénieurs ou techniciens supérieurs recherchant une première approche du fonctionnement des réacteurs à eau pressurisée, ou s'orientant vers les métiers tranche.

**PRÉ-REQUIS** : Notions de physique des réacteurs, de thermohydraulique. Les rappels absolument nécessaires sont abordés en cours. Formation 0t ou équivalent fortement conseillée.

### OBJECTIFS DE FORMATION

Présenter d'une part les bases de technologie de la filière, pour ensuite aborder le fonctionnement en situation normale (classe 1 et 2) ; le fonctionnement accidentel est juste abordé pour introduire une future formation MODULE 3 consacrée au sujet.

### PROGRAMME

#### Jour 1 :

##### Introduction

##### Conférences

- Bases de technologie des REPs (support livre « La technologie des réacteurs à eau pressurisée » ; Présentation du circuit primaire, secondaire. Tertiaire, Les principaux composants ; les principaux circuits et systèmes)

##### Physique de fonctionnement d'un réacteur

- La physique du xénon, du samarium, effet du Bore, effet des contre-réactions neutroniques ; Paramètres clé du réacteur
- Notions de cinétique du réacteur, neutrons retardés
- Notions de thermohydraulique et de thermique du cœur

#### Jour 2 :

- Bases de sûreté, rendement de la tranche, démarrage du réacteur, « chaussette » ; Pilotage des REPs (diagramme de pilotage), Télé réglage, réglage de fréquence, optimisation production/consommation ;
- Modes de pilotage A, G, T, gestion des barres de contrôles, courbe G3, paramètre P1 ; Paramètre PCUM de l'EPR
- Mesure In-core, Mesure de l'axial-offset par les chambres externes, présentation du SPINn aéroballs ; collectrons ;

#### Jour 3 :

- Travaux pratiques réalisés avec des logiciels d'enseignement ou professionnels
- Illustration des bases de la technologie des REPs : réalisation (partielle) du démarrage d'une tranche REP avec le simulateur C-PWR
- limites à la manoeuvrabilité dues au xénon : capacité de dilution du pic xénon au palier bas (facteur limitant en mode G) et reprise de charge

(facteur limitant en mode A)

- Evolution libre du réacteur en stretch-out et réglage de température (EASYREP).

### LES « + » DE LA FORMATION

Disposer d'enseignants professionnels en activité issus de l'INSTN, du CEA et de l'EDF  
Aborder des concepts complexes de fonctionnement et de sûreté des réacteurs rarement évoqués.

### + INTERVENANTS

**Cette formation est le fruit d'une collaboration entre l'INSTN et EDF/ITech dans le cadre d'un partenariat de formation, regroupant l'excellence des formations académiques de l'INSTN et le savoir-faire industriel d'EDF, en matière de science et technologie nucléaires.**

### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

#### • Saclay/INSTN

Hubert GRARD  
hubert.grard@cea.fr  
Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, Institut national des sciences et techniques nucléaires.

#### • Saclay/EDF Lab

Serge MARGUET  
serge.marguet@edf.fr  
Ingénieur-Chercheur au département PERFORMANCE et prévention des Risques Industriels du parC par la simulation et les ÉtudeS (PERICLES) de la R&D d'EDF.

### + MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

- Les livres « *La technologie des réacteurs à eau pressurisée* », de la collection R&D EDF (édition EDP-Sciences), et « *Physique, fonctionnement et sûreté des REPs : le réacteur en production* » (édition EDP-Sciences collection Génie Atomique INSTN) seront remis aux stagiaires.
- Conférences, travaux dirigés et pratiques (en demi-groupes en fonction du nombre de participants) sur PC.

Code : **ARN5930**

## FONCTIONNEMENT NORMAL DES RÉACTEURS À EAU PRESSURISÉE (PRATIQUE)

Accessibilité : **EDF, Filiales, Externe**
 Durée : **3 jours**
 Lieu : **EDF/R&D Palaiseau**
 Tarif : **2200 €**
 Dates : **17 au 19 octobre 2023**
 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)
**65 %** de numérique en présentiel

**> PUBLIC :** Ingénieurs ou techniciens supérieurs recherchant une première approche du fonctionnement des réacteurs à eau pressurisée, ou s'orientant vers les métiers tranche.

**+ PRÉ-REQUIS :** Notions de physique des réacteurs, de thermohydraulique. Les rappels absolument nécessaires sont abordés en cours. Formation 2t ou équivalent fortement conseillée.

### > OBJECTIFS DE FORMATION

Présenter d'une part les bases de technologie de la filière, pour ensuite aborder le fonctionnement en situation normale (classe 1 et 2) ; le fonctionnement accidentel est juste abordé pour introduire une future formation MODULE 3 consacrée au sujet.

### > PROGRAMME

#### Jour 1 :

##### Introduction Conférences

- Bases de technologie des REPs (support livre « La technologie des réacteurs à eau pressurisée » ;
- les classes de fonctionnement, Rappels sur le pilotage, diagramme de fonctionnement
- Rappels des modes de pilotage A, G, T, gestion des barres de contrôles, courbe G3, paramètre P1 ; PCUM
- Les essais physiques de démarrage, les cartes de flux

#### Jour 2 :

##### Travaux pratiques et dirigés

- Calcul d'un RGL4 avec le code COCCINELLE en 3D en transitoire et en cinétique
- Présentation d'ORLI/ESPADON, Calcul d'un essai de calibration des barres RGL4 avec SimuN3D ;
- Calcul de transitoire Xénon avec le code COCCINELLE en 3D ;
- Calcul d'un ilotage avec le code COCCINELLE en 3D ;

#### Jour 3 :

##### Travaux pratiques et dirigés

- Problématique des plans de chargement, notions de paramètres-clé, algorithme du recuit simulé, des colonies de fourmis

- études des plans de chargement, utilisation du logiciel de recherche de plan de chargement industriel ARPEGE

### LES « + » DE LA FORMATION

- Pouvoir utiliser des codes industriels ou didacticiels de haut niveau (ARPEGE, COCCINELLE, SimuN3D) et pratiquer en salle informatique sous forme de TD
- Disposer d'enseignants professionnels en activité issus de l'INSTN, du CEA et de l'EDF
- Aborder des concepts complexes de la neutronique et de la physique des réacteurs rarement évoqués.

### + INTERVENANTS

**Cette formation est le fruit d'une collaboration entre l'INSTN et EDF/ITech dans le cadre d'un partenariat de formation, regroupant l'excellence des formations académiques de l'INSTN et le savoir-faire industriel d'EDF, en matière de science et technologie nucléaires.**

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

##### • Saclay/INSTN

Hubert GRARD  
hubert.grard@cea.fr  
Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, Institut national des sciences et techniques nucléaires.

##### • EDF R&D

Serge MARGUET  
serge.marguet@edf.fr  
Ingénieur-Chercheur au département PERFORMANCE et prévention des Risques Industriels du parC par la simulation et les Études (PERICLES) de la R&D d'EDF.

### + MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

- Conférences, travaux dirigés et pratiques sur PC/Linux.
- Le livre « La physique des réacteurs nucléaires » de la collection EDF R&D (édition Lavoisier) sera remis aux stagiaires.

Code : **ARN5931**

## FONCTIONNEMENT INCIDENTEL ET ACCIDENTEL DES RÉACTEURS À EAU PRESSURISÉE (THÉORIE)

Accessibilité : EDF, Filiales, Externe

 Durée : **3 jours**
 Lieu : **INSTN SACLAY**
 Tarif : **2 200 €**
 Dates : **14 au 16 novembre 2023**
 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)

**> PUBLIC :** Ingénieurs ou techniciens supérieurs recherchant une première approche du fonctionnement des réacteurs à eau pressurisée, ou s'orientant vers les métiers tranche.

**+ PRÉ-REQUIS :** Notions de physique des réacteurs, de thermohydraulique. Les rappels absolument nécessaires sont abordés en cours. Formation Ot ou équivalent fortement conseillée.

### > OBJECTIFS DE FORMATION

Présenter d'une part les bases scientifiques relatives aux accidents : phénoménologie, terme-source, physique de l'hydrogène, conséquences ; d'autre part l'approche par les codes de calcul.

### > PROGRAMME

#### Conférences

##### 1<sup>er</sup> jour : Connaissance de base des accidents

- Thermohydraulique diphasique (ébullition, décharge des accumulateurs), thermomécanique. Cinétique de la neutronique (neutrons retardés, équation de Nordheim, puissance résiduelle...)
- Principaux circuits de sûreté : RIS (HP, MP, BP, accumulateurs, RIB, FBA), ASG, EAS, PTR, source froide

##### 2<sup>ème</sup> jour : Les accidents de dimensionnement

- APRP, caloduc
- RTGV
- RIA (physique) (RTV, Ejection de barre/retraits intempêtes, Dilution)

##### 3<sup>ème</sup> jour : Les accidents graves

- Historique des accidents graves ; Phénoménologie des accidents graves : oxydation des structures (gainés), fusion du cœur, relocalisation, bain fondu, percement de la cuve, ICB
- Procédures H, U, l'accident de TMI-2, Noyau dur post-Fukushima

### LES « + » DE LA FORMATION

- Disposer d'enseignants professionnels en activité issus de l'INSTN, du CEA et de l'EDF
- Aborder des concepts complexes du fonctionnement accidentels des réacteurs rarement évoqués.

### + INTERVENANTS

Cette formation est le fruit d'une collaboration entre l'INSTN et EDF/ITech dans le cadre d'un partenariat de formation, regroupant l'excellence des formations académiques de l'INSTN et le savoir-faire industriel d'EDF, en matière de science et technologie nucléaires.

### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

#### • Saclay/INSTN

Hubert GRARD  
hubert.grard@cea.fr  
Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives,  
Institut national des sciences et techniques nucléaires.

#### • EDF R&D

Serge MARGUET  
serge.marguet@edf.fr  
Ingénieur-Chercheur au département PERFORMANCE et prévention des Risques Industriels du parC par la simulation et les ÉtudeS (PERICLES) de la R&D d'EDF.

### + MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

- Le livre «A brief history of nuclear reactor accidents » de l'éditeur SPRINGER) sera remis aux stagiaires.

Code : **ARN5932**

## FONCTIONNEMENT INCIDENTEL ET ACCIDENTEL DES RÉACTEURS À EAU PRESSURISÉE (PRATIQUE)

Accessibilité : EDF, Filiales, Externe

 Durée : **3 jours**
 Lieu : **EDF/R&D Palaiseau**
 Tarif : **2200 €**
 Dates : **5 au 7 décembre 2023**
 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)
**80%** de numérique en présentiel

**> PUBLIC :** Ingénieurs ou techniciens supérieurs recherchant une première approche du fonctionnement des réacteurs à eau pressurisée, ou s'orientant vers les métiers tranche.

**+ PRÉ-REQUIS :** Notions de physique des réacteurs, de thermohydraulique. Les rappels absolument nécessaires sont abordés en cours. Formation 3t ou équivalent fortement conseillée.

### > OBJECTIFS DE FORMATION

Présenter d'une part les bases scientifiques relatives aux accidents : phénoménologie, terme-source, physique de l'hydrogène, conséquences ; d'autre part l'approche par les codes de calcul.

### > PROGRAMME

#### 1<sup>er</sup> Jour : Introduction

- Concept de l'APE, Présentation générale de MAAP4/MAAP5, Physique du code, terme source
- Calcul MAAP du LOCA/APRP (présentation de résultats)

#### 2<sup>ème</sup> jour : Accident de RTV

- Calcul d'une RTV, couplage COCCINELLE-THYC, pénalisation de la RTV suite au CDU (barre bloquée)
- Ejection de barre, retrait intempestif, problématique des béta effectifs (calculs COCCINELLE)

#### 3<sup>ème</sup> jour : Utilisation du code MAAP

- Scénario de dégradation du cœur, TMI-2, risque Hydrogène
- Physique du fond de cuve, visualisation

### LES « + » DE LA FORMATION

- Pouvoir utiliser des codes industriels ou didacticiels de haut niveau (THYC, COCCINELLE, CATHARE, MAAP) et pratiquer en salle informatique sous forme de TD
- Disposer d'enseignants professionnels en activité issus de l'INSTN, du CEA et de l'EDF
- Aborder des concepts complexes du fonctionnement accidentel des réacteurs rarement évoqués.

### + INTERVENANTS

Cette formation est le fruit d'une collaboration entre l'INSTN et EDF/ITech dans le cadre d'un partenariat de formation, regroupant l'excellence des formations académiques de l'INSTN et le savoir-faire industriel d'EDF, en matière de science et technologie nucléaires.

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

##### • Saclay/INSTN

Hubert GRARD  
hubert.grard@cea.fr  
Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives,  
Institut national des sciences et techniques nucléaires.

##### • EDF R&D

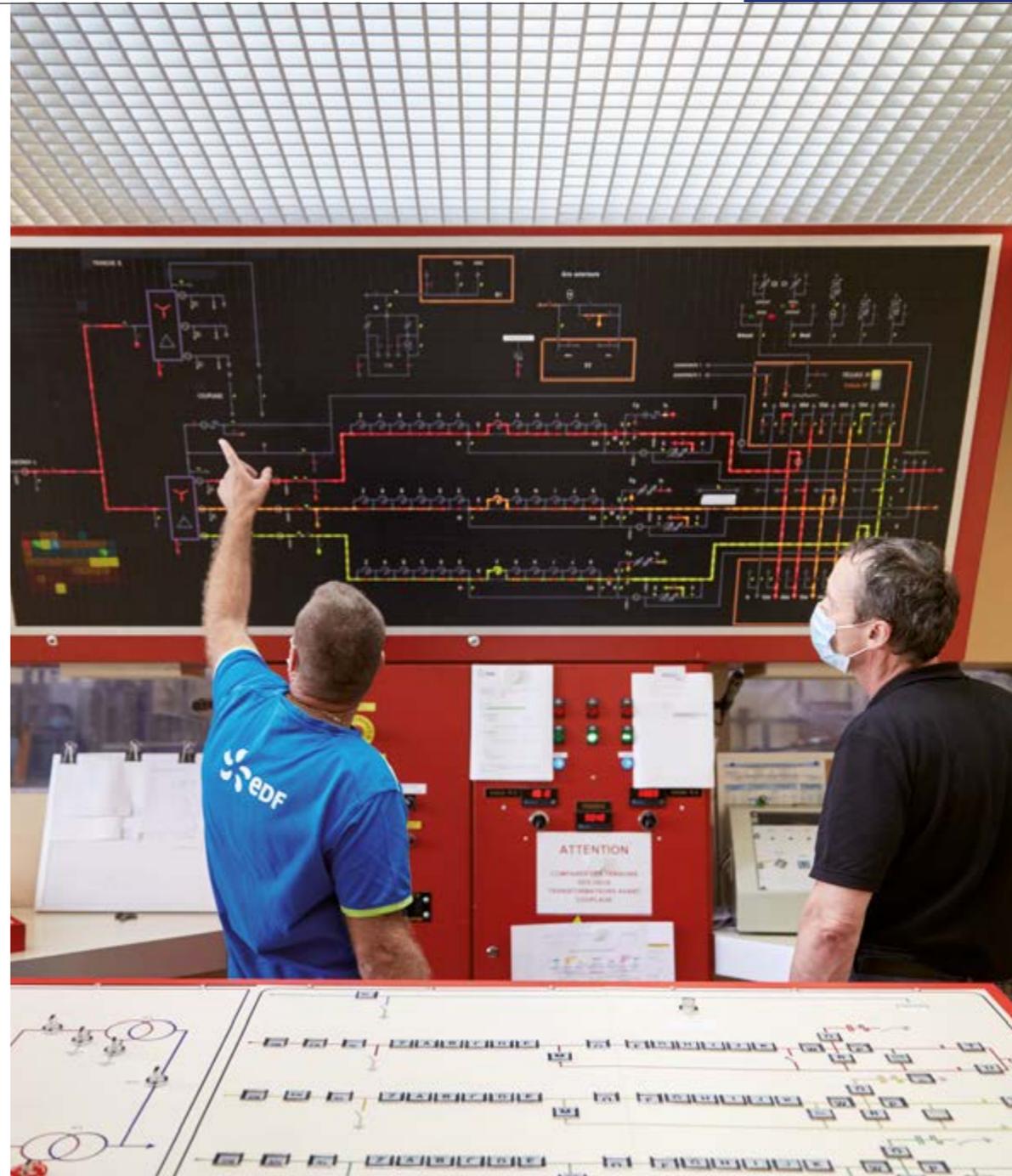
Serge MARGUET  
serge.marguet@edf.fr  
Ingénieur-Chercheur au département PERFORMANCE et prévention des Risques Industriels du parC par la simulation et les ÉtudeS (PERICLES) de la R&D d'EDF.

### + MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

- Conférences, travaux dirigés et pratiques sur PC/Linux
- Le livre « La physique des réacteurs nucléaires » de la collection EDF R&D (édition Lavoisier) sera remis aux stagiaires.

## CONTRÔLE-COMMANDE, INSTRUMENTATION ET INFORMATIQUE INDUSTRIELLE

- Sécurité de fonctionnement des systèmes programmés .....20



Code : **ARN3923**

## SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT DES SYSTÈMES PROGRAMMÉS OU CONFIGURABLES

Accessibilité : EDF, Filiales, Externe

 Durée : **3 jours**
 Lieu : **EDF Lab Chatou**
 Tarif : **2160 €**
 Dates : **6 au 8 juin 2023**
 Pour vous inscrire :  
 → [Consulter les modalités en page 06](#)

**> PUBLIC :** Responsables, chefs de projet et ingénieurs concernés par le contrôle-commande (ingénieurs de CC, ingénieurs de fonctionnement, chargés de retour d'expérience et de rénovation du CC, Ingénieurs-Chercheurs...) et souhaitant consolider leur connaissance :

- Des exigences de sûreté relatives aux architectures de CC, en France et à l'international, pour le nucléaire mais aussi pour d'autres secteurs industriels ;
- Des exigences de sûreté relatives aux systèmes de CC programmés importants pour la sûreté et à leurs logiciels ;
- Des méthodes, outils et pratiques pour répondre à ces exigences et maintenir la qualification.

**+ PRÉ-REQUIS :** Connaissances générales sur les SNCC et les systèmes programmés.

### > OBJECTIFS DE FORMATION

Les systèmes de contrôle-commande (CC) reposent de plus en plus sur des systèmes et équipements électroniques programmés ou configurables. L'évaluation de leurs capacités fonctionnelles et d'autosurveillance, ainsi que leur fiabilité, doit néanmoins répondre à des questions spécifiques quant à leur sûreté de fonctionnement. De plus, l'évolution rapide des technologies et des produits, et l'internationalisation croissante des projets de construction ou de rénovation conduisent à une harmonisation et un durcissement des exigences réglementaires, en particulier pour le nucléaire, auxquels les fournisseurs ne sont pas toujours familiarisés. Il est donc important pour les ingénieurs d'EDF de bien connaître, d'une part, les exigences applicables et leur évolution, d'autre part, les approches, méthodes, outils et pratiques permettant d'y répondre.

### > OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Au terme des sessions, le stagiaire aura consolidé ses compétences relativement à la problématique d'évaluation de la sûreté de fonctionnement des systèmes électroniques de CC, programmés ou configurables, au regard des exigences réglementaires applicables pour leur qualification (architecture et systèmes constituants). Ces compétences pourront par exemple être mises en œuvre pour la maîtrise des risques projet, la rédaction de cahiers des charges et le suivi d'un fournisseur dans un processus de qualification.

### > PROGRAMME

#### JOUR 1

##### Session 1 : Introduction et vue d'ensemble

###### • Sûreté de fonctionnement - notions essentielles :

- Fondamentaux : Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité, Sécurité-Sûreté (FMDS)
- Caractéristiques complémentaires : Adéquation (besoins, exigences, contraintes, ...) et adaptabilité à leur évolution, Résilience, Robustesse
- **Spécificités des systèmes programmés (développement et évaluation) :**
- Ubiquité, capacités fonctionnelles
- Ingénierie système (des exigences jusqu'aux choix de conception et de réalisation)
- Architecture d'ensemble du CC, architecture d'un système constituant, plates-formes de contrôle-commande
- Défauts et modes de défaillance, Défaillances systématiques et de Cause Commune (DCC)
- Mesures défensives (conception, Vérification&Validation, vérification formelle)
- Analyse des retours d'expérience, sécurité informatique, démarches de justification
- Modifications, obsolescence, pérennité et rénovation

###### • Principaux concepts d'architecture d'ensemble de CC (Nucléaire)

- Lignes de défense en profondeur, indépendance, diversité, communications
- Classements (de sûreté, de sécurité informatique)
- CEI 61513, AIEA, WENRA, ... exemple d'architecture de CC
- **Technologie alternative aux systèmes programmés : - Circuits intégrés configurables à façon par l'utilisateur**
- Caractéristiques d'intérêt de la technologie FPGA (Field Programmable Gate Array)
- Cas d'étude de rénovation de composant électronique obsolète : Emulateur sur FPGA du microprocesseur MC6800

##### Session 2 : Normes internationales de Sécurité Fonctionnelle (non nucléaires)

###### • Contexte réglementaire pour les industries de production par processus (deux points de vue) :

- Intégrateurs et exploitants (CEI 61511)
- Concepteurs d'équipements et systèmes électriques / électroniques / électroniques programmables (CEI 61508)
- **Pourquoi et comment mettre en œuvre une démarche de sécurité fonctionnelle ?**
- Analyse des risques (danger, gravité et fréquence) et leur maîtrise, accidentologie
- **Cas du secteur aéronautique.** *Suite page suivante* ■■■

Code : **ARN3923**

# SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT DES SYSTÈMES PROGRAMMÉS OU CONFIGURABLES

**(SUITE)**

## PROGRAMME

### JOUR 2

#### Session 3 : Approches probabilistes et systèmes programmés

##### • Introduction :

- Sûreté de Fonctionnement
- Complémentarité entre approches déterministes et probabilistes
- Représentation des systèmes programmés dans les études probabilistes de sûreté (EPS)

##### • Représentativité de la modélisation :

- DCC, intempéstifs
- Modélisation statique vs dynamique
- Impact du CC sur la sûreté de fonctionnement du procédé,
- Modélisation hybride (GASPART, évacuateurs de crue)

##### • Gestion de la complexité :

- Intégration dans les processus d'Ingénierie Système

##### • Conclusions

- ... pour aller plus loin

#### Session 4 : Conception et vérification formelles

- Pourquoi des méthodes formelles ?
  - Leur place dans le processus d'ingénierie
  - Les fondements théoriques et les différentes méthodes
- Les enjeux pour EDF
  - Les outils et leur mise en œuvre à EDF.

#### Session 5 : Cybersécurité et sûreté de fonctionnement

- Historique des attaques industrielles
- Spécificités de la cybersécurité des systèmes programmés industriels :
  - Les attaques
  - Comment se prémunir ?
  - Les normes
- Interdépendances entre sûreté et cybersécurité : antagonismes
- Problèmes
  - Composants « intelligents »
  - Chaîne d'approvisionnement
  - Qualité de la conception et du codage
  - Solutions :
  - Méthodes formelles a posteriori : Analyse statique de code, Exemple de mbed TLS
    - Méthodes formelles a priori
- Conclusion
  - Références

### JOUR 3

#### Session 6 : Retours d'expérience EDF et international dans le nucléaire

- EPRI REX (USA, Corée du Sud) sur les systèmes numériques de contrôle-commande
- EDF REX relatif au logiciel des systèmes programmés de sûreté du parc des REP français (SPIN 1300 MW)
- Conclusions : REX CC numérique de sûreté

#### Session 7 : Atelier - Discussions

- Restitution et évaluation du stage
- Discussion des problématiques rencontrées dans les projets opérationnels des participants

## LES « + » DE LA FORMATION

- Une cartographie d'ensemble (état de l'art, perspective historique) permettant de s'orienter parmi les enjeux et référentiels de la problématique de développement et d'évaluation de la sûreté de fonctionnement des systèmes électroniques programmés (ou configurables), dans le cadre du processus de leur qualification.
- Promotion de la culture de sûreté, notamment le regard critique (interrogatif et constructif).

## + INTERVENANTS

### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Frédéric DAUMAS, Ingénieur-Chercheur au département Performance, Risque Industriel, Surveillance pour la Maintenance et l'Exploitation (PRISME) de la R&D d'EDF.

### INTERVENANT(S) :

Jean-Marie COTTIN, Pierre-Yves PIRIOU, Ingénieurs-Chercheurs du groupe « Ingénierie Système et Contrôle-Commande » du département PRISME de la R&D d'EDF.

## + MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

- Exposés. Vidéo-projecteur
- Documents pédagogiques en format papier et électronique
- Tableau blanc, Tableaux papier

## ÉCONOMIE

- Smart Grids : Enjeux, défis, perspectives .....23



© ISTOCK

Code : **ARN5899**

## SMART GRIDS : ENJEUX, DÉFIS, PERSPECTIVES

Accessibilité : EDF, Filiales, Externe

 Durée : **3 jours**
 Lieu : **INSTN - CEA Saclay**  
et **EDF Lab les Renardières**
 Tarif : **1900 €**
 Dates : **NOUS CONSULTER**
 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)

### > PUBLIC :

**Acteurs publics et institutionnels :** Collectivités territoriales, décideurs politiques, Administrations.

**Acteurs privés du secteur énergétique :** cadres et ingénieurs des industries de réseau et dans le secteur de l'innovation

**Bureaux d'études :** ingénieurs et consultants énergie et environnement.

 **PRÉ-REQUIS :** Aucun.

### > OBJECTIFS DE FORMATION

Acquérir les notions fondamentales technico-économiques des réseaux électriques intelligents (smart grids) afin de comprendre leurs enjeux dans la transition énergétique et environnementale.

### > OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Acquérir des concepts de base liés à l'émergence des smart grids.
- Comprendre les principes fondamentaux de fonctionnement et de gestion des systèmes électriques intégrant les réseaux de transport et de distribution et les parcs de production.
- Identifier les coûts et les bénéfices des systèmes de smart grids.
- Acquérir une connaissance des travaux d'analyse et d'expérimentation dans le domaine des smart grids réalisés à ce jour ou en cours de réalisation en France.
- Identifier et caractériser la stratégie des acteurs publics et privés ainsi que les nouveaux modèles d'affaire en lien avec les smart grids.

### > PROGRAMME

- Fonctionnement et problématique des réseaux de transport et de distribution électriques, notamment en matière de l'intégration des EnR au réseau et stockage d'énergie.
- Valeur socio-économique des smart grids.
- Stratégie d'acteurs et modèles d'affaires.
- Régulation française et européenne de l'énergie en lien avec les smart grids.
- Recharge pilotable de véhicules électriques et son impact sur le système électrique.
- Aspects informatiques et données.

### LES « + » DE LA FORMATION

- Collaboration INSTN/CEA -EDF R&D/ITECH
- Etude de cas
- Visites de sites à EDF Lab les Renardières :
- Concept Grid, plate-forme expérimentale sur l'évolution des systèmes électriques
- Laboratoire « Maison Connectée bas carbone »
- Un temps d'échange des participants avec les intervenants est prévu pour chaque session.
- Les interventions tiennent compte des dernières évolutions dans le domaine des smart grid.

### + INTERVENANTS

**Cette formation est le fruit d'une collaboration entre l'INSTN (CEA) et EDF R&D / ITech dans le cadre d'un partenariat de formation.**

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Sanaa SIRVEN (INSTN, CEA) - SANAA.SIRVEN@cea.fr et André NEKRASOV (EDF R&D) - andre.nekrasov@edf.fr

#### INTERVENANT(S) :

A. NEKRASOV & F. BRICAULT (EDF R&D), S. SIRVEN (INSTN, CEA), T. TRAN (CEA), Aurelia DESEGAULX (ENEDIS), David GAME (RTE).

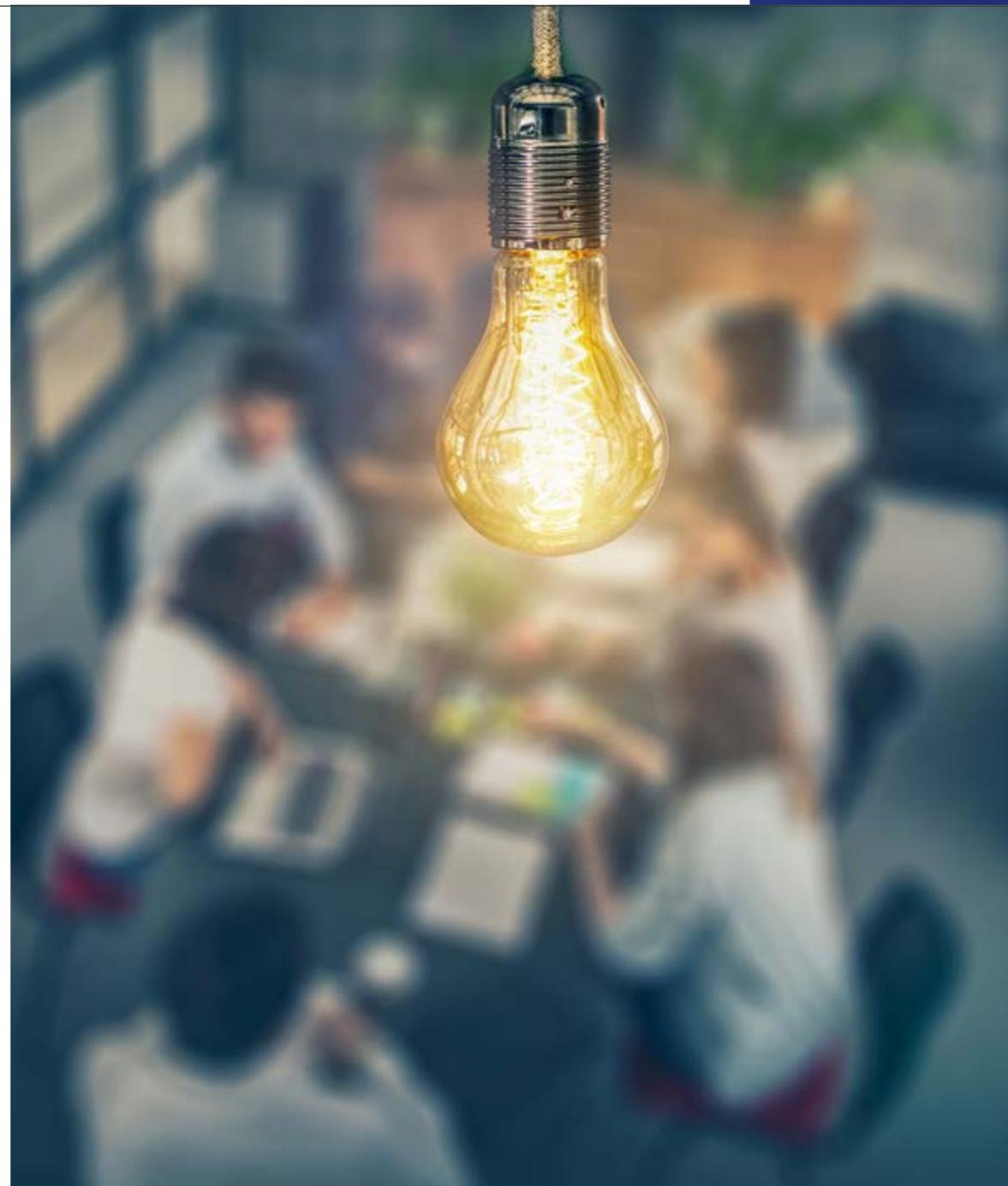
### + MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

- Présentations, études de cas.
- Visites de sites à EDF Lab les Renardières :
  - Concept Grid, plate-forme expérimentale sur l'évolution des systèmes électriques
  - Laboratoire « Maison Connectée bas carbone ».




## EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

■ Efficacité énergétique : Vision sectorielle et technologies .....25



© ISTOCK

Code : **ARN4895**

## EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE : VISION SECTORIELLE ET TECHNOLOGIES

Accessibilité : **EDF, Filiales, Externe**
 Durée : **2 jours**
 Lieu : **EDF Lab les Renardières**
 Tarif : **1750 €**
 Dates : **27 et 28 novembre 2023**
 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)

**PUBLIC** : Chercheurs, fonctions commerciales, délégations régionales, fonctions centrales, ou salariés EDF amenés à instruire des affaires relatives aux usages de l'énergie.

**PRÉ-REQUIS** : Aucun.

### OBJECTIFS DE FORMATION

L'essentiel sur l'efficacité des usages de l'énergie : quelles sont les consommations aujourd'hui (par énergie, par secteur et par usage), quels sont les gisements d'économie d'énergie sur ces usages, le contexte réglementaire européen et français sur l'efficacité énergétique. Les caractéristiques de l'efficacité énergétique sur chaque secteur (résidentiel, tertiaire, industrie, transports).

Acquisition des connaissances fondamentales sur les principales technologies existantes de l'efficacité énergétique et sur l'état d'avancement des nouvelles technologies en émergence.

### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Clarifier le concept de l'efficacité énergétique ;
- Préciser les enjeux et les leviers de l'efficacité énergétique ;
- Acquérir une vision globale et équilibrée des potentiels de l'efficacité énergétique sur les différents secteurs de consommation ;
- Découvrir les principales technologies de l'efficacité énergétique ;
- Apporter une description de chacune des familles de technologie de l'efficacité énergétique, leur domaine d'application, leurs avantages et inconvénients.

### PROGRAMME

#### JOUR 1

Les enjeux de l'efficacité énergétique : définitions, comptabilité énergétique, la place de l'efficacité énergétique dans les enjeux énergétiques.

Les gisements d'économie d'énergie : théoriques, techniques, économiques, accessibles.

Les politiques d'efficacité énergétique : Europe, France. Les différents instruments, les réglementations thermiques, les certificats d'économie d'énergie (CEE), lien avec le changement climatique.

Les méthodes d'évaluation : comment compter un négawatt ? L'efficacité énergétique dans les différents secteurs de consommation : résidentiel, tertiaire, industrie et transport.

- Caractéristiques propres à chaque secteur ;
- Gisements ;
- Technologies.

#### JOUR 2

- Efficacité énergétique dans les bâtiments résidentiels (technologies performantes pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire)
- Efficacité énergétique dans les bâtiments tertiaires (technologies et périmètres d'études)
- Efficacité énergétique dans l'industrie (Valorisation de la chaleur dans l'industrie par des pompes à chaleur)
- Visites de laboratoires (enceintes climatiques de tests de pompes à chaleur pour les bâtiments et boucle d'essais de pompes à chaleur pour l'industrie)

Les présentations incluent des exemples de réalisations portées par la R&D d'EDF, qu'il s'agisse de développements technologiques ou de programmes de démonstration.

### LES « + » DE LA FORMATION

Jour 1 :

- Appréhension des enjeux de l'efficacité énergétique
- Compréhension des outils de politique énergétique

Jour 2 :

- Appréhension de technologies rencontrées au quotidien
- Découverte de laboratoires dédiés aux technologies de l'efficacité énergétique

### INTERVENANTS

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Dominique OSSO, Ingénieur-Sénieur, Odile CAURET, Chercheur Expert de la R&D d'EDF / département TREE (Technologies et Recherche pour l'Efficacité Énergétique).

#### INTERVENANT(S) :

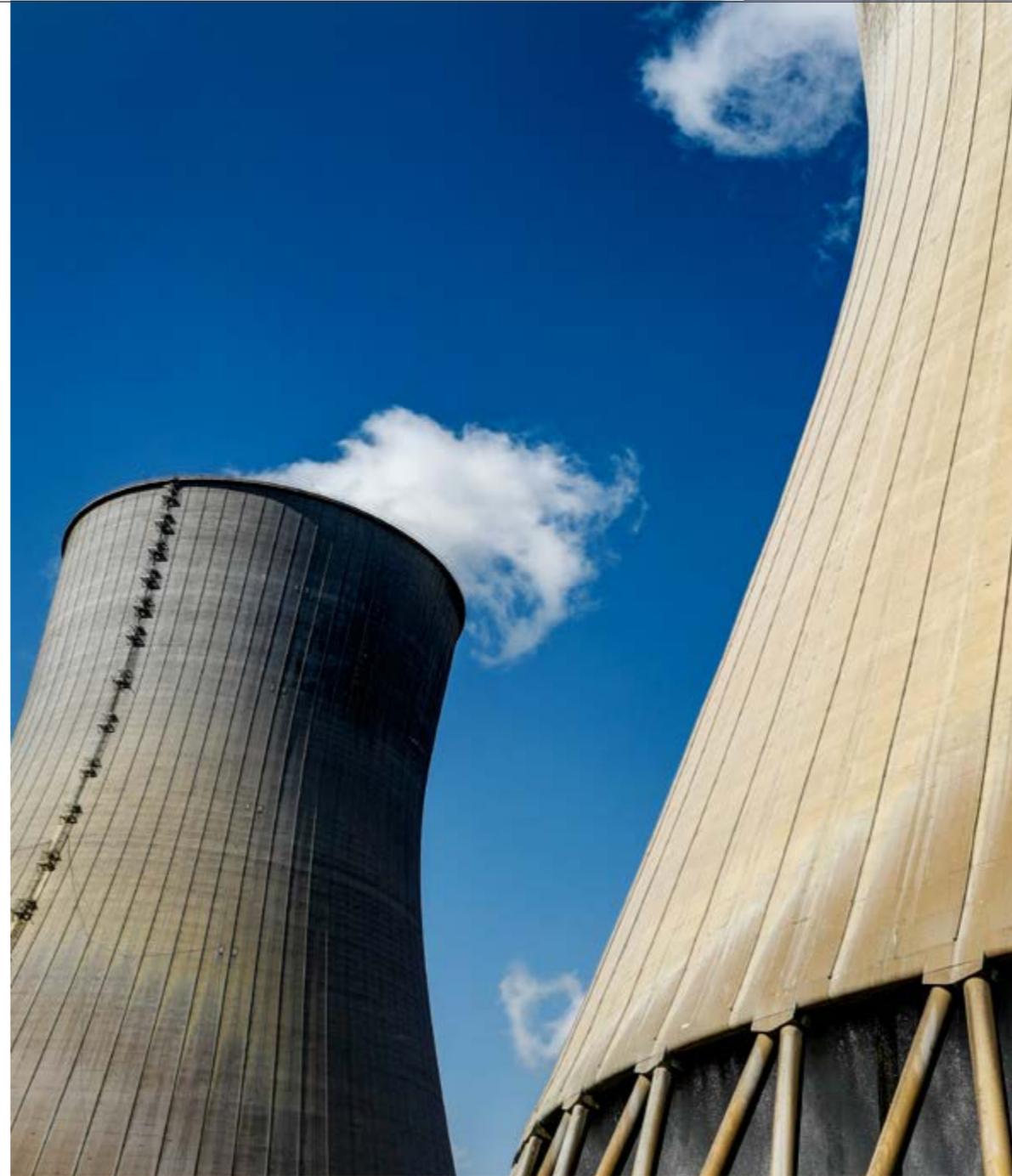
Ingénieurs-Chercheurs au département TREE de la R&D d'EDF.

### MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

- Exposés illustrés de nombreux exemples sur chacune des familles de technologies décrites ci-dessus, dispensées par les experts R&D de chaque technologie.
- Vidéoprojection, supports visuels MS powerpoint
- Part du numérique en présentiel : 0 %

## ENVIRONNEMENT, DÉCHETS

- Prévisions météorologiques et prévisions de productions renouvelables ..... 27
- Système climatique et prévisions météo ..... 28
- Qualité de l'air, enjeux, réglementation et perspectives ..... 29
- Physique de l'atmosphère et des phénomènes pilotant la dispersion/modélisation/outils numériques ..... 30



Code : **ARN4040**

## PRÉVISIONS MÉTÉOROLOGIQUES ET PRÉVISIONS DE PRODUCTIONS RENOUVELABLES

Accessibilité : **EDF, Filiales, Externe**
 Durée : **1 jour**
 Lieu : **Campus EDF Paris-Saclay**
 Tarif : **980 €**
 Dates : **10 octobre 2023**
 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)
**75%** de numérique en présentiel

**PUBLIC** : Ingénieurs ayant à utiliser des données météorologiques, ou des sorties de modèles de prévision, ou dont l'activité dépend de la météo.

**PRÉ-REQUIS** : Bases d'analyse numérique et de statistiques

### OBJECTIFS DE FORMATION

Donner une description générale de l'atmosphère, du fonctionnement de la météorologie et des prévisions associées. Apporter un exemple de son utilisation aux travers des prévisions de production :

- Connaître la dynamique de l'atmosphère ;
- Appréhender le principe de la prévision météorologique à différentes échelles de temps ;
- Découvrir les mesures météorologiques ;
- Connaître les principes généraux de fonctionnement des modèles de prévision ;
- Pouvoir interpréter des résultats simples de modèles ;
- Connaître les applications possibles aux prévisions de productions renouvelables.

### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

À l'issue de la formation, le stagiaire sera capable :

- De comprendre comment fonctionne un modèle de prévision météorologique ;
- D'interpréter les résultats simples de tels modèles, et d'en connaître les limites ;
- De dialoguer efficacement avec des experts en météo, notamment pour les aspects intéressant directement les activités du groupe EDF ;
- D'identifier les applications possibles des prévisions pour son activité.

### PROGRAMME

- Introduction : les enjeux pour EDF ;
- L'atmosphère : définitions et composantes ; dynamique ; les moyens d'observation ;
- La prévision météorologique : les différentes échelles de temps ; les centres de prévision ; les modèles et les informations fournies ; les performances.
- La prévision opérationnelle du temps et son application aux prévisions de productions renouvelables ; performances, enjeux, applications.

### LES « + » DE LA FORMATION

- Une compréhension de la corrélation entre la météo et le prévisions de production ENR (éolien, PV)

### INTERVENANTS

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Matthieu GUILLO, chef de projet au département Optimisation, Simulation, Risques et Statistiques (OSIRIS) de la R&D d'EDF.

#### INTERVENANT(S) :

Ingénieurs-Chercheurs de la R&D d'EDF.

### MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

- Cours avec exemples de modèles.
- Exposés par support powerpoint / pdf
- Part du numérique en présentiel : 75 %

Code : **ARN3878**

## SYSTÈME CLIMATIQUE

Accessibilité : **EDF, Filiales, Externe** Durée : **1 jour** Lieu : **Campus EDF Paris-Saclay** Tarif : **980 €** Dates : **10 octobre 2023** Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)**25%** de numérique en présentiel

**> PUBLIC :** Ingénieurs souhaitant approfondir leurs connaissances sur le climat et ses évolutions ou devant prendre en compte les impacts du changement climatique dans leurs études.

**+ PRÉ-REQUIS :** Bases d'analyse numérique et de statistiques.

### > OBJECTIFS DE FORMATION

Donner une description générale du système climatique, de son fonctionnement et de sa modélisation :

- Connaître les éléments composant le système climatique et leurs principes simples ;
- Appréhender les différentes échelles de variabilité du système climatique et leurs causes ;
- Découvrir les principes de la modélisation du système climatique, à ces différentes échelles de temps ;
- Connaître le phénomène de l'effet de serre et le changement climatique ;
- Identifier les impacts pour EDF et le Service climatique d'EDF.

### > OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

À l'issue de la formation, le stagiaire sera capable :

- De décrire les composantes principales du système climatique, et leur variabilité ;
- De comprendre comment fonctionne un modèle de climat ;
- De dialoguer efficacement avec des experts en climat, notamment pour les aspects intéressant directement les activités du groupe EDF ;
- De manipuler des données climatiques.

### > PROGRAMME

- Introduction : les enjeux pour EDF ;
- Le système climatique : définitions et composantes : l'océan ; l'atmosphère ; les autres composantes ;
- La variabilité du système climatique : les différents forçages du système climatique, ses modes de variabilité
- La modélisation du climat : description générale ; les modèles océaniques / atmosphériques / « du système terre »
- La projection climatique : les exercices de simulation en appui des rapports du GIEC ; le fonctionnement du GIEC ;
- Les impacts : sur les activités du groupe EDF ; le service climatique d'EDF.

### LES « + » DE LA FORMATION

La formation permet d'approfondir les notions abordées lors de la fresque du climat

### + INTERVENANTS

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Sylvie PAREY, ingénieur sénior au département Optimisation, Simulation, Risques et Statistiques (OSIRIS) de la R&D d'EDF.

#### INTERVENANT(S) :

Ingénieurs-Chercheurs de la R&D d'EDF.

### + MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

- Cours avec exemples de modèles.
- Exposés par rétro-projection

Code : **ARN4026**

## QUALITÉ DE L'AIR, ENJEUX, RÉGLEMENTATION ET PERSPECTIVES

Accessibilité : **EDF, Filiales, Externe**
 Durée : **1 jour**
 Lieu : **EDF Lab Chatou**
 Tarif : **980 €**
 Dates : **12 septembre 2023**
 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)
**20%** de numérique en présentiel

 **PUBLIC** : Toutes personnes intéressées par la qualité de l'air.

 **PRÉ-REQUIS** : Aucun.

### > OBJECTIFS DE FORMATION

Avoir une vision claire de l'impact de la qualité de l'air dans les nouveaux projets.

### > OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

À l'issue de la formation, le stagiaire sera capable de connaître :

- La réglementation sur les polluants ;
- Les différents acteurs autour de la qualité de l'air ;
- Les sources et l'impact de la qualité de l'air sur la santé ;
- Les outils de modélisation utilisés au sein de l'entreprise ;
- Les réalisations et les ambitions du groupe EDF dans ce domaine.

### > PROGRAMME

#### 1. La qualité de l'air interne et externe :

- Historique ;
- Liste des Polluants, réglementation et effets sur la santé ;
- Sources de pollution (trafic, unité de production d'énergie, sources naturelles...);
- Polluants primaires et secondaires ;
- Métrologie (capteurs) de la qualité de l'air et de la météorologie.

#### 2. Les acteurs de la qualité de l'air :

- Aasqa, Airparif, CITEPA...

#### 3. Modélisation :

- À l'échelle de la région (Poyphemus) ;
- À l'échelle de la ville (Munich) ;
- À l'échelle du bâtiment (Code Saturne, Buildsyspro).

#### 4. Description d'études sur le sujet.

### LES « + » DE LA FORMATION

Une vue d'ensemble sur la qualité de l'air avec l'intervention de plusieurs unités

### + INTERVENANTS

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Arièle DEFOSSEZ, Ingénieur-Chercheur au département Mécanique des Fluides, Énergie et Environnement (MFEE) de la R&D d'EDF.

#### INTERVENANT(S) :

Ingénieurs-Chercheurs de la R&D (MFEE, TREE, PRISME), CEREAA\*, intervenant d'autres directions (SEM...)

\* Centre d'Enseignement et de Recherche en Environnement Atmosphérique – Laboratoire commun École des Ponts Paristech/EDF R&D.

### + MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

- Un questionnaire en ligne sera envoyé au préalable pour évaluer les connaissances et objectifs des participants.
- Un support de cours sera fourni numériquement à la suite du stage.

Code : **ARN3942**

## PHYSIQUE DE L'ATMOSPHÈRE ET DES PHÉNOMÈNES PILOTANT LA DISPERSION/ MODÉLISATION/ OUTILS NUMÉRIQUES

Accessibilité : EDF, Filiales, Externe

 Durée : **3 jours**
 Lieu : **EDF Lab Chatou**
 Tarif : **2160 €**
 Dates : **NOUS CONSULTER**
 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)
**25%** de numérique en présentiel

**PUBLIC** : Ingénieurs et techniciens souhaitant acquérir des bases en dispersion atmosphérique et simulation numérique associée.

**PRÉ-REQUIS** : Connaissance en mécanique des fluides.

### OBJECTIFS DE FORMATION

- Acquérir les notions générales gouvernant la dispersion atmosphérique ;
- Connaître les différentes approches en modélisations numérique et expérimentale.

### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

À partir des notions acquises, pouvoir appréhender les différentes approches de modélisation de la dispersion atmosphérique en fonction des problématiques rencontrées.

### PROGRAMME

- Météorologie :
  - Notions générales ;
  - Couche limite atmosphérique ;
  - Écoulement en terrain complexe.
- Dispersion atmosphérique - Phénoménologie :
  - Dispersion turbulente ;
  - Dispersion atmosphérique ;
  - Phénomènes spécifiques.
- Dispersion atmosphérique - Outils de modélisation numérique :
  - Modèles de panache gaussien ;
  - Modèles à bouffées gaussiennes et modèles lagrangiens ;
  - Modèles CFD et modèles spécifiques.
- Dispersion atmosphérique - Utilisation pratique des modèles :
  - Exercices.
- Dispersion atmosphérique - Mesures terrain :
  - Expérience de terrain ;
  - Technique de mesure.

### LES « + » DE LA FORMATION

- Chimie de l'atmosphère
- Modélisation grande échelle et qualité de l'air
- Travaux pratiques avec modèles gaussiens de la plateforme Polyphemus
- Modélisation CFD et travaux pratiques avec le logiciel code\_saturne

### INTERVENANTS

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Rayna CHARLATCHKA, Ingénieur-Chercheur au département Mécanique des Fluides, Énergies et Environnement (MFEE) de la R&D d'EDF.

#### INTERVENANT(S) :

Ingénieurs-Chercheurs au département MFEE de la R&D d'EDF et du CEREА.  
CEREА : CENTRE D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE EN ENVIRONNEMENT ATMOSPHÉRIQUE - LABORATOIRE COMMUN École des Ponts ParisTech - EDF R&D.

### MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

- Exposés - Exercice.
- Stations unix.

## FONCTIONNEMENT DES SYSTÈMES ÉLECTRIQUES, EXPLOITATION DES RÉSEAUX

- Standards pour les Smart Grids ..... 32
- Introduction au standard IEC 61850 ..... 33
- Fondamentaux des télécoms au cœur des métiers d'EDF ..... 34



© ISTOCK

Code : **ARN4858**

## STANDARDS POUR LES SMART GRIDS

Accessibilité : **EDF, Filiales, Externe**
 Durée : **2 jours**
 Lieu : **Campus EDF Paris-Saclay**
 Tarif : **1800 €**
 Dates : **13 et 14 novembre 2023**
 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)
**25%** de numérique en présentiel

**> PUBLIC :** Ingénieurs Électriciens et/ou Informaticiens, ayant des responsabilités de maîtrise d'ouvrage ou de maîtrise d'œuvre dans les systèmes d'information des domaines Production, Transport, Distribution, Commercialisation.

**+ STAGES COMPLÉMENTAIRES :** ARN4863 (Fonctionnement des marchés électriques), MOOC sur les Marchés Électriques, ARN3937 (Les réseaux d'énergie dans le Système Électrique), ARN4007 (Fondamentaux des télécoms au cœur des métiers d'EDF) ainsi que le stage ARN4012 (Introduction au standard IEC 61850).

### > OBJECTIFS DE FORMATION

- Connaître le rôle des organismes de régulation et de normalisation pour les Smart Grids.
- Connaître les organismes de Normalisation clefs dans la mise en place des Smart Grids (IEC, CEN/CENELEC/ETSI, ITU, IEEE).
- Connaître les activités d'ENTSO-E sur les standards compte tenu de la mise en place des Network Codes.
- Connaître les activités d'autres organismes comme EDSO, EURELECTRIC...
- Disposer d'une connaissance des activités du groupe EDF en Normalisation et des enjeux associés.
- Disposer d'une connaissance de la méthodologie associée aux standards Smart Grids : Uses Cases, Architecture (Smart Grid Architecture Model), Ingénierie dirigée par les Modèles, Tests d'interopérabilité.
- Connaître les standards clefs associés aux Smart Grids (62559, 62913, 62357, CIM, 61850, COSEM, 27019, 62351, CPL-G3, 15118...).

### > OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- À l'issue de la formation, le stagiaire sera capable de :
- Positionner les Standards clefs dans une Architecture de référence.
  - Donner une signification plus concrète à un ensemble de termes (CIM, 61850, COSEM, CPL, CGMES, OCPP...) et leur usage pour la mise en place de systèmes interopérables.
  - Savoir où ces standards sont appliqués (groupe EDF et hors groupe EDF).

### > PROGRAMME

- Contexte normatif pour les Smart Grids et Rôle d'EDF.
- Entités du groupe EDF et hors groupe EDF (ENTSO-E...) ayant mis en œuvre les standards Smart Grids.
- Caractéristiques des Normes associées à l'interopérabilité 62913, 62559, CIM, 61850, 61400, COSEM, CPL G3, 27019, 62351, 15118.
- Méthodologie « Use Case » et Outillage associés aux normes : MODSARUS, Riseclipse, DisnetSimpl.
- Visite des plateformes R&D mettant en œuvre les standards Smart Grids.

### LES « + » DE LA FORMATION

Un panorama très complet des normes du domaine Smart Grid, illustré par des démonstrations de la R&D d'EDF.

### + INTERVENANTS

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Aurélie DEHOUCK-NEVEU, Thierry COSTE, Cédric LAVENU : Ingénieurs-Chercheurs au département SYSTÈMES Électriques et Marchés des Énergies (SYSTEME) de la R&D d'EDF.

#### INTERVENANT(S) :

Ingénieurs-Chercheurs et Experts au département SYSTEME de la R&D d'EDF.

### + MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

- Exposé de différents intervenants abordant différents aspects associés au contenu.
- Démonstrations techniques.
- Le livre « Guide international du comptage intelligent » de la collection EDF R&D (édition Lavoisier) sera remis aux stagiaires.

Code : **ARN4012**

## INTRODUCTION AU STANDARD IEC 61850

Accessibilité : **EDF, Filiales, Externe** Durée : **2 jours** Lieu : **Campus EDF Paris Saclay** Tarif : **1750 €** Dates : **Prochaine session en 2024** Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)**50%** de numérique en présentiel

**PUBLIC** : Ingénieurs Électriciens et/ou Informaticiens, ayant des responsabilités de maîtrise d'ouvrage ou de maîtrise d'œuvre dans les systèmes d'information des domaines Production, Transport, Distribution, Commercialisation.

**PRÉ-REQUIS** : Connaissances de base sur le fonctionnement du réseau électrique.

### OBJECTIFS DE FORMATION

Initier les participants aux principes et à l'application de la norme IEC 61850 au contexte du Smart Grid.

### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

À l'issue de la formation, le stagiaire aura acquis des connaissances de base sur le standard IEC 61850 ainsi que son utilisation pour différents domaines liés aux systèmes d'information industriels du réseau électrique : Transport, Distribution, Smart Grid, Microgrid, ENR, véhicule électrique.

Une seconde formation pourra accompagner ce premier niveau de connaissance de la norme IEC 61850 dans le but de modéliser, développer, maintenir un système de contrôle commande.

### PROGRAMME

- Périmètre du standard.
- Concept de modélisation des données.
- Principes d'échange et services de communication.
- Configuration des équipements.
- État des lieux des évolutions du standard.

### INTERVENANTS

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Thierry COSTE, Ingénieur-Chercheur au département SYSTèmes Electriques et Marchés des Energies (SYSTEME) de la R&D d'EDF.

#### INTERVENANT(S) :

Équipe d'Ingénieurs et d'Experts au département SYSTEME de la R&D d'EDF.

### MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

Applications concrètes en support de la théorie.  
Présentation de cas pratiques d'implémentation de la norme : protection, recharge de véhicule électrique, outils d'ingénierie des équipements Smart Grids.

Code : **ARN4007**

## FONDAMENTAUX DES TÉLÉCOMS AU CŒUR DES MÉTIERS D'EDF

Accessibilité : **EDF, Filiales, Externe**
 Durée : **1 jour**
 Tarif : **980 €**
 Dates : **16 novembre 2023**
 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)

**PUBLIC** : Techniciens et ingénieurs désirant acquérir un vernis dans les technologies de télécommunication qui sont au cœur des métiers d'EDF.

**PRÉ-REQUIS** : Aucun.

### OBJECTIFS DE FORMATION

Permettre d'acquérir une connaissance de base sur les télécommunications qui sont au cœur des métiers d'EDF. Un focus particulier est donné sur 3 domaines : les Smart Grids, les télécoms pour le producteur et la Smart Home.

La formation est en lien avec les 4 autres formations ITech :

- Introduction aux réseaux intelligents (ARN3929) ;
- Standards pour les Smart Grids (ARN4858) ;
- CPL au service des Smart Grids (ARN3930) ;
- Cybersécurité dans le Domaine Industriel (ARN3970).

### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

À l'issue de la formation, le stagiaire disposera d'un vernis lui permettant de mieux comprendre les enjeux technologiques liés aux télécommunications au cœur des métiers d'EDF.

### PROGRAMME

- Les télécoms au cœur des métiers d'EDF ;
- Le modèle OSI à 7 couches ;
- IPv4 et IPv6 ;
- Aperçu cyber-sécurité ;
- Les télécoms pour les Smart Grids : Les réseaux cellulaires, la DMR, les CPL, la 5G ;
- L'Internet des objets ;
- Les télécoms pour la production ;
- Les télécoms pour la Smart Home ;
- La normalisation/régulation.

### LES « + » DE LA FORMATION

Suite à la formation, l'apprenant sera en mesure de mieux appréhender les problématiques télécom des différents métiers du groupe EDF et d'identifier les solutions télécom les plus adaptées.

### INTERVENANTS

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Patrick COUDRAY et Cédric LAVENU, Ingénieurs-Chercheurs Experts au département SYSTèmes électriques et Marchés des Energies (SYSTEME) de la R&D d'EDF.

#### INTERVENANT(S) :

Ingénieurs-Chercheurs des départements SYSTEME, PRISME (Performance, Risque Industriel, et Surveillance pour la Maintenance et l'Exploitation) et SEQUOIA (Services, Socio-économie, Questions hUmaines, Offres et IA) de la R&D d'EDF.

### MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

Exposés (diaporama).

## FONCTIONNEMENT ET CONDUITE DES CENTRALES DE PRODUCTION D'ÉNERGIE

- Introduction à la modélisation en Modelica du fonctionnement des process énergétiques avec l'outil DYMOLA .....36



© ISTOCK

Code : **ARN4890**

## INTRODUCTION À LA MODÉLISATION EN MODELICA DU FONCTIONNEMENT DES PROCESS ÉNERGÉTIQUES AVEC L'OUTIL DYMOLA

Accessibilité : **EDF, Filiales, Externe**
 Durée : **2 jours**
 Lieu : **EDF Lab Chatou**
 Tarif : **1750 €**
 Dates : **30 et 31 janvier 2023**
 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)
**50%** de numérique en présentiel

**> PUBLIC :** Ingénieurs et techniciens ayant à traiter de problèmes de fonctionnement des procédés énergétiques.

Futurs utilisateurs des codes et des modèles.

**+ PRÉ-REQUIS :** Connaissances élémentaires en thermodynamique et en hydraulique.

### > OBJECTIFS DE FORMATION

- Présenter les principes généraux du langage open source Modelica actuellement utilisé par EDF ainsi que du logiciel support Dymola développé par Dassault Systèmes ;
- Présenter la bibliothèque de modules Modelica ThermoSysPro développée par EDF R&D (<https://thermosyspro.com/>) pour la modélisation des centrales de production d'énergie ;
- Examiner ses diverses applications, notamment dans les domaines nucléaire, thermique à flamme et la production décentralisée (EnR, solaire thermodynamique, cogénération, biomasse, pompe à chaleur...).

### > OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

À l'issue de la formation, le stagiaire sera capable :

- D'identifier les phénomènes de fonctionnement des procédés modélisables avec Modelica ;
- D'identifier les activités d'ingénierie qui relèvent de la simulation du fonctionnement de procédés ;
- D'expliquer les principes de fonctionnement du logiciel commercial DYMOLA ;
- De construire des modules (en langage MODELICA) et des modèles simples avec DYMOLA, être autonome sur cet outil.
- D'être sensibilisé à l'écosystème gravitant autour du langage Modelica (OpenModelica - alternative open source à Dymola, FMI - standard d'interfaçage de codes, scripts Python de pré/post-traitement).

### > PROGRAMME

- Introduction au langage MODELICA ;
- Principes généraux du logiciel DYMOLA ;
- Présentation de la bibliothèque de modules MODELICA (ThermoSysPro) pour la modélisation des centrales de production d'énergie (structure et recommandations de conception) ;

- Comment construire des modules et des modèles simples avec DYMOLA et être autonome sur cet outil ;
- Comment réaliser des simulations (calculs inverses, calculs de dimensionnement, étude du fonctionnement et étude de performance) ;
- Quelques pistes/illustrations pour aller plus loin (outils connexes pour la co-simulation, les études de sensibilité, le recalage...).

### LES « + » DE LA FORMATION

- Formation interactive basée sur les échanges avec les participants pour se caler au plus près des besoins ;
- Complément à la documentation théorique existante (site web, livre Springer) ;
- Porte d'entrée à une communauté dynamique de modélisateurs (clubs utilisateurs, séminaires, ...).

### + INTERVENANTS

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Luis CORONA MESA-MOLES, Ingénieur-Chercheur au département Performance, Risque Industriel, Surveillance pour la Maintenance et l'Exploitation (PRISME) de la R&D d'EDF.

#### INTERVENANT(S) :

Ingénieurs-Chercheurs au département PRISME de la R&D d'EDF.

### + MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

- Exposés sur PowerPoint avec support de modèles informatiques sur Dymola et/ou OpenModelica ;
- Exercices de manipulation des logiciels, pour chaque intervention, il est prévu un temps de questions/réponses et d'échanges.
- Accès à distance au logiciel Dymola depuis le poste des stagiaires.

## GÉNIE CIVIL

- Durabilité des structures en béton dans les centrales nucléaires à eau sous pression ..... 38



© EDF / DHUMES PATRICE

Code : **ARN4024**

## DURABILITÉ DES STRUCTURES EN BÉTON DANS LES CENTRALES NUCLÉAIRES À EAU SOUS PRESSION

Accessibilité : **EDF, Filiales, Externe**
 Durée : **3 jours**
 Lieu : **INSTN Saclay (91) et EDF Lab les Renardières (77)**
 Tarif : **1940 €**
 Dates : **16 au 18 octobre 2023**
 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)

**PUBLIC** : Ingénieurs, chercheurs ou techniciens supérieurs impliqués dans la conception, la construction ou l'exploitation des centrales nucléaires ou plus généralement des ouvrages en béton, ou collaborateur R&D.

**PRÉ-REQUIS** :  
Notions de base en physique, chimie et mécanique.

### OBJECTIFS DE FORMATION

- Décrire les différents types de béton et leurs propriétés d'usage ;
- Identifier les principaux mécanismes d'endommagement des bétons de structure des centrales nucléaires ;
- Identifier les moyens d'auscultation des pathologies des bétons ;
- Décrire les moyens d'anticiper le vieillissement des enceintes (maquette VeRCoRs à EDF Lab les Renardières).

### PROGRAMME

- Les enjeux liés à la durabilité des bétons ;
- Connaissance de base des matériaux cimentaires ;
- Propriétés d'usage des bétons ;
- Les pathologies des bétons ;
- Les détections des pathologies ;
- Apport de la modélisation et de la simulation.

Visite de la maquette VeRCoRs et du laboratoire de génie civil à EDF Lab les Renardières.

Vous retrouverez les informations sur [www-instn.cea.fr](http://www-instn.cea.fr). Cette formation peut être suivie de la formation « Tenue et comportement des matériaux cimentaires : modélisation micromécanique » (ARN3978), en collaboration avec le MAI.



### LES « + » DE LA FORMATION

- Panorama complet des bétons utilisés dans les centrales nucléaires, de leurs mécanismes de dégradation, et des moyens d'auscultation de leurs pathologies.
- Visite en présentiel de 2 labos d'EDF R&D : matériaux du génie-civil et maquette Vercors d'enceinte échelle 1/3.

### COLLABORATION

Cette formation est le fruit d'une collaboration entre l'INSTN (Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires) et EDF R&D/ITech dans le cadre d'un partenariat pédagogique relatif à des actions de formation, reposant sur les compétences scientifiques de haut niveau des chercheurs et experts en matière de science et technologie nucléaires.

### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Clotaire CHEVALIER (INSTN/CEA) [clotaire.chevalier@cea.fr](mailto:clotaire.chevalier@cea.fr)  
Julien SANAHUJA (EDF R&D/département Matériaux et Mécanique des Composants)  
[julien.sanahuja@edf.fr](mailto:julien.sanahuja@edf.fr)

### MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

Exposés et débats, visites sur site, témoignages et Rex.

## HYDRAULIQUE

- Sédimentologie en milieu fluvial et dans les retenues ..... 40
- TELEMAC - Module 1 : Bases d'hydraulique et initiation à la réalisation d'une étude d'hydraulique avec SALOME et TELEMAC-2D ..... 41
- TELEMAC - Module 2 : Construction d'un modèle hydraulique avec SALOME-HYDRO ..... 42
- TELEMAC - Module 3 : Utilisation de TELEMAC-2D en hydraulique fluviale ..... 43
- TELEMAC - Module 4 : Utilisation de TELEMAC-2D en hydraulique maritime et de TELEMAC-3D ..... 44



© EDF / TOURNAIRE PASCAL

Code : **ARN4860**

## SÉDIMENTOLOGIE EN MILIEU FLUVIAL ET DANS LES RETENUES

Accessibilité : **EDF, Filiales, Externe**
 Durée : **2,5 jours**
 Lieu : **EDF Lab Chatou**
 Tarif : **2 010 €**
 Dates : **3 au 5 octobre 2023**
 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)
**10%** de numérique en présentiel

**> PUBLIC :** Ingénieurs et techniciens concernés par la définition et l'exploitation d'aménagements en rivières.

**+ PRÉ-REQUIS :** Culture en hydraulique, mais le suivi préalable du stage mécanique des fluides à surface libre n'est absolument pas nécessaire.

### > OBJECTIFS DE FORMATION

- Comprendre les principes physiques qui régissent le transport des sédiments dans les rivières et les réservoirs ;
- Comprendre les principes de la morphologie fluviale et les problèmes environnementaux actuels liés à l'évolution des rivières ;
- Savoir anticiper les perturbations apportées au flux de sédiments par les aménagements en rivière ;
- Pouvoir faire le lien entre les perturbations du transport solide et leurs conséquences environnementales.

### > OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

À l'issue de la formation, le stagiaire sera capable :

- De comprendre les études de dimensionnement d'ouvrages fluviaux et les études d'impact impliquant le transport de sédiment ;
- De prescrire ces études ;
- D'apprécier la fiabilité des moyens de prévision.

### > PROGRAMME

- Le rôle du transport solide vis-à-vis des aménagements et de l'environnement ;
- Caractéristiques générales des sédiments : classification granulométrique, sédiments cohésifs et non cohésifs. Origine des apports ;
- L'action des écoulements : Notion de contrainte ;
- Transport solide saturé et insaturé ;
- Les lois de transport solides (sédiments non cohésifs) ;
- Les Perturbations apportées au transport solide : Notion d'équilibre du profil en long. Affouillements, Effets des rétrécissements et endiguements. Effets des extractions de matériaux. Influence des barrages et du soutirage de débit ;
- Géomorphologie fluviale : Style fluvial. Les évolutions du style fluvial et leur échelle de temps. Rivière en incision et rivières

en exhaussement. La qualité du milieu associée au style fluvial ;

- Les sédiments cohésifs : Caractéristiques générales. Propriétés mécaniques. Vitesse de chute. Décantation. Consolidation. Érosion ;
- La sédimentation dans les retenues : Apports, morphologie et caractérisation des vases ;
- Exemple d'implication du transport solide dans des aménagements fluviaux :
  - Évolutions de la Loire autour des centrales nucléaires ;
  - Exemple de la gestion de la retenue de Saint Sauveur (bassin de la Durance).
- L'écotoxicologie et les sédiments ;
- Les moyens d'étude :
  - L'apport des modèles numériques ;
  - Les modèles Physiques (visite dans les halls d'essai du LNHE) ;
  - Les méthodes de mesure du transport sédimentaire.
- Les études d'impact : Prise en compte des enjeux environnementaux lors d'opérations mobilisant les sédiments fins.

### LES « + » DE LA FORMATION

La formation fournit les bases théoriques et présente les outils d'études mais surtout elle s'appuie sur de multiples exemples de problématiques sédimentaires concernant les aménagements d'EDF (nucléaire et hydroélectrique). Les échanges et interactions entre participants d'origine variée au sein du groupe EDF sont aussi particulièrement riche d'enseignements.

### + INTERVENANTS

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Magali JODEAU, Ingénieur-Chercheur expert au Laboratoire National d'hydraulique et environnement (LNHE) de la R&D d'EDF.

#### INTERVENANT(S) :

Ingénieurs et Chercheurs de la R&D d'EDF/LNHE, du Centre d'Ingénierie Hydraulique (CIH) et de la DTG (Direction Technique Générale) d'EDF.

### + MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

- Exposés illustrés par des exemples d'application.
- Visite d'un modèle physique sédimentologique dans le laboratoire.

Code : **ARN4019**

## TELEMAC – MODULE 1 : BASES D'HYDRAULIQUE ET INITIATION À LA RÉALISATION D'UNE ÉTUDE D'HYDRAULIQUE AVEC SALOMÉ ET TELEMAC-2D

Accessibilité : **EDF, Filiales, Externe**
 Durée : **1 jour**
 Lieu : **EDF Lab Chatou**
 Tarif : **980 €**
 Dates : **20 mars 2023**
 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)
**75%** de numérique en présentiel

**> PUBLIC :** Ingénieurs d'études réalisant ou en prévision de réaliser des études d'hydraulique environnementale sur la base de TELEMAC-2D ou souhaitant découvrir le système TELEMAC dans son ensemble.

**+ PRÉ-REQUIS :** Aucun pré-requis, mais une expérience sur un poste informatique sous environnement Linux est un plus.

### > OBJECTIFS DE FORMATION

Comprendre les bases de la réalisation d'une étude de modélisation numérique en hydraulique environnementale avec TELEMAC-2D, mise en pratique et réalisation de simulations.

### > OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

A l'issue de la formation, le stagiaire sera capable de mettre en place un cas d'étude d'hydraulique à surface libre simple, de la création du modèle à l'exploitation des résultats en passant par sa mise en simulation.

### > PROGRAMME

- Présentation générale du système TELEMAC-MASCARET et exemples d'application de TELEMAC-2D ;
- Théorie sur les équations de Saint-Venant ;
- Paramètres de calcul et fichiers de données pour un calcul avec TELEMAC-2D ;
- Bonnes pratiques de modélisation avec Travaux Pratiques (emprise, maillage, données d'entrée, conditions aux limites, conditions initiales...);
- Lancement de calculs et visualisation des résultats.

### LES « + » DE LA FORMATION

Rencontrer et pouvoir échanger avec les principaux développeurs du système TELEMAC. Echanger sur vos études d'application et vos défis rencontrés.

### + INTERVENANTS

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Sébastien BOURBAN, Ingénieur-Chercheur au département Laboratoire National d'Hydraulique et Environnement (LNHE) de la R&D d'EDF.

#### INTERVENANT(S) :

Ingénieurs-Chercheurs des équipes de développement du système TELEMAC de la R&D d'EDF au LNHE.

### + MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

Tutoriel, copie des transparents présentés.  
Des infos sont disponibles sur le site web :  
[www.opentelemac.org](http://www.opentelemac.org)

Code : **ARN3999**

## TELEMAC – MODULE 2 : CONSTRUCTION D'UN MODÈLE HYDRAULIQUE AVEC SALOMÉ-HYDRO

Accessibilité : **EDF, Filiales, Externe**
 Durée : **1 jour**
 Lieu : **EDF Lab Chatou**
 Tarif : **980 €**
 Dates : **21 mars 2023**
 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)
**75%** de numérique en présentiel

**> PUBLIC :** Ingénieurs d'études réalisant ou en prévision de réaliser des études d'hydraulique environnementale sur la base de TELEMAC-2D ou TELEMAC-3D.

**+ PRÉ-REQUIS :** Module 1 ou des connaissances de base en mécanique des fluides numérique et/ou hydraulique ;  
La connaissance de SALOMÉ et/ou TELEMAC n'est pas nécessaire mais est un plus.

### > OBJECTIFS DE FORMATION

Maîtriser l'interface SALOME-HYDRO pour la mise en place d'une étude hydraulique à surface libre sur la base de TELEMAC-2D sur un cas d'application réel, depuis la définition de la géométrie et du maillage du domaine, jusqu'à l'exploitation des résultats.

### > OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

À l'issue du stage, le stagiaire sera capable de créer un modèle d'hydraulique à surface libre (géométrie, maillage, conditions de frottement, paramètres physiques et numériques), d'en lancer le calcul et d'en exploiter les résultats.

### > PROGRAMME

- Préparation d'une géométrie et d'un maillage sur la base de l'interface SALOME-HYDRO :
  - Import des données d'un site pour une étude d'hydraulique ;
  - Définition de la géométrie, construction de maillage et lancement de calculs, maillage.
- Lancement des calculs et exploitation des résultats à partir de l'interface SALOME-HYDRO.

### LES « + » DE LA FORMATION

- Mise en pratique sur un cas concret : construction d'un modèle de zéro jusqu'à sa mise en eau et la simulation d'un scénario de crue.
- Rencontrer et pouvoir échanger avec les principaux développeurs du système TELEMAC. Echanger sur vos études d'application et vos défis rencontrés.

### + INTERVENANTS

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Sébastien BOURBAN et Sophie BACCHI, Ingénieurs-Chercheurs au département Laboratoire National d'Hydraulique et Environnement (LNHE) de la R&D d'EDF.

#### INTERVENANT(S) :

Ingénieurs-Chercheurs des équipes de développement du système TELEMAC et de SALOME-HYDRO de la R&D d'EDF (départements LNHE et PERICLES).

### + MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

Tutoriel, copie des transparents présentés.

Des infos sont disponibles sur le site web :

[www.opentelemac.org](http://www.opentelemac.org) et [www.salome-platform.org](http://www.salome-platform.org)

Code : **ARN3980**

## TELEMAC – MODULE 3 : UTILISATION DE TELEMAC-2D EN HYDRAULIQUE FLUVIALE

Accessibilité : **EDF, Filiales, Externe**
 Durée : **1 jour**
 Lieu : **EDF Lab Chatou**
 Tarif : **980 €**
 Dates : **22 mars 2023**
 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)
**75%** de numérique en présentiel

**> PUBLIC :** Ingénieurs d'études réalisant eux-mêmes ou faisant réaliser des études d'hydraulique environnementale avec TELEMAC-2D (dimensionnement d'ouvrages contre les risques d'inondation, de colmatage, impact des ouvrages sur l'environnement, énergies marines...).

**+ PRÉ-REQUIS :** - Module 1 ou des connaissances en mécanique des fluides numérique et/ou hydraulique ;

- Connaissances d'outils de pré- et post-traitement pour le système TELEMAC sont recommandées ;  
- Les parties construction de la géométrie et du maillage du modèle numérique qui pourra être utilisé pour ce module 3 sont réalisées lors du module 2.

### > OBJECTIFS DE FORMATION

Comprendre les bases de la réalisation d'une étude de modélisation numérique en hydraulique fluviale avec le logiciel TELEMAC-2D, mise en pratique et réalisation de simulations avec ce logiciel.

### > OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

À l'issue de la formation, le stagiaire sera capable d'exploiter un modèle numérique afin de simuler des écoulements d'hydraulique fluviale avec TELEMAC-2D, ou a minima de piloter et évaluer la qualité d'études utilisant ce logiciel.

### > PROGRAMME

- Paramètres de calcul et fichiers de données d'entrées pour un calcul d'hydraulique fluviale avec TELEMAC-2D : paramètres physiques, numériques ;
- Bonnes pratiques de modélisation en hydraulique fluviale avec Travaux Pratiques (emprise, maillage, données d'entrée, conditions aux limites, conditions initiales...). Lancement et déroulement d'un calcul avec l'environnement informatique d'EDF (Calibre et/ou clusters de la R&D, en séquentiel ou parallèle), gestion des erreurs. Travaux pratiques sur des cas réalistes ;
- Visualisation des résultats avec SALOME, filtres spécifiques pour l'hydraulique.

### LES « + » DE LA FORMATION

Rencontrer et pouvoir échanger avec les principaux développeurs du système TELEMAC. Echanger sur vos études d'application et vos défis rencontrés.

### + INTERVENANTS

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Sébastien BOURBAN et Florent TACCONI, Ingénieurs-Chercheurs au département Laboratoire National d'Hydraulique et Environnement (LNHE) de la R&D d'EDF.

#### INTERVENANT(S) :

Ingénieurs-Chercheurs des équipes de développement du système TELEMAC de la R&D d'EDF au LNHE.

### + MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

Exposés illustrés par des exemples d'application (travaux pratiques, tutoriels). Copie des transparents présentés.

Code : **ARN4032**

## TELEMAC – MODULE 4 : UTILISATION AVANCÉE DE L'ENVIRONNEMENT INFORMATIQUE TELEMAC

Accessibilité : **EDF, Filiales, Externe**
 Durée : **1 jour**
 Lieu : **EDF Lab Chatou**
 Tarif : **980 €**
 Dates : **23 mars 2023**
 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)
**75%** de numérique en présentiel

**PUBLIC** : Ingénieurs d'études réalisant eux-mêmes ou faisant réaliser des études d'hydraulique environnementale avec l'un des modules du système TELEMAC.

**PRÉ-REQUIS** : - Module 2 ou 3 ou la mise en place de modèles numériques sur la base du système TELEMAC ;  
- Connaissances d'outils de pré- et post-traitement pour le système TELEMAC sont recommandées.

### OBJECTIFS DE FORMATION

Explorer une utilisation plus complète du système TELEMAC et de son environnement informatique en travaillant sur des types d'applications avancées au-delà de la mise en place d'un modèle TELEMAC-2D simple.

Le choix des sujets abordés variera d'une année sur l'autre. En 2023, le choix est porté sur :

L'utilisation des deux langages de programmation du système TELEMAC que sont le Fortran et le Python et, par exemple, explorer une mise en place avancée de conditions initiales et aux frontières ou écrire des scripts d'optimisation ou d'apprentissage sur la base des API Python du système.

### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

L'objectif de cette formation est de transférer une expertise plus pointue des développeurs vers les utilisateurs avancés. A l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable d'exploiter certains aspects du système TELEMAC de façon plus avancée et approfondie suivant les sujets abordés.

### PROGRAMME

En fonction des participants et variant chaque année :

- Utilisation avancée des sources Fortran (conditions particulières programmées et avancées) et scripts Python (API et bibliothèques ADAO d'optimisation) du système TELEMAC ;
- Étendre l'utilisation de TELEMAC-2D à TELEMAC-3D (et aux applications maritimes) et au couplage avec d'autres modules du système tels que TOMAWAC, GAIA, WAQTEL/AED2, etc. ;
- Exploitation avancée des résultats de simulations.

### LES « + » DE LA FORMATION

Rencontrer et pouvoir échanger avec les principaux développeurs du système TELEMAC. Maîtriser certains aspects de programmation et de modélisation pour des applications avancées du système TELEMAC.

### + INTERVENANTS

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Sébastien BOURBAN, Ingénieur-Chercheur au département Laboratoire National d'Hydraulique et Environnement (LNHE) de la R&D d'EDF.

#### INTERVENANT(S) :

Ingénieurs-Chercheurs des équipes de développement du système TELEMAC de la R&D d'EDF au LNHE.

### + MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

Tutoriel, copie des transparents présentés.

## MATÉRIAUX

- Matériaux dans les réacteurs nucléaires à eau sous pression .....46
- Tenue et comportement des matériaux cimentaires : Modélisation micromécanique .....47



© EDF / MARTIN D. VONKA / SHUTTERSTOCK

Code : **ARN4879**

## MATÉRIAUX DANS LES RÉACTEURS NUCLÉAIRES À EAU SOUS PRESSION

Accessibilité : **EDF, Filiales, Externe**
 Durée : **4 jours répartis sur 5 jours**
 Lieu : **EDF Lab les Renardières**
 Tarif : **2 880 €**
 Dates : **22 au 26 mai 2023**
 Pour vous inscrire :  
 → [Consulter les modalités en page 06](#)

**> PUBLIC :** Ingénieurs, chercheurs ou techniciens supérieurs impliqués dans la conception, la construction, l'exploitation ou la maintenance des centrales nucléaires.

**+ PRÉ-REQUIS :** Notions de base en physique-chimie, métallurgie et mécanique.

### > OBJECTIFS DE FORMATION

Donner une vision d'ensemble des principaux matériaux utilisés dans les réacteurs nucléaires à eau sous pression (principalement métaux et alliages : aciers, aciers inoxydables... mais aussi bétons et polymères), du principe de leur choix, de leur fabrication, de leurs caractéristiques et de leur utilisation ; en particulier à partir de quelques exemples, les principaux mécanismes de dégradation en service (vieillesse sous irradiation, vieillissement thermique, corrosion...) seront décrits.

### > OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Connaissance des matériaux utilisés dans l'industrie nucléaire, leurs caractéristiques et les contraintes auxquelles ils doivent faire face.

### > PROGRAMME

- Rappels sur la métallurgie des aciers, la métallurgie du soudage ;
- Les matériaux du nucléaire : choix, caractéristiques, éléments de fabrication ;
- Les matériaux du nucléaire : comportement en service ;
- Les matériaux du nucléaire : techniques de caractérisation, d'analyse et de contrôle ;
- Matériaux métalliques, bétons et polymères.

### LES « + » DE LA FORMATION

Cette formation permet de faire le lien entre les différents mécanismes de vieillissement rencontrés dans les REP, la métallurgie et les programmes expérimentaux mises en place pour les suivre.

### + INTERVENANTS

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Frédéric DELABROUILLE, Ingénieur-Chercheur au département MMC (Matériaux ET Mécanique des Composants) de la R&D d'EDF.

#### INTERVENANT(S) :

Ingénieurs au département MMC de la R&D d'EDF.

### + MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

Série de conférences spécialisées, suivie d'une visite détaillée des laboratoires de caractérisation et d'analyse et de démonstrations.

Code : **ARN3978**

## TENUE ET COMPORTEMENT DES MATÉRIAUX CIMENTAIRES : MODÉLISATION MICROMÉCANIQUE

Accessibilité : EDF, Filiales, Externe

 Durée : **2 jours**
 Lieu : **EDF Lab les Renardières /  
Materials Ageing Institute (MAI)**
 Tarif : **750 €**
 Dates : **28 et 29 septembre 2023**
 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)
**10%** de numérique en présentiel

**> PUBLIC :** Chercheurs, ingénieurs en sciences des matériaux, génie-civil, mécanique des structures.

**+ PRÉ-REQUIS :**

- Notions de base en mécanique des milieux continus ;
- Notions en physique des matériaux ;

### > OBJECTIFS DE FORMATION

Appréhender le comportement dans la durée des matériaux cimentaires employés par EDF, à partir d'études de cas pratiques ;

- Acquérir les bases de la micromécanique appliquée aux matériaux cimentaires ;
- Bénéficier d'un panorama international des possibilités offertes par la micromécanique au sens large (champs moyens, champs complets, démarche expérimentale, ...) dans l'analyse et la compréhension du comportement des matériaux cimentaires.
- Rencontrer des experts du domaine, à l'échelle internationale.

### > OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Acquérir des bases en micromécanique ;
- Appliquer la micromécanique au cas des matériaux cimentaires ;
- Appréhender de façon physique le comportement dans la durée des matériaux cimentaires.

### > PROGRAMME

Formation dispensée en anglais, en collaboration avec le MAI (<http://www.themai.org>)

**1<sup>er</sup> jour :** formation (amphi)

- Problématiques sur les matériaux cimentaires ;
- Initiation aux bases de la micromécanique en champs moyens : le cas de l'élasticité ;
- Application aux matériaux cimentaires : démarche complète

de modélisation de la morphologie ;

- Ouverture sur les propriétés et comportements hors mécanique et élasticité.

**2<sup>e</sup> jour :** conférences et présentations (amphi)

- Alternance de présentations sur les bases et de présentations d'applications à des problématiques précises ;
- Plages de temps (pauses, déjeuner) laissées à la discussion pour favoriser les échanges entre participants.

### LES « + » DE LA FORMATION

- Vision complète des étapes de construction d'un modèle micromécanique appliqué aux matériaux cimentaires :
  - Théorie,
  - Représentation de la microstructure,
  - Recherche et identification des paramètres,
  - Confrontation expérimentale,
  - Amélioration de la description du modèle, et itération.
- Présentation de cas pratiques sur le génie civil d'EDF : questions, démarche de modélisation, éléments de réponse apportés.
- Rencontre d'experts du domaine, à l'échelle internationale.

### + INTERVENANTS

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Julien SANAHUJA, Ingénieur-Chercheur au département Matériaux et Mécanique des Composants (MMC) de la R&D d'EDF.

#### INTERVENANT(S) :

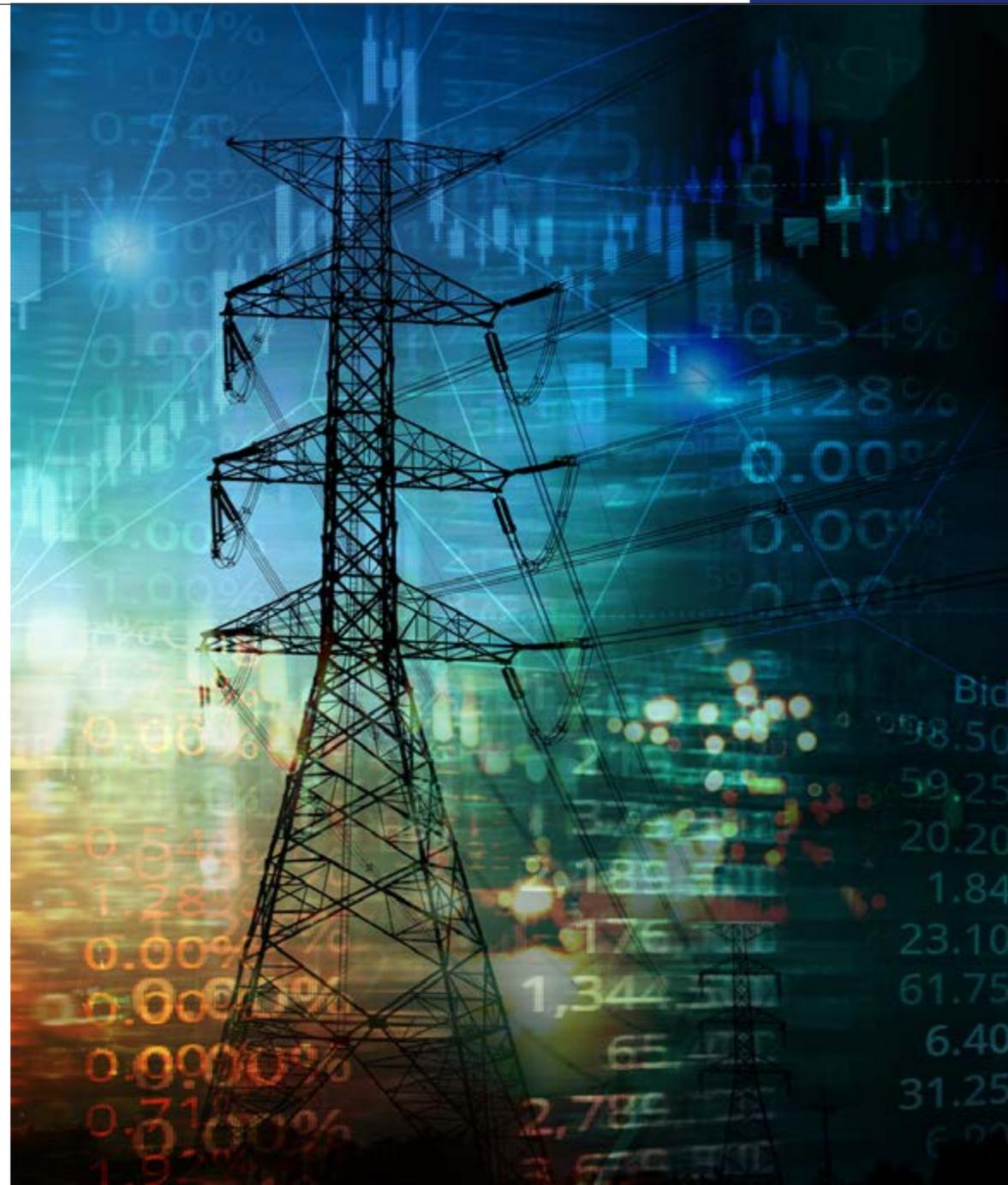
Membres de l'équipe génie-civil de la R&D d'EDF et experts externes.

### + MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

Supports de présentation distribués aux participants.  
Démonstrations d'outils.

## MATÉRIELS ÉLECTRIQUES ET ÉLECTROMAGNÉTISME

- Initiation à l'électronique de puissance ..... 49
- Comprendre et décrypter les essais de matériels électriques ..... 50



© ISTOCK

Code : **ARN3931**

## INITIATION À L'ÉLECTRONIQUE DE PUISSANCE

Accessibilité : **EDF, Filiales, Externe**
 Durée : **1 jour**
 Lieu : **EDF Lab les Renardières**
 Tarif : **980 €**
 Dates : **12 septembre 2023**
 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)

**PUBLIC** : Ingénieurs et chercheurs amenés à travailler sur/avec les nouvelles applications industrielles mettant en œuvre de l'électronique de puissance, décideurs et managers souhaitant avoir une vue d'ensemble sur ce type de systèmes.

**PRÉ-REQUIS** : Formation initiale scientifique.

### OBJECTIFS DE FORMATION

Acquérir des compétences relatives à l'électronique de puissance et aux applications industrielles associées :

- Liaisons HVDC et Supergrids ;
- Convertisseurs électroniques voués au raccordement au réseau de l'énergie photovoltaïque et éolienne ;
- Matériels électriques du futur pour Smart Grids.

### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

À l'issue de la formation, le stagiaire :

- Aura acquis les connaissances de base relatives au fonctionnement des interfaces électroniques de puissance de plus présentes dans les réseaux de transport et de distribution ;
- Saura identifier les avantages et services que peuvent apporter ces nouvelles technologies mais aussi les risques associés.

### PROGRAMME

#### Introduction - Contexte :

- Nouvelles applications industrielles et maturité associée, impact pour les réseaux (risques et opportunités).

#### Étude des structures de base :

- Présentation du fonctionnement des structures de conversion les plus simples : conversion DC/DC (buck, boost), et conversion DC/AC (onduleurs, principe de la MLI).

#### Composants de puissance :

- Étude des différentes structures de composants de puissance : Thyristors, IGBT, MOSFET...
- Développements futurs : présentation des composants « à grand gap » (Carbure de Silicium, Nitrure de Gallium, opportunité des nanotechnologies).

#### Contrôle des convertisseurs :

- Techniques de contrôle simples, types de contrôleurs, modulations...

#### Compatibilité Electro-Magnétique :

- Dimensionnement des filtres anti-harmoniques...
- Applications (+ Démonstrations éventuelles) :**  
Spécificités de chaque application :
- HVDC ;
  - PV ;
  - Éolien ;
  - Interface pour le stockage ;
  - VEHR ;
  - Smart Transfo ;
  - Smart Grid ou µgrid.

### LES « + » DE LA FORMATION

Cette formation comprend une première partie assez pédagogique sur les aspects théoriques de la conversion en électronique de puissance (composants, topologies de convertisseurs et contrôles). Elle permet ensuite de comprendre avec aisance les opportunités qu'offrent ces interfaces électroniques pour les métiers du groupe EDF et finalement de se professionnaliser sur ces sujets en une journée seulement.

### INTERVENANTS

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Bogdan DZONLAGA, Ingénieur-Chercheur au département Laboratoire des Matériels Électriques (LME) de la R&D d'EDF.

#### INTERVENANT(S) :

- Bogdan DZONLAGA (EDF R&D/LME) ;
- Pierre VERMEERSCH (EDF R&D/LME) ;
- Yohan WANDEROILD (EDF R&D /LME) ;
- Julien GAZAVE (EDF R&D/LME) ;
- Minh NGUYEN TUAN (EDF R&D/LME) ;

### MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

Cours, exposés et démonstrations éventuelles.  
Remise d'une documentation.

Code : **ARN3994**

## COMPRENDRE ET DECRYPTER LES ESSAIS DE MATÉRIELS ÉLECTRIQUES A MOYENNE ET HAUTE TENSION

Accessibilité : EDF, Filiales, Externe

 Durée : **1 jour**
 Lieu : **EDF Lab les Renardières**
 Tarif : **980 €**
 Dates : **14 novembre 2023**
 Pour vous inscrire :  
 → [Consulter les modalités en page 06](#)

**PUBLIC** : Toute personne concernée par les matériels électriques HTA/HTB, sous l'angle technique / prescription / vieillissement, désireuse de mieux connaître les essais associés. Le stage s'adresse en particulier à des exploitants / prescripteurs / gestionnaires de réseau électrique, aux personnes en charge des matériels électriques dans le nucléaire ou dans les applications ENR, ainsi qu'aux collaborateurs d'EDF R&D.

**PRÉ-REQUIS** : Bases générales en électricité.

### OBJECTIFS DE FORMATION

- Présenter les différentes familles d'essais et leur finalité : qualification/prélèvement/investigation ;
- Présenter le fonctionnement et les moyens d'essais des laboratoires, notamment ceux d'EDF R&D ;
- Expliquer les clés de lecture pour décrypter les documents d'essai : rapports/certificats/attestations...

### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

À l'issue de la formation, le stagiaire sera capable de :

- Identifier les sujets susceptibles de donner lieu à des essais et la plus-value associée en fonction des problématiques.
- Formuler au mieux un besoin d'essais auprès d'un laboratoire suivant la finalité visée.
- Porter un regard critique sur les prestations proposées par les laboratoires et les documents associés.

Le stagiaire connaîtra l'offre d'essais interne EDF et saura apprécier la portée des différents types de documents produits par les laboratoires.

### PROGRAMME

- Introduction : les typologies d'essais (qualification vs. investigation, essais de type vs. essais individuels...) et les enjeux associés ;
- Organisation interne d'entreprise (constructeur ou utilisateur) : clients internes vs. clients externes. Exemple des laboratoires d'EDF R&D ;

- Les essais diélectriques et mécano-climatiques ;
- Les essais de puissance ;
- Essais normatifs vs. essais sur mesure : exemples d'investigations à forte valeur ajoutée ;
- Les points forts et les limites des différents types de documents d'essai ;
- Les prestataires d'essais : laboratoires vs. organismes de certification ;
- Le rôle de l'accréditation ;
- Choisir une prestation d'essai : comment bien exprimer les besoins en fonction des enjeux ;
- Questions / Réponses et conclusion du stage.

### LES « + » DE LA FORMATION

- Acquérir le vocabulaire et les concepts de base relatifs aux essais afin de faciliter les relations ultérieures avec les Labos, telles que la prescription d'essais, la validation de programme, l'observation d'essais et/ou la lecture de rapports.
- Découvrir les installations d'essai d'EDF R&D.

### INTERVENANTS

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Thierry DHAINAUT, Ingénieur-Chercheur au département Laboratoire des Matériels Électriques (LME) d'EDF R&D.

#### INTERVENANT(S) :

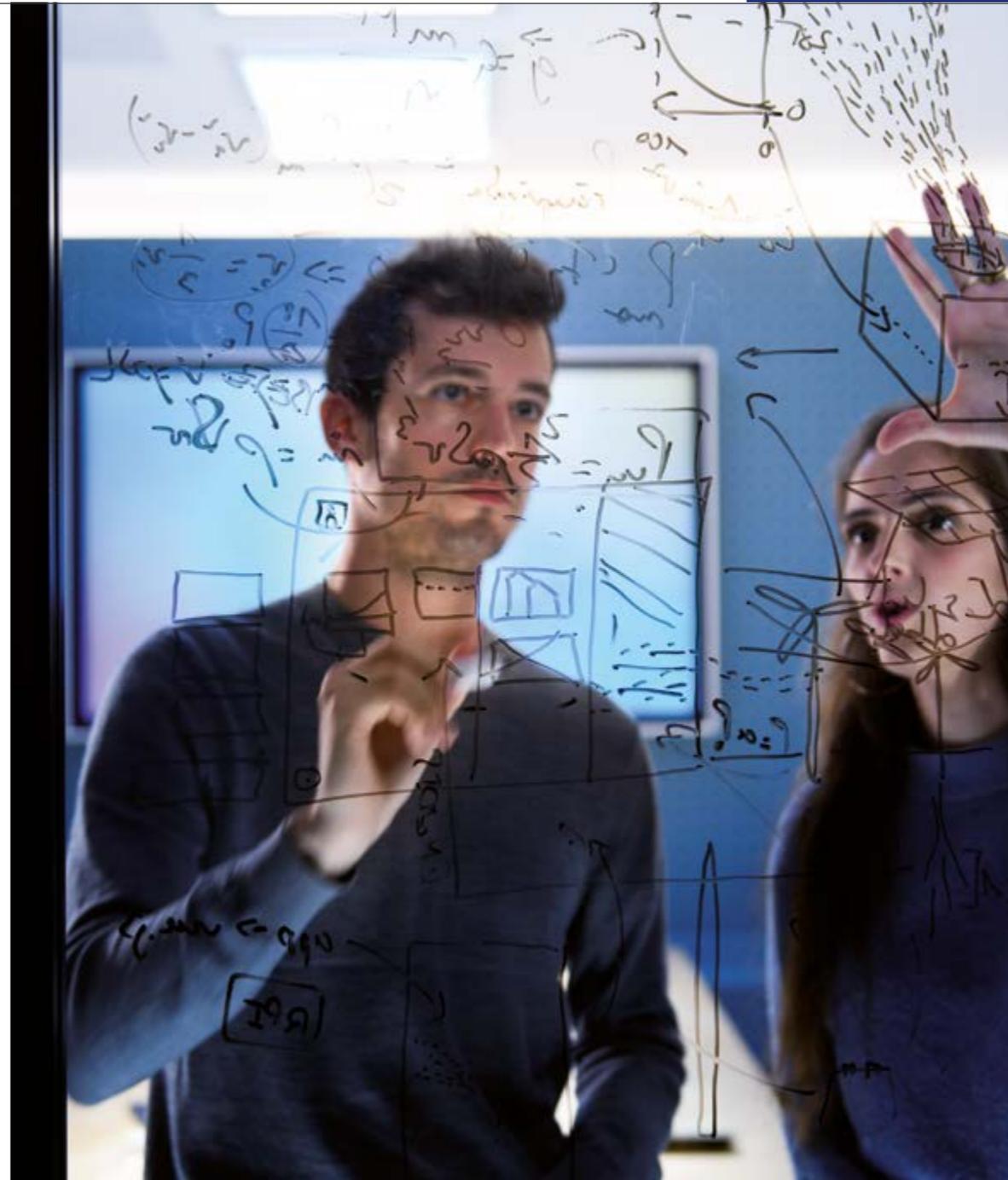
Ingénieurs du LME d'EDF R&D.

### MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

Alternance d'exposés en salle et de visite de différents laboratoires : laboratoire d'essais de puissance et laboratoire diélectrique et mécano-climatique.

## MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES

- Introduction aux statistiques des valeurs extrêmes ..... 52
- Optimisation mathématique : De la théorie à la mise en œuvre ..... 53



Code : **ARN5909**

## INTRODUCTION AUX STATISTIQUES DES VALEURS EXTRÊMES

Accessibilité : **EDF, Filiales, Externe**
 Durée : **1 jour**
 Tarif : **980 €**
 Dates : **22 mai 2023**
 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)
**25%** de numérique en présentiel

**PUBLIC** : Ingénieurs-Chercheurs, ingénieurs, techniciens.

**PRÉ-REQUIS** : Connaissance de base des outils probabilistes (loi de probabilité et moments d'une variable aléatoire) et de la statistique (moyenne, variance d'une variable aléatoire).

### OBJECTIFS DE FORMATION

Présenter les principes de base d'une analyse statistique de valeurs extrêmes et d'événements rares, pour permettre au stagiaire, avec quelques compétences de bases en statistiques, de prendre en main les outils disponibles, dans l'entreprise et en libre, pour une étude de valeurs extrêmes, savoir mener l'étude indépendamment et/ou pouvoir dialoguer avec un statisticien ou un prestataire de services.

Des avancées concernant la prise en compte de tendances et l'estimation d'extrêmes joints seront abordées. Les applications et les exemples sont construits à partir des enjeux de l'entreprise face aux risques d'agression naturelle externe des ouvrages.

### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

À l'issue de la formation, le stagiaire sera capable d'utiliser des méthodes d'analyse de statistiques extrêmes, univariés ou multivariés, d'expliquer et interpréter les résultats des analyses, de dialoguer avec un statisticien ou avec un prestataire de services pour définir le contenu d'une étude ou en analyser les résultats.

### PROGRAMME

- Les enjeux de l'entreprise face aux risques d'agression naturelle externe des ouvrages (Inondation, Vent, Pluie, Températures extrêmes, aléas maritimes et côtiers). Approche multi-aléas et problématique du cumul et de la conjonction d'aléas.
- La théorie des valeurs extrêmes univariée. Hypothèses, théorèmes, lois statistiques, calages des paramètres et estimation des intervalles de confiance.
- La pratique d'une étude d'estimation de valeurs extrêmes. Collecte des données, choix des variables d'étude et des niveaux de retour, méthodes d'échantillonnages, test et vérification des résultats, illustrée par des exemples en salle.

- La détection et la prise en compte de tendances dans les extrêmes. Exemple d'application.
- La théorie des valeurs extrêmes multivariée. Hypothèses, théorèmes, lois statistiques, calages des paramètres et interprétation des résultats. Exemple d'application.
- La prise en compte de l'espace dans l'analyse des valeurs extrêmes : l'analyse régionale et les approches spatialisées.
- Perspectives de recherche futures sur l'estimation des événements extrêmes.

### LES « + » DE LA FORMATION

- Compréhension de la théorie statistique des valeurs extrêmes et de ses limites.
- Exemples d'application pour les études EDF.

### INTERVENANTS

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Sylvie PAREY, Ingénieur-Chercheur Senior au département Optimisation, Simulation, Risques et Statistiques pour les Marchés de l'Énergie (OSIRIS) de la R&D d'EDF.

#### INTERVENANT(S) :

Sylvie PAREY (EDF R&D / OSIRIS), Anne DUTFOY (EDF R&D / département PERICLES), Marc ANDREEVSKY (EDF R&D / département LNHE).

### MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

Cours magistraux et travaux dirigés en distanciel.

Code : **ARN3925**

## OPTIMISATION MATHÉMATIQUE : DE LA THÉORIE À LA MISE EN ŒUVRE

Accessibilité : **EDF, Filiales, Externe**
 Durée : **3 jours**
 Lieu : **Campus EDF Paris-Saclay**
 Tarif : **2160 €**
 Dates : **1 au 3 février 2023**
 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)
**50%** de numérique en présentiel

**PUBLIC** : Ingénieurs amenés à concevoir, développer et maintenir des outils d'optimisation (management d'énergie, ordonnancement, logistique...), économistes.

**PRÉ-REQUIS** : Niveau de base en mathématiques (école d'ingénieur, école de commerce, Master 1) et des bases en programmation sont utiles pour les travaux pratiques en Python.

### OBJECTIFS DE FORMATION

Comprendre et maîtriser les méthodes d'optimisation mathématique et être capable de les mettre en œuvre sur un problème pratique.

### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

À l'issue de la formation, les stagiaires auront :

- Une vision de l'essentiel de la théorie ;
- Une connaissance des panels des méthodes et de leurs champs d'application ;
- Une connaissance des outils informatiques de mise en œuvre des méthodes ;

leur permettant de concevoir et de développer des outils d'optimisation.

### PROGRAMME

Présentation d'un panel de méthodes d'optimisation. Chaque méthode sera présentée dans un cadre formel et sa mise en œuvre sera illustrée sur des problèmes métier simplifiés via des Travaux Pratiques sur ordinateur :

- Programmation linéaire et en variables entières ;
- Programmation dynamique ;
- Méthodes de décomposition ;
- Méthodes d'optimisation stochastique ;
- Algorithmes génétiques.

**Les applications concerneront :**

- L'optimisation d'une vallée hydraulique ;
- La planification de la production des groupes thermiques ;
- La gestion d'un grand parc de production ;
- La gestion de la production en environnement incertain.

### LES « + » DE LA FORMATION

Lien entre théorie et pratique avec cas d'application typique à EDF, lien avec les outils d'optimisation utilisés en opérationnel pour le management d'énergie.

### INTERVENANTS

**RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :**

Cécile ROTTNER, Ingénieur-Chercheur au département Optimisation, Simulation, Risque et Statistiques pour les Marchés de l'Énergie (OSIRIS) de la R&D d'EDF.

**INTERVENANT(S) :**

Ingénieurs-Chercheurs au département OSIRIS de la R&D d'EDF.

### MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

Pour chaque famille de méthodes d'optimisation :

- Introduction du cadre mathématique, paradigme, champ d'application et techniques de résolution ;
- Application à un ou des problème(s) métier via des travaux pratiques sur ordinateur.

## MÉCANIQUE

- Code\_Aster et Salomé-Méca : Génie Civil .....55
- Code\_Aster et Salomé-Méca : Mécanique de la rupture .....56



Code : **ARN3960**

## CODE\_ASTER ET SALOMÉ\_MÉCA : GÉNIE CIVIL

Accessibilité : **EDF, Filiales, Externe**
 Durée : **2 jours**
 Lieu : **EDF Lab Paris-Saclay**
 Tarif : **1750 €**
 Dates : **15 et 16 mai 2023**
 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)
**50%** de numérique en présentiel

**> PUBLIC :** Ingénieurs amenés à réaliser ou encadrer des calculs de structure avancés sur des structures en béton (hors chargements dynamiques).

**+ PRÉ-REQUIS :** Connaissances de base en méthode des éléments finis, utiliser déjà *Code\_Aster* ou avoir suivi la formation Initiation à *Code\_Aster*.

### > OBJECTIFS DE FORMATION

Connaître les principales fonctionnalités de *Code\_Aster* dans le domaine du Génie Civil. Mettre en pratique certaines fonctionnalités sur des exemples simples (études statiques uniquement).

### > OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

La formation couvrira les aspects suivants des calculs de structure dans le domaine du GC :

- Modélisation du béton armé ;
- Mise en précontrainte ;
- Hydratation, séchage, chargements thermiques, déformations différées de retrait et de fluage ;
- Endommagement du béton (notions) ;
- Modélisation Poutres Multi-Fibres.

### > PROGRAMME

- Panorama des outils GC disponibles dans *Code\_Aster* ;
- Calculs thermo-mécaniques (hydratation, séchage) ;
- Modélisation de la précontrainte ;
- Réaliser un calcul non-linéaire ;
- Éléments de structure pour les études de GC ;
- TP n°1 : étude d'une plaque console soumise à la pesanteur et à la flexion ;
- TP n°2 : modélisation de la précontrainte ;
- TP n°2 bis : prise en compte des retraits dans l'étude d'une poutre en flexion 3 points ;
- TP n°3 : modélisation de l'endommagement d'une structure en béton ;
- TP n°3 bis : flexion 3 points d'une poutre en béton armé en PMF.

### LES « + » DE LA FORMATION

- La découverte des différentes fonctionnalités opérationnelles et en cours de développement.
- 3 séances de TP pour réaliser 3 types d'étude avec l'aide des formateurs, dont 2 séances durant lesquelles l'apprenant peut choisir le sujet qui l'intéresse le plus (parmi 2 sujets).

### + INTERVENANTS

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Sylvie MICHEL-PONNELLE, Ingénieur-Chercheur Expert au département ElectRotechnique et MEcanique des Structures (ERMES) de la R&D d'EDF.

#### INTERVENANT(S) :

Ingénieurs-Chercheurs au département ERMES de la R&D d'EDF.

### + MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

- Exposés ;
- Réalisation de travaux pratiques sur Salomé\_Méca, seul ou en binôme, sur stations de travail.

Code : **ARN5912**

## CODE\_ASTER ET SALOMÉ\_MÉCA : MÉCANIQUE DE LA RUPTURE

Accessibilité : **EDF Groupe, Externe**
 Durée : **2 jours**
 Lieu : **EDF Lab Paris-Saclay**
 Tarif : **1750 €**
 Dates : **12 et 13 octobre 2023**
 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)

# 50%

 de numérique en présentiel

**PUBLIC** : Ingénieurs réalisant et/ou encadrant des calculs de structure dans le domaine de la mécanique de la rupture.

### PRÉ-REQUIS :

Obligatoire : Connaissance des bases de code\_aster et salome\_meca (par ex. Formation ITeCH ARN5910 « Code\_Aster et Salomé\_Méca : initiation »).

### OBJECTIFS DE FORMATION

En situation professionnelle, l'apprenant sera capable de réaliser et/ou d'encadrer (surveillance de prestation) des études thermo-mécaniques de mécanique de la rupture linéaire et non-linéaire par éléments-finis.

### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

A l'issue de la formation, le stagiaire sera en capacité de :

- Citer les différentes méthodes de calcul en mécanique de la rupture, leur cadre d'application et leurs limites.
- Réaliser un maillage d'une structure contenant un défaut plan (fissure) ou un défaut volumique en utilisant les outils de maillage de défauts disponibles dans salome\_meca.
- Réaliser un calcul par éléments-finis des paramètres caractéristiques de la rupture (K, G) en élasticité linéaire et en élasto-plasticité avec code\_aster.
- Lister les points de vigilance pour assurer la qualité des résultats.

### PROGRAMME

- Explication de l'origine et des bases théoriques des modèles en mécanique de la rupture : approche « classique » de la mécanique élastique linéaire de la rupture (paramètres K, G), approche « classique » de la mécanique non-linéaire de la rupture (paramètres G, J, Kcp, Js, ...), approches avancées en mécanique de la rupture (Gp, CZM, modèle de Beremin, modèle GTN...).
- Présentation des différents outils de maillage de défauts de la plateforme salome\_meca (outils Bloc Fissure, Zcracks,

MORSE...), zoom sur l'utilisation de Zcracks et mise en pratique des fonctionnalités de cet outil en 2D et en 3D.

- Description détaillée des méthodes (G- , extrapolation des champs de déplacement) et des opérateurs de calculs associés (CALC\_G, POST\_K1\_K2\_K3) de code\_aster ; mise en œuvre en 2D et en 3D ; présentation des opérateurs liés aux méthodes avancées.
- Synthèse des préconisations de mise en œuvre des différentes méthodes et outils lors de la conduite ou de l'encadrement d'études potentiellement classées AIP.

### LES « + » DE LA FORMATION

- Panorama des différentes méthodes numériques utilisées à EDF en précisant le cadre d'application.
- Mise en pratique des connaissances sur des cas tests 2D/3D.
- Acquérir les bonnes pratiques afin d'optimiser la qualité des résultats : mise en données, maillage, option de calcul, validation/comparaison des résultats.

### INTERVENANTS

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Matthieu LE CREN, Ingénieur-Chercheur au département ElectRotechnique et MEcanique des Structures ERMES de la R&D d'EDF.

#### INTERVENANT(S) :

Ingénieurs-Chercheurs du département (ERMES) de la R&D d'EDF.

### MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

- Présentations théoriques, présentation des IHM et de la syntaxe des opérateurs de calcul de code\_aster.
- Séances de mise en pratique (TP) sur poste informatique scientifique Scibian (fourni).

## OPTIMISATION DE LA PRODUCTION ET MARCHÉS DE L'ÉNERGIE

■ Comprendre le marché du gaz .....58



© ISTOCK

Code : **ARN5917**

## COMPRENDRE LE MARCHÉ DU GAZ

Accessibilité : **EDF, Filiales, Externe**
 Durée : **2 jours**
 Lieu : **Campus EDF Paris-Saclay**
 Tarif : **1750 €**
 Dates : **30 novembre et 1<sup>er</sup> décembre 2023**
 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)
**25%** de numérique en présentiel

 **PUBLIC** : Toute personne souhaitant découvrir les principaux aspects du marché gazier.

 **PRÉ-REQUIS** : Aucun.

### OBJECTIFS DE FORMATION

- Connaître les éléments de la chaîne gazière.
- Distinguer les différents marchés pour la vente et l'achat de gaz naturel.
- Identifier les enjeux politico-économiques et environnementaux.

### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Comprendre les différentes étapes de la chaîne gazière, de la production au transport, jusqu'à la consommation.
- Comprendre les différents marchés, leurs interactions et les types de contrats associés.
- Replacer la France dans le contexte gazier européen et mondial.
- Identifier les enjeux du gaz à long terme, ses atouts pour répondre aux défis énergétiques et environnementaux.

### PROGRAMME

#### Jour 1

##### Définitions des concepts

- Vocabulaire, unités
- Les différents types de gaz
- Ressources et réserves

##### Les principaux marchés gaziers

- Régulation
- Contrat et Prix
- Acteurs

##### Sécurité d'approvisionnement

- Production & Consommation
- Acheminement et stockage
- La Crise ukrainienne

#### Jour 2

##### Gaz & Electricité

- Les centrales gaz
- La demande de gaz pour la production d'électricité

- Prix du gaz et prix de l'électricité
- Enjeux environnementaux
- Gaz et Changement climatique
- Le Biogaz, Gaz de synthèse et Hydrogène
- La capture séquestration de Carbone

##### Prospective

- Le gaz dans la transition énergétique
- La vision EDF « CHypSE »
- Perspectives à long terme.

### LES « + » DE LA FORMATION

- Vision d'ensemble des différents aspects du secteur gazier.
- Le gaz dans la transition énergétique.
- Le gaz dans les scénarios EDF.

### INTERVENANTS

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

François CATTIER, Ingénieur-Chercheur au département Technologies et Recherche pour l'Efficacité Énergétique (TREE) de la R&D d'EDF.

#### INTERVENANT(S) :

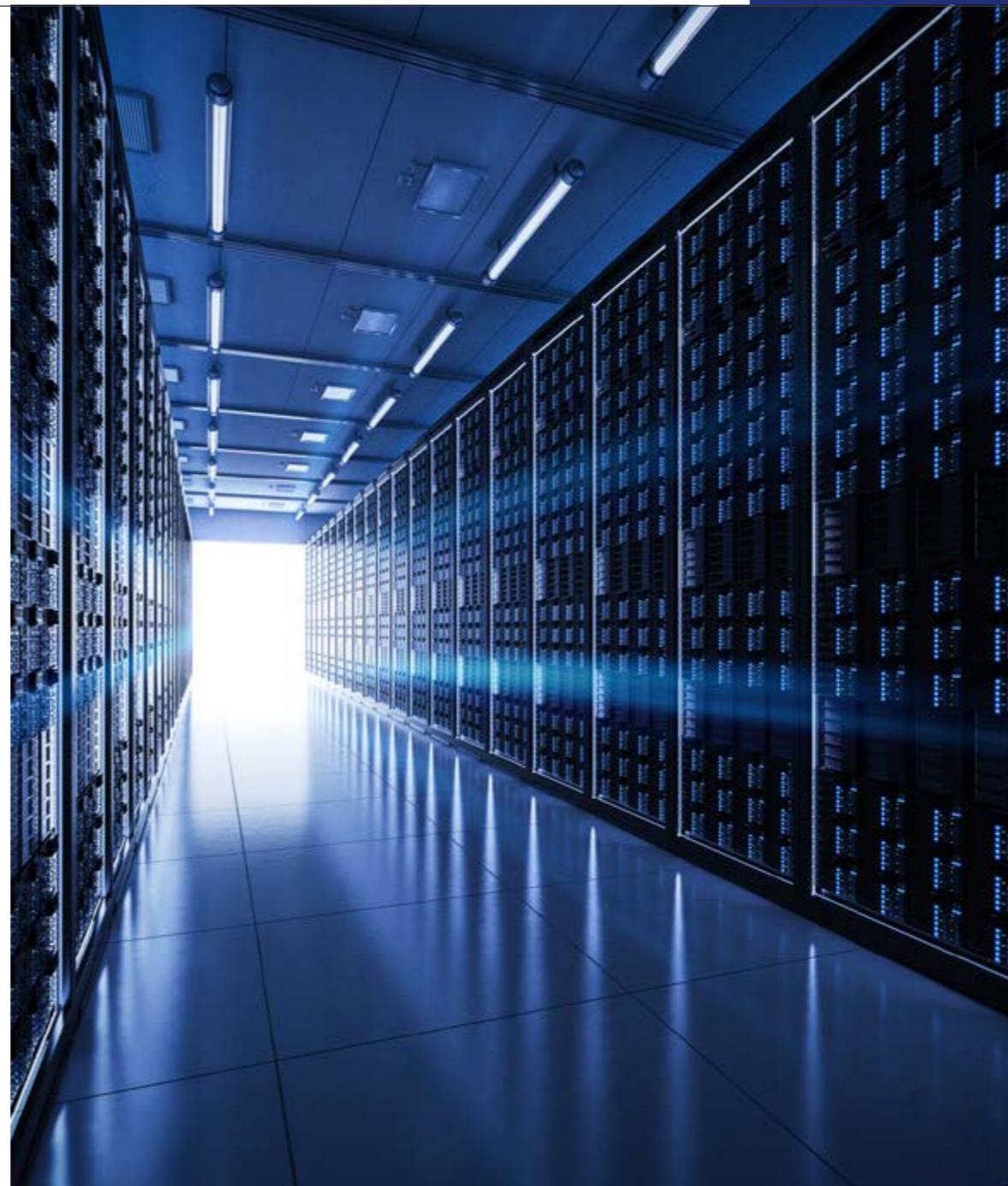
Ingénieurs-Chercheurs de la R&D d'EDF - Analystes à la Direction de la Stratégie d'EDF.

### MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

- Exposés.
- Sondages et quiz tout au long de la formation.
- Utilisation de l'outil de simulation de scénarios DEMO.

## SCIENCE DES DONNÉES

- Machine Learning : Fondamentaux mathématiques et méthodologiques (objectifs métiers, modélisation, prévision et interprétation) **NEW** 60



© ISTOCK

Code : **ARN5919**

NEW

## MACHINE LEARNING : FONDAMENTAUX MATHÉMATIQUES ET MÉTHODOLOGIQUES (OBJECTIFS MÉTIERS, MODÉLISATION, PRÉVISION ET INTERPRÉTATION)

Accessibilité : EDF, Filiales, Externe

Durée : 3 jours

Lieu : EDF Lab Chatou

Tarif : 2160 €

Dates : 17 au 19 octobre 2023

Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)

**PUBLIC** : Ingénieurs et chercheurs d'EDF souhaitant : soit savoir appréhender les fondements mathématiques du machine learning, soit en comprendre les tenants et les aboutissants, soit les deux !

**PRÉ-REQUIS** : Notions de base en mathématiques, statistiques, probabilité, algorithmique et calcul numérique.

### OBJECTIFS DE FORMATION

- Donner les clés de compréhension et les éléments mathématiques de base en machine learning pour construire et exploiter des modèles prédictifs.
- Ses modules sont construits suivant la démarche utilisée dans une étude, et non comme un déroulement de différentes classes de méthodes.
- Le stage ITECH proposé par SEQUOIA intitulé « ARN5918 - Machine Learning et IA : Comprendre les concepts et réaliser une étude de A à Z en Python » qui est une initiation incluant des TP aux techniques de machine learning, peut être suivi en amont de cette formation.

### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

A l'issue de la formation, le stagiaire sera capable de :

- Appréhender la faisabilité et la pertinence de la construction de modèles stats prédictifs sur ses jeux de données, en régression ou en classification,
- Élaborer des étapes de prétraitement de données,
- Avoir un avis critique sur des études faisant appel aux méthodes et modèles de machine learning.

### PROGRAMME

Cette formation présente :

- Une méthodologie générique de construction de modèles de machine learning, illustrée sur des données liées à l'exploitation des centrales d'EDF et la prévision de consommation d'électricité,
- Les méthodes mathématiques les plus importantes associées à cette méthodologie,
- Des éléments en quantification d'incertitudes, dépendance, explicabilité et validation (peu traités actuellement dans les

formations du même type),

- Les clés pour aborder des problèmes plus complexes (incluant des étapes de prétraitement des données), utiles par exemple dans le cas de séries temporelles.

### LES « + » DE LA FORMATION

Chaque module comprend :

- Une introduction permettant de le situer dans la méthodologie générique,
- Un volume théorique rigoureux,
- Une illustration par des exemples industriels EDF avec des démos de mise en place de codes informatiques (Notebook python ou autres). Les formateurs sont tous des ingénieurs-chercheurs d'EDF R&D qui connaissent les besoins métiers de part leur activités internes.

### INTERVENANTS

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Bertrand IOOSS (Chercheur senior), Vincent CHABRIDON et Julien PELAMATTI (Ingénieurs-Chercheurs), au département Performance, Risque Industriel, Surveillance pour la Maintenance et l'Exploitation (PRISME) de la R&D d'EDF.

#### INTERVENANT(S) :

Yannig GOUDE (Chercheur senior, EDF R&D/OSIRIS), Nicolas BOUSQUET et Nicolas PAUL (Chercheurs experts, EDF R&D/PRISME) ; Ingénieurs-Chercheurs des départements PRISME et OSIRIS.

### MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

Chaque cours (qui est un exposé en salle) comprend :

- Une introduction permettant de le situer dans la méthodologie générique,
- Un volume théorique,
- Une illustration par des exemples EDF,
- Éventuellement une démo informatique (Notebook python ou autres).

## SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT, SÉCURITÉ, RADIOPROTECTION

- Fiabilité et sûreté des systèmes industriels ..... 62
- Modélisation de la fiabilité des composants : Méthodes probabilistes et statistiques, analyses d'incertitudes ..... 63
- Incertitudes - Module Introduction Méthodo : Prise en compte des incertitudes et exploration de modèles numériques ..... 64
- Incertitudes - Module Mise en œuvre : Logiciel OpenTurns ..... 65
- Incertitudes Avancées : Méthodes et outils avancés de traitement des incertitudes pour les modèles numériques ..... 66
- Utilisation de KB3 dans le cadre des EPS ..... 67
- Initiation aux bases de l'outil ANDROMEDA dans le cadre des EPS ..... 68
- Initiations aux outils avancés d'ANDROMEDA dans le cadre des EPS ..... 69
- Science de l'incendie et utilisation du code MAGIC ..... 70



Code : **ARN2681**

## FIABILITÉ ET SÛRETÉ DES SYSTÈMES INDUSTRIELS

Accessibilité : **EDF, Filiales, Externe**
 Durée : **2 jours**
 Lieu : **Campus EDF Paris-Saclay**
 Tarif : **1750 €**
 Dates : **9 et 10 mars 2023**
 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)

**> PUBLIC :** Ingénieurs désirant acquérir des connaissances globales en Sûreté de Fonctionnement. Le stage se focalise sur un public EDF et sur les problématiques de l'entreprise, sans préférence pour un domaine particulier. La formation reste toutefois ouverte à l'extérieur.

**+ PRÉ-REQUIS :** Niveau mathématique Ingénieur 1<sup>re</sup> année en probabilités souhaité.

### > OBJECTIFS DE FORMATION

Fournir aux stagiaires un panorama très large des méthodes de sûreté de fonctionnement. L'objectif n'est pas l'autonomie du stagiaire à l'issue du stage dans l'application des méthodes présentées. En revanche, le stagiaire qui souhaite approfondir un point particulier trouvera dans le stage les informations nécessaires pour pouvoir le faire ultérieurement.

### > OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

À la fin de FIABIL, le stagiaire aura acquis des connaissances sur les principales méthodes de sûreté de fonctionnement. De plus, le stagiaire aura eu la possibilité de rencontrer les experts EDF des différents domaines abordés.

### > PROGRAMME

- Généralités sur la Sûreté de Fonctionnement (SdF) ;
- Grandeurs fondamentales de la SdF et leur estimation à partir de données ;
- Principales Méthodes d'Analyse Quantitative : Diagrammes de Fiabilité, Arbres de défaillances, Arbres d'événements ;
- Systèmes dynamiques discrets et hybrides ;
- SdF du contrôle commande ;
- SdF et Facteurs humains ;
- SdF pour l'exploitation d'une Installation.
- Les stagiaires se familiarisent à l'utilisation de KB3 et de la BDC HYDRAU+ELEC en modélisant pas à pas un système réel jusqu'à l'étape finale de modélisation puis injection vers RiskSpectrum et obtention du rapport d'étude.
- Les éléments utilisés pendant la formation peuvent être conservés ce qui permet de se remémorer des actions après la formation.

### LES « + » DE LA FORMATION

- Etat de l'art de la sûreté de fonctionnement.
- Présentation de techniques en pointe, développées à la R&D.
- Rencontre avec les experts du domaine de la R&D.

### + INTERVENANTS

Le stage est principalement dispensé par l'équipe d'Ingénieurs et d'Experts des départements PERICLES et PRISME dont les compétences ont été acquises et confirmées par une vingtaine d'années de mise en pratique au service d'EDF dans de nombreux secteurs d'activités.

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Anne DUTFOY, Ingénieur-Chercheur Senior, au département Management de PERICLES.

#### INTERVENANT(S) :

Ingénieurs-Chercheurs des départements PERICLES, PRISME et de la Direction du Parc Nucléaire.

### + MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

Interventions avec exemples et exercices.

Code : **ARN4642**

## MODÉLISATION DE LA FIABILITÉ DES COMPOSANTS : MÉTHODES PROBABILISTES ET STATISTIQUES, ANALYSES D'INCERTITUDES

Accessibilité : EDF, Filiales, Externe

 Durée : **4 jours**
 Lieu : **EDF Lab Chatou**
 Tarif : **2 880 €**
 Dates : **20 au 23 mars 2023**
 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)
**25%** de numérique en présentiel

**PUBLIC** : Ingénieurs et Chercheurs (R&D et Directions Opérationnelles d'EDF, Autorités de Sûreté, autres grandes industries...), Étudiants en thèse ou stagiaires.

**PRÉ-REQUIS** : Notions de base en mathématiques appliquées, probabilités et statistiques (moyenne, écart-type, loi de probabilité).

### OBJECTIFS DE FORMATION

Le contexte est celui des risques industriels. Au travers d'exposés illustrés par des cas concrets et de travaux pratiques sur ordinateur, le stage introduit à l'utilisation des méthodes probabilistes et statistiques (classiques et bayésiennes) pour :

- Travailler sur des données (retour d'expérience de défaillances de composants ou mesures de paramètres physiques) et/ou sur des modèles ou des codes de simulation numériques dans tout domaine physique ;
- Évaluer la fiabilité de composants industriels ;
- Identifier les paramètres physiques favorisant le risque de défaillance ou d'apparition de dégradations sur un composant ;
- Réaliser des études de sensibilité et hiérarchiser les sources d'incertitudes en entrée d'un modèle physique ou d'un code de simulation numérique.

### PROGRAMME

En se basant sur des exemples industriels, le stage aborde :

- Les grandes notions relatives aux risques, à la fiabilité et à la maîtrise des incertitudes ;
- Les bases de probabilités et statistiques pour l'évaluation de la fiabilité des composants et la modélisation des incertitudes ;
- Le traitement statistique de données (ex : temps de défaillance, cinétique de dégradation, propriétés des matériaux, mesures climatiques...) ;
- Le recueil et l'importance du retour d'expérience des défaillances pour l'évaluation de la fiabilité de composants ;
- Les méthodes bayésiennes pour l'intégration du jugement d'experts dans les analyses de fiabilité ;
- Les méthodes de calcul probabiliste type « fiabilité des structures » ou « propagation d'incertitudes » dans les modèles physiques (Monte-Carlo, accélérées, FORM/SORM...) ;

- Des applications sur des cas industriels concrets. Ce stage de sensibilisation ne traite pas en détail des méthodes statistiques avancées (valeurs extrêmes, identification de paramètres, analyse de la variance généralisée, surfaces de réponse / métamodèles et plans d'expérience...).

### LES « + » DE LA FORMATION

- Disposer d'un large panorama de méthodes ou d'outils avec des illustrations d'applications concrètes EDF.
- Acquérir les bases pour mener par soi-même des calculs simples à partir de données ou de codes de simulation numérique.

### INTERVENANTS

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Emmanuel RÉMY, Chercheur Expert au département Performance, Risque Industriel, Surveillance pour la Maintenance et l'Exploitation (PRISME) de la R&D d'EDF.

#### INTERVENANT(S) :

Ingénieurs Chercheurs des Départements PRISME et PERICLES de la R&D d'EDF.

### MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

- Exposés en salle en alternance avec des exercices d'application et des illustrations concrètes ;
- Cours exposés par vidéo-projection.
- Transparents des supports de cours.
- Quiz pour aider à l'assimilation des concepts, méthodes et outils présentés.
- Démonstration et manipulation de logiciels (fichiers des travaux pratiques corrigés transmis) ;
- Documentation complète et bibliographie remises en début de stage.

Code : **ARN4889**

## INCERTITUDES – MODULE INTRODUCTION MÉTHODO : PRISE EN COMPTE DES INCERTITUDES ET EXPLORATION DE MODÈLES NUMÉRIQUES

Accessibilité : EDF, Filiales, Externe

 Durée : **4 jours**
 Lieu : **EDF Lab Chatou**
 Tarif : **2 880 €**
 Dates : **7 au 10 mars 2023**
 Pour vous inscrire :  
 → [Consulter les modalités en page 06](#)

**PUBLIC** : Ingénieurs et chercheurs (R&D et Directions Opérationnelles d'EDF, autres grandes industries et organismes de recherche), étudiants en thèse ou stagiaires.

**PRÉ-REQUIS** : Notions en Mathématiques, Probabilité et Statistique (moyenne, écart-type, loi de probabilité, covariance...).

### OBJECTIFS DE FORMATION

- Présenter une méthodologie générique pour la quantification des incertitudes dans les études impliquant des modèles et codes de calcul physiques (chaînes de mesures, simulation numérique en mécanique, thermohydraulique, neutronique, environnement, etc.) ;
- Présenter les méthodes mathématiques de base associées à cette méthodologie ;
- Présenter des méthodes avancées permettant de traiter les cas de modèles coûteux en temps de calcul.

N.B. : les stages ITECH suivants sont complémentaires :

1. « Incertitudes – Module Mise en œuvre : logiciel Open TURNS » (ARN4888) pour la mise en œuvre informatique ;
2. « Estimation des incertitudes appliquées à la métrologie et aux Indicateurs de Performance » (ARN3920) pour le traitement des incertitudes de mesures ;
3. « Modélisation de la fiabilité des composants : méthodes probabilistes et statistiques, analyses d'incertitudes » (ARN4642) pour l'estimation de durée de vie et de fiabilité.

### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

À l'issue de la formation le stagiaire sera capable :

- D'évaluer une demande d'analyse des incertitudes, de spécifier cette analyse et de la piloter ;
- De dialoguer avec les spécialistes métiers ;
- D'avoir un avis critique sur une démarche de traitement des incertitudes ;
- De construire au besoin une chaîne de calcul d'incertitudes et de mettre en œuvre les méthodes de calcul de base ;
- D'identifier les éventuels besoins de mises en œuvre de méthodes avancées.

### PROGRAMME

En se basant sur des exemples industriels, la formation présente la méthodologie générique de traitement des incertitudes, reconstruite et partagée avec plusieurs acteurs institutionnels (CEA, IRSN, Airbus Group, ONERA, INRA, Renault, IFP EN, etc.) :

- Identification des grandes étapes d'une étude : spécification du

critère, quantification, propagation et hiérarchisation des sources d'incertitudes ;

- Généralités sur les méthodes : peu de données, beaucoup de données, temps de calcul du code, précision voulue... ;
- Outils de bases proba./stat. pour la modélisation des incertitudes (choix d'une loi à partir de données ou d'avis d'expert), introduction à l'approche bayésienne ;
- Méthodes élémentaires et avancées pour la propagation et la hiérarchisation des incertitudes (cumul quadratique, méthode de Monte-Carlo, analyse de sensibilité globale) ;
- Méthodes avancées pour l'exploration de modèles, le calcul de marges et la calibration de paramètres ;
- Illustrations sur des applications métiers en mécanique, hydraulique, thermohydraulique...

### LES « + » DE LA FORMATION

Cette formation offre une introduction complète à la méthodologie incertitudes et permet aux stagiaires formés.e.s d'atteindre un premier niveau d'autonomie, que ce soit au niveau méthodologique ou logiciel avec l'utilisation du logiciel OpenTURNS. Elle permet également un accès privilégié aux experts Incertitudes de la R&D, qui pourront assurer un support et initier des collaborations après la formation.

### + INTERVENANTS

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Sanaa ZANNANE, Ingénieur-Chercheur au département Performance, Risque Industriel, Surveillance pour la Maintenance et l'Exploitation (PRISME) de la R&D d'EDF.

#### INTERVENANT(S) :

Ingénieurs-Chercheurs de la R&D d'EDF/départements PRISME, MMC (Matériaux et Mécanique des Composants), MFEE (Mécanique des Fluides, Énergies et Environnement) et PERICLES (Performance et prévention des Risques Industriels du parc par la simulation et les Études).

### + MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

Exposés en salle.

Alternance de cours méthodologique et d'exemples.

Travaux pratiques.

Discussions et retours d'expériences.

Transparents supports des cours.

Références bibliographiques.

Liste des personnes à contacter en cas de question sur la méthodologie ou les outils informatiques.

Code : **ARN4888**

## INCERTITUDES – MODULE MISE EN ŒUVRE : LOGICIEL OPENTURNS

Accessibilité : **EDF, Filiales, Externe**
 Durée : **3 jours**
 Lieu : **EDF Lab Chatou**
 Tarif : **2160 €**
 Dates : **4 au 6 septembre 2023**
 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)
**100%** de numérique en présentiel

**> PUBLIC :** Ingénieurs en charge d'études de traitement des incertitudes, universitaires dans le domaine, développeurs d'applications scientifiques.

**+ PRÉ-REQUIS :**

- Les connaissances de base en probabilités et statistiques : loi, quantiles, estimateurs, théorème central limite ;
- La connaissance de la « Méthodologie de Traitement des Incertitudes ». Elle peut être acquise en suivant le stage « Incertitudes - Module Introduction Méthodo : Prise en compte des incertitudes et exploration de modèles numériques » (ARN4889).

**> OBJECTIFS DE FORMATION**

- Apprendre à manipuler la plate-forme Open TURNS pour réaliser des études de traitement des incertitudes, via son interface python ;
- Apprendre à coupler Open TURNS à son outil métier.

**> OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES**

- À l'issue de cette formation, les participants :
- Connaîtront la Méthodologie Incertitudes ;
  - Seront capables d'écrire un script Python et d'utiliser l'IHM graphique pour dérouler une étude d'incertitudes ;
  - Auront pris connaissance de l'ensemble de la documentation métier et informatique d'Open TURNS ;
  - Sauront communiquer avec la communauté open source de l'outil via le site web ;
  - Sauront coupler un code avec Open TURNS, utiliser les fonctionnalités HPC de l'outil.

**> PROGRAMME**

- Présentation de l'outil Open TURNS : Fiche technique de l'outil, Consortium, site web, Journée utilisateurs... ;
- Manipulation d'Open TURNS via son interface textuelle (Python) et son IHM graphique : déroulement sur un cas d'étude de l'ensemble de la Méthodologie ;
- Réalisation de plusieurs couplages informatiques avec Open TURNS à travers de nombreux TP.

**LES « + » DE LA FORMATION**

- apprentissage de la méthodologie Incertitudes
- mise en oeuvre par le logiciel OpenTURNS
- lien privilégié avec les experts Incertitudes de la R&D (formateurs) ==> support après la formation

**+ INTERVENANTS**

**RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :**

Anne DUTFOY, Ingénieur-Chercheur au département PERFORMANCE et prévention des Risques Industriels du parc par la simulation et les Études (PERICLES) de la R&D d'EDF.

**INTERVENANT(S) :**

Anne DUTFOY et autres Ingénieurs-Chercheurs aux départements PERICLES, PRISME (Performance, Risque Industriel, Surveillance pour la Maintenance et l'Exploitation) et MMC (Matériaux et Mécanique des Composants) de la R&D d'EDF.

**+ MODALITÉS PÉDAGOGIQUES**

- Exposés en salle ;
- Cours, exposé, TP OpenTURNS sur PC Linux (poste Calibre) ;
- Remise d'une clé USB contenant les supports pédagogiques, la documentation, les TP, un fichier d'exemples corrigés d'utilisation de l'outil.

Code : **ARN3996**

## INCERTITUDES – MÉTHODES ET OUTILS AVANCÉS DE TRAITEMENT DES INCERTITUDES POUR LES MODÈLES NUMÉRIQUES

Accessibilité : **EDF, Filiales, Externe**
 Durée : **3 jours**
 Lieu : **EDF Lab Chatou**
 Tarif : **2 160 €**
 Dates : **23 au 25 janvier 2023**
 Pour vous inscrire :  
 → [Consulter les modalités en page 06](#)
**25%** de numérique en présentiel

**> PUBLIC :** Ingénieurs et chercheurs (R&D et Directions Opérationnelles d'EDF, autres grandes industries et organismes de recherche), étudiants en thèse ou stagiaires travaillant dans le domaine du calcul scientifique.

**+ PRÉ-REQUIS :** Bonnes notions en mathématiques, bases de la théorie des probabilités et de la statistique. Avoir suivi la formation « Incertitudes-Module Introduction Méthodo » (ARN4889).

### > OBJECTIFS DE FORMATION

Cette formation s'inscrit dans une démarche de traitement des incertitudes dans les outils de calcul scientifique, en particulier en simulation numérique.

L'objectif général est d'augmenter le bagage méthodologique acquis lors de la formation « Incertitudes - Module Introduction Méthodo » (ARN4889) afin d'être capable de traiter une plus large palette d'applications pratiques ou de disposer de méthodes plus adaptées à son contexte métier.

Les méthodes sont illustrées et la question de la mise en œuvre des méthodes au moyen de logiciels libres est abordée.

N.B. : outre la formation « Incertitudes - Modules Introduction Méthodo », les stages ITECH suivants sont complémentaires :

1. « Incertitudes - Module Mise en œuvre : logiciel Open TURNS » (ARN4888) pour la mise en œuvre informatique ;
2. « Estimation des incertitudes appliquées à la métrologie et aux Indicateurs de Performance » (ARN3920) pour le traitement des incertitudes de mesures ;
3. « Modélisation de la fiabilité des composants : méthodes probabilistes et statistiques, analyses d'incertitudes » (ARN4642) pour l'estimation de durée de vie et de fiabilité.

### > OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

À l'issue de la formation le stagiaire sera capable :

- De proposer des réponses graduées en termes de méthodes et outils à des demandes d'analyse des incertitudes, de spécifier cette graduation et de la piloter ;
- D'avoir un avis critique sur une démarche de traitement des incertitudes et de proposer des M&O adaptés à un contexte métier particulier ;
- De construire au besoin une chaîne de calcul d'incertitudes et de mettre en œuvre des méthodes de calcul avancées.
- D'interagir avec la communauté R&D et académique qui développe les méthodes et outils de demain en traitement des incertitudes.

### > PROGRAMME

Les points suivants sont au programme de la formation :

- Paradigmes de représentation et de traitement des incertitudes (ouverture sur les approches extra-probabilistes, statistique bayésienne) ;
- Modélisation de la dépendance entre grandeurs aléatoires ;
- Prise en compte de grandeurs incertaines fonctionnelles (quantité instationnaire, champ physique dans l'espace) ou de grande dimension (processus stochastiques, réduction de dimension, visualisation) ;
- Analyse de sensibilité avancée (indices HSIC) ;
- Approfondissement concernant l'utilisation de la métamodélisation par processus gaussien (krigeage) et par polynôme du chaos ;
- Méthodes statistiques pour la calibration et la validation des outils de calcul scientifiques.

### LES « + » DE LA FORMATION

Approfondir la maîtrise des étapes clés d'une analyse d'incertitudes :

- modéliser les incertitudes en grande dimension, avec peu de donnée, et/ou avec des structures de dépendance complexes ;
- émuler un code coûteux à l'aide du chaos polynomial ou de processus gaussiens ;
- caler / valider un code coûteux et non linéaire
- Mise en œuvre avec Open TURNS : TPs sous jupyter-notebook

### + INTERVENANTS

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Merlin KELLER, Ingénieur-Chercheur au département Performance, Risque Industriel, Surveillance pour la Maintenance et l'Exploitation (PRISME) de la R&D d'EDF.

#### INTERVENANT(S) :

Ingénieurs-Chercheurs des départements PRISME et MMC (Matériaux et Mécanique des Composants) de la R&D d'EDF, chercheur SafranTech.

### + MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

Alternance d'exposés (méthodes, illustrations, références bibliographiques) et de travaux pratiques sur ordinateur (environnements Python et R).

Seront fournis à l'issue de la formation :

- Les supports de la formation sous format numérique ;
- Une liste de contacts en cas de question sur la méthodologie ou les outils informatiques.

Impression papier des supports des exposés remis en début de stage sur demande uniquement (2 semaines avant le début de la formation).

Code : **ARN5913**

## UTILISATION DE KB3 DANS LE CADRE DES EPS

Accessibilité : EDF, Filiales, Externe

 Durée : **5 jours**
 Lieu : **Campus EDF Paris-Saclay**
 Tarif : **3 240 €**
 Dates : **22 au 26 mai 2023**
 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)
**50%** de numérique en présentiel

**> PUBLIC :** Analystes EPS qui réalisent des études système et plus largement ingénieurs qui seront amenés à utiliser les modèles informatiques des Études Probabilistes de Sûreté (EPS) sous RiskSpectrum®.

### + PRÉ-REQUIS :

- Avoir des notions en fiabilité et connaître la modélisation par arbres de défaillance ;
- Idéalement avoir suivi le module 1 (Théorie des EPS - ARN4643) du Cours de formation aux Études Probabilistes de Sûreté.

### > ATTENTION :

Si la formation est en ligne ou hors Campus Saclay, les stagiaires devront utiliser leur propre ordinateur portable et avoir installé TEAMS (ou un autre logiciel qui sera précisé avant la formation). Avant la formation nous leur aurons fourni les versions des logiciels auxquels ils vont se former (KB3 et base de connaissances HYDRAU+ELEC pour les EPS) ainsi que des licences provisoires. Ils devront les installer sur leur poste. Une réunion de type technique sera organisée avant la formation pour vérifier que tout fonctionne correctement (logiciels et licences, connexion et débit internet).

### > OBJECTIFS DE FORMATION

Apprendre à modéliser les systèmes par arbre de défaillance en utilisant la base de connaissances KB3 «HYDRAU+ELEC» dédiée aux EPS.

### > OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

À la fin de la formation, les participants connaîtront la BDC dédiée aux systèmes hydrauliques et électriques (objets et fonctions) et sauront générer la documentation associée à leur étude.

### > PROGRAMME

- On s'orientera rapidement vers une manipulation intensive de KB3 sur des cas concrets et réalistes. Les exercices pratiques illustreront les principales fonctionnalités de la base de connaissances HYDRAU+ELEC utilisée pour les EPS. La génération de rapport sera régulièrement utilisée.
- Dans le cas d'une formation en ligne, il y aura des plages hors connexion pour réaliser les exercices (environ la moitié du temps).

### LES « + » DE LA FORMATION

- Les stagiaires se familiarisent à l'utilisation de KB3 et de la BDC HYDRAU+ELEC en modélisant pas à pas un système réel jusqu'à l'étape finale de modélisation puis injection vers RiskSpectrum et obtention du rapport d'étude.
- Les éléments utilisés pendant la formation peuvent être conservés ce qui permet de se remémorer des actions après la formation.

### + INTERVENANTS

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Nathalie VILLATTE, Ingénieur-Chercheur au département PERICLES (PERformance et prévention des Risques Industriels du parC par la simuLation et les ÉtudeS) de la R&D d'EDF.

Romain ROY, Pilote lot 2 EPS affaire DFD à EDVANCE.

Si la formation a lieu en présentiel avec un nombre important de stagiaires, une personne d'un centre d'ingénierie pourra être sollicitée.

### + MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

Éléments fournis : énoncés des exercices et éléments pour les réaliser, corrigés des exercices et vidéos des sessions (fournies après chaque session).

Petites vidéos et guide pdf sous Sharepoint.

Code : **ARN4021**

## INITIATION AUX BASES DE L'OUTIL ANDROMEDA DANS LE CADRE DES EPS

Accessibilité : **EDF, Filiales, Prestataires**
 Durée : **2 jours**
 Lieu : **Campus EDF Paris-Saclay**
 Tarif : **1750 €**
 Dates : **4 et 5 décembre 2023**
 Pour vous inscrire :  
 → [Consulter les modalités en page 06](#)
**75%** de numérique en présentiel

**PUBLIC** : Analystes d'Études Probabilistes de Sûreté (EPS) en charge de la construction et de l'exploitation de modèles EPS.

**PRÉ-REQUIS** : Connaissance des EPS, de ses modèles et méthodes de modélisations en ayant réalisé le **CURSUS EPS module 1 (ARN4643)** ou posséder les compétences de base EPS (Analyses Qualitatives des Séquences AQS, Arbres de défaillances et d'événements, Etudes de fiabilité des systèmes...).

### OBJECTIFS DE FORMATION

Présenter les fonctionnalités de bases de l'outil de gestion des modèles EPS Androméda.

### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

À l'issue de la formation, le stagiaire sera capable d'utiliser les fonctionnalités de base d'Androméda pour les besoins de création ou de mises à jour de modèles EPS, soit :

- Utiliser l'interface de navigation dans les fichiers Androméda ;
- Savoir transposer les fichiers dans plusieurs formalismes et connaître les liens entre Androméda et KB3 ;
- Savoir utiliser les modules AQS, comparaison, fusion, cartographie et de vérification de consistance de modèles d'Androméda ;
- Connaître les scripts inclus dans l'outil.

### PROGRAMME

Exposés et travaux dirigés réalisés sur des cas réels, sur les sujets suivants :

- Présentation générale d'Androméda ;
- Conversion de modèles ;
- Visualisation et cartographie des modèles ;
- Outil AQS et ces fonctionnalités ;
- Outil de comparaison, de fusion et de d'analyse de consistance de modèles ;
- Présentation de script inclus dans l'outil.

### LES « + » DE LA FORMATION

Prise en main du logiciel Androméda par des cas pratiques

### + INTERVENANTS

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Pierre-Emmanuel BARBE, Ingénieur-Chercheur au département PPerformance et prévention des Risques Industriels du parC par la simulation et les EtudeS (PERICLES) de la R&D d'EDF.

#### INTERVENANT(S) :

Développeurs de l'outil d'EDF (Mohamed HIBTI, Claudia PICOCO et Pierre-Emmanuel BARBE) et utilisateur de l'outil à EDVANCE (Romain ROY).

### + MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

- Alternance de séances de présentations « théoriques » avec une application pratique d'utilisation de l'outil sur des modèles EPS, réalisée en fil rouge durant le déroulé de la formation.
- Vidéo-projection avec remise des supports papier.
- Application sur poste informatique avec logiciel Androméda.
- E-tutoriels pour certaines fonctionnalités.

Code : **ARN4033**

## INITIATIONS AUX OUTILS AVANCÉS D'ANDROMÉDA DANS LE CADRE DES EPS

Accessibilité : **EDF, Filiales, Prestataires**
 Durée : **2 jours**
 Lieu : **Campus EDF Paris-Saclay**
 Tarif : **1750 €**
 Dates : **6 et 7 décembre 2023**
 Pour vous inscrire :  
 → [Consulter les modalités en page 06](#)
**75%** de numérique en présentiel

**PUBLIC** : Superviseurs de modèles d'Études Probabilistes de Sûreté (EPS) et Analystes EPS en charge de la construction et de l'exploitation de modèles EPS intéressés.

### PRÉ-REQUIS :

- Avoir réalisé le Coursus EPS module 1 (ARN4643) ou posséder les compétences de base EPS ;
- Avoir réalisé la formation de base ANDROMÉDA ARN4021 (ou avoir utilisé l'outil et posséder les bases de son utilisation) ;
- Afin d'appréhender de manière approfondie la partie script, une connaissance en programmation est conseillée (mais pas indispensable).

### OBJECTIFS DE FORMATION

Présenter les fonctionnalités avancées de l'outil de gestion des modèles EPS Androméda :

- Gestion de versions ;
- Développement de script ;
- Cartographie avancée.

### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

À l'issue de la formation, le stagiaire sera capable d'utiliser les fonctionnalités avancées d'Androméda afin d'utiliser les outils de gestion de version informatiques des modèles EPS (via le formalisme de GIT) et développer des scripts pour les modèles EPS.

### PROGRAMME

Exposés et travaux dirigés réalisés sur des cas réels, sur les sujets suivants :

- Initiation aux concepts et utilisation de GIT ;
- Utilisation de la gestion de version dans Androméda ;
- Apprendre à développer des scripts compatibles avec l'outil ;
- Présentation de l'outil avancé de cartographie.

### LES « + » DE LA FORMATION

Apprendre des fonctionnalités avancées de l'outil Androméda (script, cartographie et gestion des versions) via de cas pratiques.

### INTERVENANTS

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Claudia PICOCO, Ingénieur-Chercheur au département PPerformance et prévention des Risques Industriels du parC par la simulation et les EtudeS (PERICLES) de la R&D d'EDF.

#### INTERVENANT(S) :

Développeurs de l'outil d'EDF (Mohamed HIBTI, Claudia PICOCO et Pierre-Emmanuel BARBE).

### MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

- Alternance de séances de présentations « théoriques » avec une application pratique d'utilisation de l'outil sur des modèles EPS, réalisée en fil rouge durant le déroulé de la formation.
- Vidéo-projection avec remise des supports papier.
- Application sur poste informatique avec logiciel Androméda.
- E-tutoriels pour certaines fonctionnalités.

Code : **ARN4023**

## SCIENCE DE L'INCENDIE ET UTILISATION DU CODE MAGIC

Accessibilité : **EDF, Filiales, Externe**
 Durée : **2 jours**
 Lieu : **EDF Lab Chatou**
 Tarif : **1750 €**
 Dates : **22 et 23 mai 2023**
 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)
**75%** de numérique en présentiel

 **PUBLIC** : Ingénieurs d'études en incendie.

 **PRÉ-REQUIS** : Aucun.

### OBJECTIFS DE FORMATION

- Faire connaître l'incendie, sa phénoménologie, ses conséquences, sa prédiction à l'aide de la modélisation en vue de sa prévention et de la maîtrise de ce risque ;
- Former à l'utilisation de l'outil de modélisation MAGIC.

### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- À l'issue de la formation, le stagiaire sera capable de :
- Décrire les phénomènes se déroulant lors d'un incendie et leur modélisation (essentiellement celle utilisée dans MAGIC) ;
  - De mettre en données un cas d'étude avec le code MAGIC ;
  - Interpréter les résultats et les utiliser dans une étude incendie.

### PROGRAMME

- Cours théorique sur la phénoménologie de l'incendie (combustion, aéraulique, thermique...) et sa modélisation ;
- Prise en main du code MAGIC sur un cas guide ;
- Utilisation du code MAGIC dans le cadre d'une étude de risque incendie.

### LES « + » DE LA FORMATION

- Formation dispensée par les développeurs
- Possibilité d'échanger sur un périmètre plus large concernant les études incendie et leur modélisation avec différentes entités d'EDF ou externes
- Visite possible du laboratoire expérimental incendie du département (sous réserve de la possibilité d'accès)

### + INTERVENANTS

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) ET INTERVENANT(S) :

Bertrand SAPA, Ingénieur Expert au département Mécanique des Fluides, Énergies et Environnement (MFEE) de la R&D d'EDF.

### + MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

Exposés et pratique sur PC.

## SYSTÈMES D'INFORMATION

- Concepts généraux d'architecture pour les Systèmes d'Information (SI)

72



© ISTOCK

Code : **ARN4857**

## CONCEPTS GÉNÉRAUX D'ARCHITECTURE POUR LES SYSTÈMES D'INFORMATION (SI)

Accessibilité : **EDF, Filiales, Externe**
 Durée : **3 jours**
 Lieu : **Campus EDF Paris-Saclay**
 Tarif : **2160 €**
 Dates : **4 au 6 octobre 2023**
 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)
**25%** de numérique en présentiel

**PUBLIC** : Architectes informatiques, développeurs, pilotes opérationnels.

**PRÉ-REQUIS** : Connaissances générales sur la modélisation, la gestion des exigences et le développement d'applications informatiques.

### OBJECTIFS DE FORMATION

- Comprendre les enjeux et les principes de conception et de réalisation des architectures informatiques dans les Systèmes d'Information (SI) scientifiques, techniques et de gestion ;
- S'initier aux concepts d'architecture modernes en s'appuyant sur des technologies adaptées et modernes ;
- S'initier dans le contexte de la transition numérique aux aspects mobilité et les technologies associés, avoir une vision claire sur l'impact de ces technologies dans les architectures en place dans l'entreprise ;
- S'initier à l'ergonomie du SI, les concepts et les méthodes permettant de mieux tenir compte des besoins de l'entreprise.

### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

À l'issue de la formation le stagiaire sera capable :

- De concevoir les grandes lignes de l'architecture d'un SI destiné à répondre à des besoins fonctionnels et non-fonctionnels identifiés ;
- De comprendre les enjeux de la mobilité ;
- De comprendre les enjeux de l'ergonomie du SI ;
- D'analyser une architecture de SI existante, par exemple pour en préparer l'évolution.

### PROGRAMME

#### JOUR 1

- L'architecture des Systèmes d'Information (urbanisme et architecture, brève histoire, processus d'élaboration d'un SI, rôle de l'architecte) ;
- Gestion des exigences - élaboration du cahier des charges - Travaux pratiques.

#### JOUR 2

- Le rôle des Middlewares ;
- Présentation de SOA, avantages et retour d'expériences ;
- Les protocoles légers et microservices ;
- La sécurité du SI réseaux et RGPD.

#### JOUR 3

- La méthode DEVOPS pour une gestion de projet informatique agile - Travaux pratiques ;
- Mobilité - Architecture, enjeux et acteurs ;
- Comment choisir la bonne technologie en fonction des besoins et contraintes ;
- Discussion et débriefing des TP ;
- Conclusion.

### LES « + » DE LA FORMATION

Formation interactive, partage d'expérience entre les intervenants

### + INTERVENANTS

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Julien CARON, Ingénieur-Chercheur au département PERICLES de la R&D d'EDF.

#### INTERVENANT(S) :

Julien CARON, Ingénieur-Chercheur, Architecte SI de la R&D d'EDF ; Chefs de projet et experts EDF.

### + MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

- Exposés illustrés par des exemples d'application ;
- Documents pédagogiques en format papier et électronique.

## THERMOHYDRAULIQUE

- CFD en Thermohydraulique ..... 74
- *Code\_Saturne* - Module 1 : Prise en main ..... 75
- *Code\_Saturne* - Module 2 : Utilisation avancée et développement ..... 76
- Introduction à la thermohydraulique diphasique 3D à l'échelle composant pour les cœurs et les échangeurs ..... 77
- Code de thermohydraulique diphasique composants THYC - Cœurs de réacteur ..... 78
- Code de thermohydraulique diphasique composants THYC - Echangeurs de chaleur ..... 79



Code : **ARN5914**

## THERMOHYDRAULIQUE LOCALE ET CFD

Accessibilité : **EDF, Filiales, Externe**
 Durée : **3 jours**
 Lieu : **EDF Lab Chatou**
 Tarif : **2160 €**
 Dates : **19 au 21 septembre 2023**
 Pour vous inscrire :  
 → [Consulter les modalités en page 06](#)

**> PUBLIC :** Ingénieurs et techniciens, sans spécialisation particulière, souhaitant acquérir des bases en modélisation et simulation numérique des écoulements turbulents monophasiques ou diphasiques et en transferts thermiques et interaction fluide/structure. La formation est fortement conseillée aux débutants dans le domaine de la simulation numérique en mécanique des fluides locale (CFD) ou dans un domaine où la CFD est une donnée d'entrée.

**+ PRÉ-REQUIS :** Notions de base en mécanique des milieux continus.

### > OBJECTIFS DE FORMATION

On s'attache ici à présenter les concepts de base de la modélisation eulérienne des écoulements monophasiques incompressibles ou faiblement compressibles et des écoulements diphasiques. On présente également la modélisation de transferts thermiques et de l'interaction fluide/structure (IFS) à l'échelle locale. La turbulence occupe une place particulière puisque la majorité des écoulements industriels abordés ici sont en régime turbulent. On profitera également de cette formation pour présenter les techniques de résolution numérique des équations disponibles dans Code\_Saturne et donner des éléments de vérification et de validation (V&V).

### > OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

A l'issue de la formation, le stagiaire sera capable de :  
 Etre en capacité de comprendre, même de façon sommaire, la mise en œuvre et le post-traitement d'un calcul en mécanique des fluides mono ou diphasique avec transferts thermiques ou IFS.

Etre également capable de juger de la pertinence de l'utilisation d'un modèle en CFD.

### > PROGRAMME

- Analyse dimensionnelle, introduction à la modélisation de la turbulence, pertes de charge ;
- Modélisation de la turbulence RANS et LES, Modélisation de la turbulence avec transferts thermiques, prise en compte de

la convection naturelle, illustrations de la modélisation de la turbulence à travers des exemples académiques et industriels;

- Volumes Finis colocalisés dans Code\_Saturne, éléments d'analyse numérique, discrétisation des équations de Navier-Stokes, Vérification et Validation (V&V) ;
- Interaction Fluide/Structure (IFS) : Efforts sur les structures, lien avec la notion de partie de charge, équations masse/ressort et d'Euler Bernoulli, notions de chainage et de couplage, exemples industriels ;
- Modélisation des écoulements diphasiques par un modèle Euler-Euler : établissement des équations, rappels de thermodynamique, applications, démonstration pratique à travers NEPTUNE\_CFD ;
- Thermique et rayonnement : conduction, rayonnement transparent, corrélations de convection naturelle, forcée et mixte, couplage thermique fluide/solide, SYRTHES, illustrations.

### LES « + » DE LA FORMATION

Formation donnée par plusieurs chercheurs et experts en thermohydraulique et en simulation numérique, souci du maintien des thématiques à l'état de l'art.

### + INTERVENANTS

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Sofiane BENHAMADOUCHE, Chercheur Expert au département Mécanique des Fluides, Energie et Environnement (MFEE) de la R&D d'EDF.

#### INTERVENANT(S) :

Ingénieurs-Chercheurs du département MFEE de la R&D d'EDF : Sofiane Benhamadouche, Thomas Norddine, Jean-François Wald, William Benguigui, Jérôme Lavieville, Stéphane Mimouni, Christophe Péniguel.

### + MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

Les supports de cours seront envoyés par mail avant les interventions.

Code : **ARN4864**

## Code\_Saturne

### MODULE 1 : PRISE EN MAIN

Accessibilité : **EDF, Filiales, Externe**
 Durée : **2 jours**
 Lieu : **EDF Lab Chatou**
 Tarif : **1750 €**
 Dates : **27 et 28 mars 2023**  
**13 et 14 novembre 2023**
 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)

# 75%

 de numérique en présentiel

**> PUBLIC :** Ingénieurs d'étude en mécanique des fluides.

**+ PRÉ-REQUIS :** La connaissance d'un outil de post-traitement (comme le logiciel libre Paraview) est un pré-requis pour analyser les résultats de calcul. Les connaissances suivantes sont fortement recommandées pour la prise en main du logiciel.

- Bases de mécanique des fluides numériques ;
- Utilisation des systèmes Unix et Linux ;
- Notions de programmation en fortran 90 et en C (recommandées pour manipuler certains sous-programmes utilisateurs).

#### > OBJECTIFS DE FORMATION

- Réaliser des calculs de thermohydraulique monophasique par une méthode de volumes finis co-localisés avec le logiciel open-source **Code\_Saturne** pour tous types de maillages structurés et non structurés ;
- Être capable de mettre en place une étude thermohydraulique avec **Code\_Saturne** en réalisant une géométrie, un maillage puis un calcul sur la configuration retenue ;
- Analyser les résultats obtenus par un post-traitement du calcul (réalisation de profil 1D et visualisation des champs 3D).

La formation est aussi un moment privilégié pour discuter avec les développeurs d'études CFD à réaliser (conseil d'approches de modélisation, support).

#### > OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

À l'issue de la formation, le stagiaire sera capable de mettre en place et d'exploiter un cas d'étude de thermohydraulique monophasique standard en utilisant les fonctionnalités principales du logiciel libre **Code\_Saturne**.

#### > PROGRAMME

**Code\_Saturne** est le logiciel libre d'EDF de calcul de mécanique des fluides 3D locale pour les écoulements monophasiques. Il permet d'aborder l'étude d'écoulements fluides 2D, 2D axisymétriques ou 3D, instationnaires ou stationnaires, incompressibles ou dilatables, laminaires ou turbulents, avec ou sans thermique et avec traceurs éventuels. Il dispose de potentialités avancées pour le traitement de la turbulence, de la combustion, du rayonnement, des arcs électriques et de l'effet Joule, des incendies. Il possède également un

module Lagrangien, un module atmosphérique et un module compressible. Il permet l'étude de problèmes thermiques fluide-solide soit par un couplage implicite fluide-solide dans **Code\_Saturne** seul, soit par un couplage au logiciel de thermique SYRTHES. La méthode numérique est basée sur une technique de volumes finis co-localisés, applicable à tout type d'élément (tétraèdres, hexaèdres, prismes, pyramides, etc.) et à tout type de maillage (par blocs, hybrides, conformes ou non conformes..).

L'essentiel de la formation est consacré à des exercices pratiques. Durant cette formation, nous aborderons les problématiques rencontrées autour de la mise en œuvre d'un calcul CFD que sont : les contraintes de qualité des maillages (non-orthogonalité, mailles aplaties, faces non-planes..), les différentes approches DNS, RANS, LES à utiliser pour la modélisation de la turbulence suivant les phénomènes physiques que l'on souhaite prédire.

Des formations théoriques, présentant les équations continues, leur discrétisation en espace et en temps et leur résolution numérique ainsi que les modèles de turbulence dynamique et thermique implémentés dans **Code\_Saturne** sont faites sous forme de différents modules de la formation Thermohydraulique (ARN3906 et ARN3907).

#### LES « + » DE LA FORMATION

- Cette formation est conçue pour être orientée en très grande partie vers la manipulation de l'outil **Code\_Saturne**. C'est donc une formation pratique avant d'être une formation théorique. Elle permet d'aborder de manière très pratique la mise en place d'une étude thermohydraulique
- Par ailleurs, c'est un moment d'échange privilégié avec l'équipe de développement **Code\_Saturne**.

#### + INTERVENANTS

##### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Jean-François WALD, Ingénieur-Chercheur au département Mécanique des Fluides, Énergies et Environnement (MFEE) de la R&D d'EDF.

##### INTERVENANT(S) :

Ingénieurs-Chercheurs de l'équipe de développement de **Code\_Saturne**.

#### + MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

- Séances de travaux pratiques.
- Fourniture de documents sur la théorie du code, son utilisation ainsi qu'une solution pas à pas des différents exercices.

Code : **ARN5924**

## Code\_Saturne

### MODULE 2 : UTILISATION AVANCÉE ET DÉVELOPPEMENT

Accessibilité : **EDF, Filiales, Externe**
 Durée : **2 jours**
 Lieu : **EDF Lab Chatou**
 Tarif : **1750 €**
 Dates : **29 et 30 mars 2023**
 Pour vous inscrire :  
 → [Consulter les modalités en page 06](#)
**50%** de numérique en présentiel

 **PUBLIC** : Ingénieurs d'étude et chercheurs en mécanique des fluides.

 **PRÉ-REQUIS** : Les connaissances suivantes sont fortement recommandées pour la prise en main du logiciel.

- Bases de mécanique des fluides numérique ;
- Utilisation des systèmes Linux ;
- Bases de programmation en langage C.

#### OBJECTIFS DE FORMATION

- Présenter les méthodes et outils de développements utilisés par l'équipe de développement de **Code\_Saturne** : logiciel de gestion de version (git), éditeurs (emacs, vi), débogueurs (gdb, valgrind) ;
- Fournir des bases pour l'utilisation avancée et le développement dans code\_saturne : organisation de la documentation, utilisation des structures de données, présentation des bonnes pratiques et des différents sous-systèmes.

#### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Développer des modèles et élaborer des mises en données avancées, notamment, dans les sources utilisateurs de **Code\_Saturne**.

#### PROGRAMME

**Code\_Saturne** est le logiciel libre d'EDF de calcul de mécanique des fluides 3D locale pour les écoulements monophasiques. Des formations théoriques, présentant les équations continues, leur discrétisation en espace et en temps et leur résolution numérique ainsi que les modèles de turbulence dynamique et thermique implémentées dans code\_saturne sont faites sous forme de différents modules de la formation Thermohydraulique. Une formation ITECH Prise en main de **Code\_Saturne** (ARN4864) constitue une présentation générale et une initialisation à l'utilisation du logiciel pour les études. Dans la présente formation, une demi-journée sera consacrée aux présentations des outils de développement et à des rappels sur des la description des divers sous-systèmes de **Code\_Saturne**. La seconde demi-journée sera dédiée à la mise en œuvre de fonctionnalités avancées, avec quelques rappels sur

des éléments de programmation, et sera principalement occupée par des exercices pratiques. La troisième demi-journée sera dédiée à l'utilisation d'outils de débogage et d'analyse de performances. Finalement, la dernière demi-journée sera dédiée aux recommandations pour la conception de nouvelles fonctionnalités, associant bonnes pratiques et explications détaillées sur les évolutions prévues et possibles des divers sous-systèmes, appuyées par une mise en œuvre pratique de divers exemples .

#### LES « + » DE LA FORMATION

- À l'issue de cette formation, le stagiaire saura non seulement exploiter la documentation informatique de code\_saturne, mais mieux comprendre la logique sous-jacente du code et son évolution passée et à venir.
- Les stagiaires ayant à développer des modèles dans ou autour de code\_saturne recevront les principaux éléments pour le faire de manière cohérente et efficace.
- Finalement, les éléments de cette formation attendant aux outils de développement et les méthodes de recherche des « bugs » pourront être utiles bien au-delà du périmètre de code\_saturne.

#### INTERVENANTS

##### **RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :**

Martin FERRAND et Yvan FOURNIER, Ingénieurs-Chercheurs au département Mécanique des Fluides, Énergies et Environnement (MFEE) de la R&D d'EDF.

##### **INTERVENANT(S) :**

Ingénieurs-Chercheurs de l'équipe de développement de **Code\_Saturne** de la R&D d'EDF.

#### MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

- Présentations des méthodes / outils de développements utilisés par l'équipe de développement de **Code\_Saturne**, puis des bonnes pratiques, des sous-systèmes et des structures de données du code. Séances de travaux pratiques guidées.
- Supports de présentation des outils de développement et du développement dans **Code\_Saturne**.

Code : **ARN4003**

## INTRODUCTION À LA THERMOHYDRAULIQUE DIPHASIQUE 3D À L'ÉCHELLE COMPOSANT POUR LES CŒURS ET LES ÉCHANGEURS

Accessibilité : EDF, Filiales, Externe

 Durée : **1 jour**
 Lieu : **EDF Lab Chatou**
 Tarif : **980 €**
 Dates : **5 avril 2023**
 Pour vous inscrire :  
 → [Consulter les modalités en page 06](#)
**50%** de numérique en présentiel

### > PUBLIC :

- Ingénieurs et techniciens intéressés par la modélisation thermohydraulique des composants des réacteurs à eau pressurisée (cœurs, générateurs de vapeur, condenseurs, échangeurs auxiliaires nucléaires, échangeurs monophasiques) pour l'exploitation et la sûreté.
- Tout ingénieur désirant approfondir ses connaissances en physique des réacteurs ou des GV (phénoménologie, aspects théoriques) et devant dans le futur avoir à utiliser les outils concernés.

**+ PRÉ-REQUIS :** Connaissances de base en thermohydraulique et mécanique des fluides.

### > OBJECTIFS DE FORMATION

- Présenter les concepts de base de la modélisation thermohydraulique diphasique à l'échelle composant, et de la simulation numérique de la thermohydraulique des composants d'une chaudière nucléaire (cœurs et échangeurs) ;
- Présenter les couplages et chaînages qui s'articulent autour de la thermohydraulique composant (neutronique, mécanique des solides, thermique) ;
- Présenter comment la thermohydraulique composant contribue aux enjeux industriels du parc (surveillance, performance, maintenance, études de sûreté, chaîne logicielle d'estimation du risque vibratoire des tubes GV, chaînes de calculs des cœurs...).

### > OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

À l'issue de la formation, le stagiaire sera capable :

- D'appréhender les principaux phénomènes physiques intervenant dans le cadre des études thermohydrauliques ;
- De bien percevoir les hypothèses liées aux modélisations des composants et d'en percevoir les performances et les limites ;
- D'avoir une vision globale de l'état actuel et futur des méthodologies et des modélisations utilisées pour les études de thermohydraulique des réacteurs à EDF.

### > PROGRAMME

- Le logiciel THYC est le logiciel de référence d'EDF pour les calculs de mécanique des fluides 3D traitant les écoulements monophasiques et diphasiques dans les composants d'une centrale tels les cœurs REP, générateurs de vapeur (GV), condenseurs, échangeurs auxiliaires nucléaires et échangeurs monophasiques ;
- Description du domaine d'application du code de thermohydraulique THYC ;
- Description du modèle diphasique homogène et des hypothèses associées, présentation de l'approche poreuse et du schéma de calcul.

### LES « + » DE LA FORMATION

Appréhender les enjeux industriels de sûreté et de performance d'EDF auxquels répondent les simulations thermohydrauliques diphasiques des composants de réacteurs nucléaires cœurs et échangeurs auprès d'experts thermohydrauliciens et de l'équipe de développement de THYC.

### + INTERVENANTS

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Erwan Le COUPANEC, Qingqing FENG, Ueva VANFFAUT  
 Ingénieurs-Chercheurs au département Mécanique des Fluides, Energies et Environnement (MFEE) de la R&D d'EDF.

#### INTERVENANT(S) :

Ingénieurs-Chercheurs de la R&D d'EDF / département MFEE.

### + MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

Une journée commune cœurs et échangeurs sur la description des phénomènes physiques à modéliser, les hypothèses de modélisation et les modèles physiques mis en œuvre dans le code THYC.

Code : **ARN4865**

## CODE DE THERMOHYDRAULIQUE DIPHASIQUE COMPOSANTS THYC - CŒURS DE RÉACTEUR

Accessibilité : EDF, Filiales, Externe

 Durée : **1 jour**
 Lieu : **EDF Lab Chatou**
 Tarif : **980 €**
 Dates : **6 avril 2023**
 Pour vous inscrire :  
 → [Consulter les modalités en page 06](#)
**50%** de numérique en présentiel

### > PUBLIC :

- Ingénieurs et techniciens intéressés par la modélisation thermohydraulique des composants des réacteurs à eau pressurisée (cœurs de réacteurs) pour l'exploitation et la sûreté.
- Tout ingénieur désirant approfondir ses connaissances en thermohydraulique des réacteurs (phénoménologie, aspects théoriques) et devant dans le futur utiliser les outils concernés.

### + PRÉ-REQUIS :

- Connaissances de base en thermohydraulique et mécanique des fluides ;
- Avoir suivi la formation ITECH « Introduction à la thermohydraulique diphasique à l'échelle composant pour les cœurs et les échangeurs ».

### > OBJECTIFS DE FORMATION

Prendre en main le logiciel pour simuler la thermohydraulique des cœurs de réacteurs.

### > OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- À l'issue de la formation, le stagiaire sera capable :
- De lancer et d'analyser un calcul de thermohydraulique de façon autonome avec le logiciel THYC ;
  - Il sera notamment en mesure de générer un jeu de données simple et de réaliser un post-traitement des résultats de calculs.

### > PROGRAMME

- Le logiciel THYC est le logiciel de référence d'EDF pour les calculs de mécanique des fluides 3D traitant les écoulements monophasiques et diphasiques dans les composants d'une centrale tels les cœurs REP, générateurs de vapeur (GV), condenseurs et échangeurs monophasiques ;
- Description du domaine d'application du code de thermohydraulique THYC ;
- Présentation des potentialités du code : procédures d'ingénieries, simulations, utilisation modulaire ;
- Travaux pratiques (sous forme de tutoriels interactifs).

### LES « + » DE LA FORMATION

Les travaux pratiques permettent de bien prendre en main le logiciel THYC et ses fonctionnalités pour les applications cœur et d'approfondir la modélisation mise en œuvre dans les simulations avec THYC avec un support personnalisé de l'équipe de développement.

### + INTERVENANTS

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Ueva VANFFAUT, Erwan Le COUPANEC, Ingénieurs-Chercheurs au département Mécanique des Fluides, Energies et Environnement (MFEE) de la R&D d'EDF.

#### INTERVENANT(S) :

Ingénieurs-Chercheurs de la R&D d'EDF / département MFEE.

### + MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

Travaux pratiques consistant à une mise en situation et la réalisation de calculs avec le code (Mise en donnée, lancement des calculs, post-traitement, etc.) sous forme de tutoriels interactifs, pour les cœurs de réacteurs.  
 Station de travail Scibian pour la partie pratique.

Code : **ARN5907**

## CODE DE THERMOHYDRAULIQUE DIPHASIQUE COMPOSANTS THYC - ÉCHANGEURS DE CHALEUR

Accessibilité : EDF, Filiales, Externe

 Durée : **2 jours**
 Lieu : **EDF Lab Chatou**
 Tarif : **1750 €**
 Dates : **3 et 4 mai 2023**
 Pour vous inscrire :  
 → [Consulter les modalités en page 06](#)
**50%** de numérique en présentiel

### > PUBLIC :

- Ingénieurs et techniciens intéressés par la modélisation thermohydraulique des échangeurs des réacteurs à eau pressurisée (générateurs de vapeur, condenseurs, échangeurs monophasiques) pour l'exploitation et la sûreté ;
- Tout ingénieur désirant approfondir ses connaissances en physique des réacteurs ou des GV (phénoménologie, aspects théoriques) et devant dans le futur avoir à utiliser les outils concernés.

### + PRÉ-REQUIS :

- Connaissances de base en thermohydraulique et mécanique des fluides ;
- Avoir suivi la formation ITECH « Introduction à la thermohydraulique diphasique à l'échelle composant pour les cœurs et les échangeurs ».

### > OBJECTIFS DE FORMATION

- Présenter le code 3D de thermohydraulique diphasique à l'échelle du composant d'EDF dans l'application aux générateurs de vapeur, aux condenseurs et aux échangeurs monophasiques (modélisation, méthodes, applications, qualité) ainsi que les développements en cours ;
- Prendre en main le logiciel pour une utilisation des potentialités de base sur les configurations générateurs de vapeur et des condenseurs ;
- Prendre en main le préprocesseur dénommé PreTHY du logiciel THYC pour la mise en données des générateurs de vapeur et des condenseurs.

### > OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- À l'issue de la formation, le stagiaire sera capable :
- D'être en mesure de lancer et d'analyser un calcul de thermohydraulique de façon autonome avec THYC ;
  - D'être en mesure de générer un jeu de données simple et de réaliser un post-traitement des résultats de calculs.

### > PROGRAMME

- Le logiciel THYC est le logiciel de référence d'EDF pour les calculs de mécanique des fluides 3D traitant les écoulements monophasiques et diphasiques dans les composants d'une centrale tels les cœurs REP, générateurs de vapeur (GV), condenseurs et échangeurs monophasiques ;
- Description du domaine d'application du code de thermohydraulique THYC ;
- Présentation des potentialités du code : procédures d'ingénieries, simulations, utilisation modulaire ;
- Travaux pratiques (sous forme de tutoriaux interactifs).

### LES « + » DE LA FORMATION

Les travaux pratiques permettent de bien prendre en main le logiciel THYC et ses fonctionnalités pour les applications échangeur et d'approfondir la modélisation mise en œuvre dans les simulations avec THYC avec un support personnalisé de l'équipe de développement.

### + INTERVENANTS

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Qingqing FENG, Ingénieur-Chercheur au département Mécanique des Fluides, Énergies et Environnement (MFEE).

#### INTERVENANT(S) :

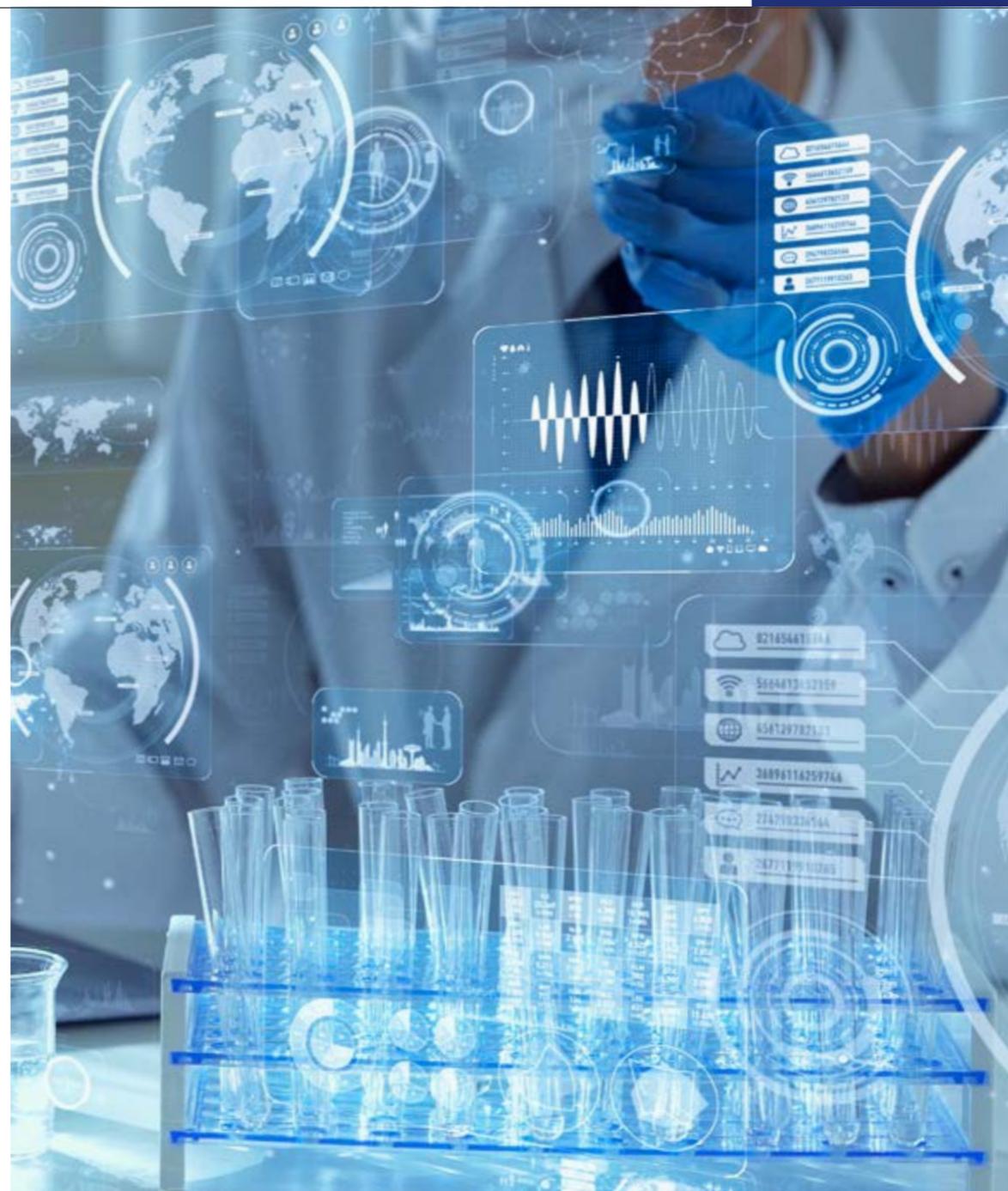
Ingénieurs-Chercheurs de la R&D d'EDF / département MFEE.

### + MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

Travaux pratiques consistant à une mise en situation et la réalisation de calculs avec le code (Mise en donnée, lancement des calculs, post-traitement, etc.) sous forme de tutoriels interactifs, pour les générateurs de vapeur et condenseurs.

## TRAITEMENT DE L'INFORMATION SCIENTIFIQUE

■ Plateforme SALOMÉ - Module 1 : Prise en main .....	81
■ Plateforme SALOMÉ - Module 2 : Maillage avec SMESH .....	82
■ Plateforme SALOMÉ - Module 3 : Modélisation géométrique avec SHAPER .....	83
■ Plateforme SALOMÉ - Module 4 : Utilisation du modèle de visualisation ParaVis .....	84
■ Plateforme SALOMÉ - Module 5 : Utilisation de l'assimilation de données avec ADAO .....	85
■ Plateforme SALOMÉ - Module 6 : Initialisation au scripting dans le module de visualisation ParaVis et Manipulation de maillages et de champs avec le module MEDCOUPLING .....	86
■ How to use EDF High Performance Computing capabilities .....	87



Code : **ARN4881**

## PLATE-FORME SALOMÉ

### MODULE 1 : PRISE EN MAIN

Accessibilité : **EDF, Filiales, Externe**
 Durée : **1 jour**
 Lieu : **EDF Lab Paris-Saclay**  
**ou sur site de l'entité cliente**  
**sur demande** (session supplémentaire)

 Tarif : **980 €**
 Dates : **11 septembre 2023**  
**et à la demande sur site EDF**
 Pour vous inscrire :  
 → [Consulter les modalités en page 06](#)
**50%** de numérique en présentiel

**> PUBLIC :** Ingénieurs utilisant la simulation numérique et voulant s'initier à l'utilisation des outils de pré-traitement, post-traitement et de couplage de codes de la plate-forme SALOMÉ, Chefs de projet en lien avec la simulation numérique.

**+ PRÉ-REQUIS :**

Connaissances générales en utilisation d'un logiciel de simulation de physique des champs (mécanique des structures, mécanique des fluides, électromagnétisme, etc.).

**> OBJECTIFS DE FORMATION**

SALOMÉ est une plate-forme générique de pré-traitement, post-traitement et de couplage de codes pour la simulation numérique Voir [www.salome-platform.org](http://www.salome-platform.org). Elle est produite sous forme de logiciel libre dans le cadre d'un projet de co-développement EDF-CEA.

Ce module propose une formation qui permettra aux participants de prendre en main la plate-forme et ses modules de CAO, maillage, visualisation et supervision de schéma de couplage. Il constitue une introduction à SALOME. Pour une meilleure connaissance opérationnelle de SALOME, il est recommandé de suivre les formations approfondies sur les fonctions de CAO (module SALOME 3), de maillage (module SALOME 2) et sur la supervision de schéma de couplage (module SALOME 4).

**> OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES**

Cette formation donnera, sur la base de travaux dirigés, un premier aperçu des fonctions suivantes :

- Importer, exporter, construire, éditer un modèle CAO ;
- Mailler un modèle CAO (en tétraèdres et hexaèdres) ;
- Visualiser et post-traiter des résultats de calcul ;
- Construire et superviser un schéma de couplage.

**> PROGRAMME**

- Généralités : présentation de la plate-forme :
  - SHAPER : créer et manipuler un modèle CAO.
  - SMESH : mailler un modèle.
  - PARAVIS : visualiser des résultats de calcul.
  - YACS : créer et suivre un couplage de codes.
- Travaux dirigés sur :
  - Édition d'un modèle CAO.
  - Maillage d'un modèle CAO.
  - Visualisation de résultats de calcul.
  - Supervision d'un schéma de calcul.

**LES « + » DE LA FORMATION**

Contact direct avec l'équipe chargée de SALOME.

**+ INTERVENANTS**

**RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S)  
ET INTERVENANT(S) :**

Gérald NICOLAS et Soizic PERON, Ingénieurs-Chercheurs au département PERFORMANCE et prévention des Risques Industriels du parC par la simulation et les Études (PERICLES) de la R&D d'EDF.

**+ MODALITÉS PÉDAGOGIQUES**

- Exposés illustrés par des exemples d'utilisation mis en œuvre dans le cadre de travaux dirigés sur poste individuel.
- Présentations.

Code : **ARN4884**

## PLATE-FORME SALOMÉ

### MODULE 2 : MAILLAGE AVEC SMESH

Accessibilité : EDF, Filiales, Externe

 Durée : **1 jour**
 Lieu : **EDF Lab Paris-Saclay  
ou sur site de l'entité cliente  
sur demande** (session supplémentaire)

 Tarif : **980 €**
 Dates : **12 septembre 2023  
et à la demande sur site EDF**
 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)
**75%** de numérique en présentiel

**PUBLIC :** Ingénieurs réalisant des études à l'aide de la plate-forme SALOMÉ et désirant acquérir les techniques de maillage.

#### **PRÉ-REQUIS :**

Connaissances générales en utilisation d'un logiciel de simulation de physique des champs (mécanique des structures, mécanique des fluides, électromagnétisme, etc.). Il n'est pas nécessaire d'avoir suivi le module 1 de présentation générale de de la Plate-forme SALOME (ARN4881).

Voir [www.salome-platform.org](http://www.salome-platform.org)

#### **OBJECTIFS DE FORMATION**

Ce module est dédié à l'utilisation du module SMESH de la plate-forme SALOME : conception de maillages pour des études en physique des champs (mécanique, mécanique des fluides, thermique, électromagnétisme, hydraulique...). Il propose une session qui permettra aux participants de savoir :

- Mailler les modèles d'étude avec les différents maillages du module SMESH ;
- Vérifier la qualité des maillages obtenus.

#### **OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES**

À l'issue de la formation, les stagiaires auront acquis les bases nécessaires à l'usage du module SMESH :

- Connaître les possibilités du module ;
- Savoir trouver l'information ;
- Maîtriser le mode script.

#### **PROGRAMME**

##### **Présentation générale du module :**

- L'interface graphique ;
- Le pilotage avec du python ;
- La documentation.

##### **Options de maillage automatique :**

- Exemples 2D et 3D.

##### **Maillage et sous-maillage**

##### **Les groupes :**

- Les créer automatiquement ;
- Et manuellement.

##### **Maillages 3D :**

- En tétraèdres ;
- En hexaèdres ;
- Par extrusion.

##### **Utilitaires autour des maillages :**

- Qualité ;
- Copie.

#### **LES « + » DE LA FORMATION**

- Contact direct avec l'équipe chargée de SALOME.
- Formation basée essentiellement sur la pratique.

#### **INTERVENANTS**

##### **RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S)**

##### **ET INTERVENANT(S) :**

Gérald NICOLAS et Soizic PERON, Ingénieurs-Chercheurs au département PERformance et prévention des Risques Industriels du parC par la simulation et les Études (PERICLES) de la R&D d'EDF.

#### **MODALITÉS PÉDAGOGIQUES**

- Essentiellement des travaux dirigés sur poste de travail poste de travail individuel.
- Présentations.

Code : **ARN4017**

## PLATE-FORME SALOMÉ

### MODULE 3 : MODÉLISATION GÉOMÉTRIQUE AVEC SHAPER

Accessibilité : EDF, Filiales, Externe

 Durée : **2 jours**
 Lieu : **EDF Lab Paris-Saclay**  
ou sur site de l'entité cliente  
sur demande (session supplémentaire)

 Tarif : **1750 €**
 Dates : **13 et 14 mars 2023**  
**13 et 14 septembre 2023**  
ou à la demande sur site EDF

 Pour vous inscrire :
→ Consulter les modalités en **page 06**
**75%** de numérique en présentiel

**PUBLIC :** Ingénieurs en charge de réalisation d'études à l'aide de la plate-forme SALOMÉ, souhaitant dessiner des modèles CAO dédiés à la simulation.

**PRÉ-REQUIS :** Connaissances générales en utilisation d'un logiciel de simulation de physique des champs (mécanique des structures, mécanique des fluides, électromagnétisme, etc.). Il n'est pas nécessaire d'avoir suivi le module 1 de présentation générale de la Plate-forme SALOME (ARN4881).

Voir [www.salome-platform.org](http://www.salome-platform.org)

#### OBJECTIFS DE FORMATION

Cette formation vise à savoir dessiner avec le module SHAPER des modèles géométriques destinés à des calculs physiques.

#### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

À l'issue de la formation, les stagiaires seront capables de :

- Dessiner une esquisse plane et la contraindre complètement ;
- Créer des géométries en différentes dimensions à partir de cette esquisse grâce à des extrusions, révolutions, opérations booléennes, remplissages, etc.
- Partitionner la géométrie obtenue en particulier en vue du maillage hexaédrique ;
- Créer des groupes de points, arêtes, faces ou solides destinés au maillage ou à la mise en données du calcul ;
- Mailler le modèle CAO résultant avec le module SMESH. Ce sujet est abordé brièvement : pour l'approfondir, il faut suivre la formation SALOMÉ 2 (ARN4884).

#### PROGRAMME

- Présentation du module SHAPER.
- Prise en main avec une pièce simple.
- Mise en volume.
- Paramétrage.
- Les groupes.
- Partitionnement.

#### LES « + » DE LA FORMATION

- Contact direct avec l'équipe chargée de SALOME.
- Formation basée essentiellement sur la pratique.

#### INTERVENANTS

##### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Raphaël MARC, Gérald NICOLAS et Soizic PERON, Ingénieurs-Chercheurs au département PERFORMANCE et prévention des Risques Industriels du parC par la simulation et les Études (PERICLES) de la R&D d'EDF.

#### MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

- Essentiellement des travaux dirigés sur poste de travail individuel.
- Présentations.

Code : **ARN3919**

## PLATE-FORME SALOMÉ

### MODULE 4 : UTILISATION DU MODÈLE DE VISUALISATION PARAVIS

Accessibilité : **EDF, Filiales, Externe**
 Durée : **1 jour**
 Lieu : **EDF Lab Paris-Saclay  
ou sur site de l'entité cliente  
sur demande** (session supplémentaire)

 Tarif : **980 €**
 Dates : **13 mars 2023**
 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)
**75%** de numérique en présentiel

**PUBLIC** : Ingénieurs EDF en charge de réalisation d'études à l'aide de la plate-forme SALOMÉ, désirant maîtriser le module de post-traitement pour visualiser les résultats d'études.

#### **PRÉ-REQUIS** :

- Expérience dans le domaine de la simulation numérique.
- Notions de programmation en langage PYTHON souhaitable.

#### **OBJECTIFS DE FORMATION**

Ce module de formation est destiné à la prise en main du logiciel ParaVis. À l'issue de la journée, les participants disposeront des éléments indispensables pour :

- Importer des résultats de calculs dans ParaVis ;
- Utiliser les fonctionnalités de base pour visualiser des résultats d'études ;
- Animer la présentation d'un résultat ;
- Analyser quantitativement un résultat ;
- Sauvegarder une session.

#### **OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES**

À l'issue de la formation, les stagiaires auront acquis les bases nécessaires pour utiliser le module ParaVis, afin de visualiser les résultats de calculs numériques.

#### **PROGRAMME**

La journée est partagée entre des présentations d'une durée de 30 à 45 minutes et des travaux pratiques permettant aux stagiaires de mettre en œuvre les notions introduites durant les présentations. Un moment d'échanges ainsi que des exercices génériques sont proposés en fin de session pour parfaire la formation.

##### **1. Présentation générale :**

- Utilisation de SALOMÉ ;
- Spécificités du module ParaVis (lecture des fichiers MED, etc).

##### **2. Fonctionnalités de base :**

- Menus ;
- Filtres ;

- Display.

##### **3. Fonctionnalités avancées :**

- Sélection ;
- Animation ;
- Analyse quantitative.

##### **4. Sauvegarde et scripting** pour le traitement répétitif des résultats.

##### **5. Présentation des nouveautés dans ParaVis/ParaView :** TTK (Topological ToolKit), un plugin permettant de faire de l'analyse topologique de données. Cette session comprendra une partie théorique présentant des cas d'utilisations de l'outil, ainsi qu'une partie pratique.

#### **LES « + » DE LA FORMATION**

- Le format de cette formation permet à l'apprenant d'avancer à son rythme, selon sa pré-connaissance de l'outil. Cette formation est donc tout à fait adaptée pour des utilisateurs débutants ainsi que pour des utilisateurs occasionnels souhaitant apprendre de nouveaux usages de ParaVis.
- Prendre en main l'outil ParaVis et en comprendre ces spécificités pour pouvoir travailler de manière autonome.
- Bénéficier de conseils en visualisation scientifique spécifiques au domaine métier de l'apprenant.
- Découvrir de nouveaux outils disponibles dans ParaView (TTK).

#### **+ INTERVENANTS**

##### **RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :**

Frédérique ROBIN, et Alejandro RIBES CORTES, Ingénieurs-Chercheurs au département PERFORMANCE et prévention des Risques Industriels du parC par la simulation et les Études (PERICLES) de la R&D d'EDF.

#### **> OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES**

- Exposés illustrés par des exemples d'utilisation mis en œuvre dans le cadre de travaux dirigés ;
- Travaux dirigés sur poste de travail Linux.

Code : **ARN4015**

## PLATE-FORME SALOMÉ

### MODULE 5 : UTILISATION DE L'ASSIMILATION DE DONNÉES AVEC ADAO

Accessibilité : EDF, Filiales, Externe

 Durée : **2 jours**
 Lieu : **EDF Lab Paris-Saclay**  
ou sur site de l'entité cliente  
sur demande (session supplémentaire)

 Tarif : **1750 €**
 Dates : **16 et 17 mars 2023**  
**23 et 24 novembre 2023**  
et à la demande sur site EDF

 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)
**50%** de numérique en présentiel

**> PUBLIC :** Ingénieurs réalisant des études à l'aide de la plate-forme SALOMÉ et désirant maîtriser le module d'assimilation de données et d'aide à l'optimisation, pour améliorer la qualité des calculs et la comparaison aux mesures, en utilisant des méthodes de recalage ou de reconstruction optimale de champs physiques.

**+ PRÉ-REQUIS :** Connaître le déroulement d'une simulation numérique. Connaître le module YACS de SALOMÉ.

#### > OBJECTIFS DE FORMATION

Savoir réaliser du recalage ou de l'interpolation par assimilation de données et optimisation, avec le module ADAO, au sein de la plate-forme SALOMÉ dans le cadre d'une simulation numérique.

#### > OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

À l'issue de la formation, le stagiaire :

- Connaîtra les possibilités de l'assimilation de données, les différents algorithmes disponibles et leurs stratégies d'usage comme leur pilotage ;
- Connaîtra les possibilités supplémentaires d'optimisation et d'aide à l'optimisation ;
- Saura exprimer les informations et paramètres nécessaires à un calcul de recalage ou d'interpolation dans une étude SALOMÉ ;
- Saura comment accéder à un code de calcul pour réaliser une étude avec ADAO ;
- Maîtrisera le pilotage de l'assimilation de données ou de l'aide à l'optimisation depuis l'IHM SALOMÉ et saura surveiller son calcul ;
- Aura vu des exemples illustratifs ;
- Saura adapter et étendre les calculs disponibles.

#### > PROGRAMME

- Exposé des bases de l'assimilation de données ;
- Présentation de la typologie des problèmes d'assimilation de données et des stratégies adaptées ;
- Présentation des principaux algorithmes ;
- Présentation de l'usage des matrices de covariance d'erreur ;
- Usage du module ADAO ;
- Présentation des options disponibles dans le module et des recommandations associées ;
- Description de limites d'utilisations, critères d'analyse du pilotage et des résultats ;
- Exemples d'utilisation et de mise en œuvre ;
- Présentation de la documentation.

#### LES « + » DE LA FORMATION

- A l'issue de la formation, le stagiaire saura :
- Mettre en œuvre ADAO avec un code de calcul pour réaliser son étude avec simulation numérique.
- Réaliser le pilotage de son étude ADAO dans l'environnement SALOMÉ et saura surveiller son calcul.
- Choisir parmi les possibilités des méthodes d'assimilation de données et d'optimisation disponibles dans ADAO.

#### + INTERVENANTS

##### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) ET INTERVENANT(S) :

Jean-Philippe ARGAUD et Angélique PONÇOT, Ingénieurs-Chercheurs au département PERFORMANCE et prévention des Risques Industriels du parC par la simulation et les Études (PERICLES) de la R&D d'EDF.

#### + MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

Présentations et travaux pratiques et corrigés sur poste Calibre.

Code : **ARN4016**

## PLATE-FORME SALOMÉ

### MODULE 6 : INITIALISATION AU SCRIPTING DANS LE MODULE DE VISUALISATION PARAVIS ET MANIPULATION DE MAILLAGES ET DE CHAMPS AVEC LE MODULE MEDCOUPLING

Accessibilité : EDF, Filiales, Externe

 Durée : **2 jours**
 Lieu : **EDF Lab Paris-Saclay  
ou sur site de l'entité cliente  
sur demande** (session supplémentaire)

 Tarif : **1750 €**
 Dates : **20 et 21 novembre 2023**
 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)
**50%** de numérique en présentiel

**> PUBLIC :** Ingénieurs en charge de la réalisation d'études au moyen de la simulation numérique qui souhaitent par script python automatiser le traitement des données au sein du module de post-traitement ParaViS, mais également manipuler leurs maillages et leurs champs pour leurs études.

#### + PRÉ-REQUIS :

- Programmation en langage PYTHON - Expérience dans le domaine de la simulation numérique.
- Une expérience en PARAVIEW/PARAVIS est indispensable.

#### > OBJECTIFS DE FORMATION

Permettre d'écrire des scripts python pour :

- La manipulation de maillages et de champs (fichier MED) ;
- Le post-traitement/visualisation avec ParaViS.

#### > OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Ce module permettra aux stagiaires de :

- S'approprier les concepts de pipeline, de représentation, du contrôle de la vue dans le Module ParaViS ;
- D'automatiser les post-traitements génériques et la construction de macro ;
- S'approprier les structures de données de maillage et de champ définies par MED pour la manipulation (réparation, simplification, agrégation, ajout d'info...);
- Manipuler en mémoire des maillages et des champs (extraction, intersection, interpolations, projection...).

#### > PROGRAMME

##### JOUR 1

À l'issue de cette journée, les stagiaires auront acquis les bases nécessaires pour :

1. La création et l'utilisation de Macros.
2. Utiliser les scripts python dans le module ParaViS et les utiliser en interactif ou en batch.

Ils seront en capacité d'automatiser la génération d'images pour des rapports et des vidéos pour des présentations.

##### JOUR 2

1. Les modules python de MEDCOUPLING et leur place dans la plate-forme SALOMÉ.
2. Présentation des classes de base (tableaux, maillages et champs) et exercices portant sur ces classes.
3. Présentation des classes permettant la manipulation de fichiers MED et exercices associés.
4. Présentation des classes pour l'interpolation/projection et exercices associés.

#### LES « + » DE LA FORMATION

- Possibilité pour les inscrits de travailler sur leur cas spécifique de posttraitement en TP avec l'aide des formateurs.
- Possibilité pour les inscrits de faire remonter les fonctionnalités manquantes afin de les voir implémenter et les intégrer dans les futures versions de la plateforme.

#### + INTERVENANTS

##### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) ET INTERVENANT(S) :

Anthony GEAY et Frédérique ROBIN, Ingénieurs-Chercheurs au département PERformance et prévention des Risques Industriels du parC par la simulation et les ÉtudeS (PERICLES) de la R&amp;D d'EDF.

#### + MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

- Exposés illustrés par des exemples d'utilisation mis en œuvre dans le cadre de travaux dirigés. Alternance de présentations (1h) et de travaux pratiques sur postes de travail (2h). Les travaux pratiques sont des exercices détaillés commentés et corrigés couvrant une compilation de cas d'utilisations typiques rencontrés lors d'études.
- Travaux dirigés sur poste de travail Linux.
- Une version numérique des exercices corrigés sera mise à disposition.

Code : **LS2-ARN4896**

## HOW TO USE EDF HIGH PERFORMANCE COMPUTING CAPABILITIES

Accessibilité : **EDF, Filiales, Externe**
 Durée : **3 heures**

 Tarif : **500 €**

 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)

**PUBLIC** : Utilisateurs débutants ayant à lancer des codes de calcul sur cluster (R&D, DIPNN, DPNT, DOAAT,...).

**PRÉ-REQUIS** : Connaissances de base de l'environnement Linux (commandes principales, shell, environnement...).

### OBJECTIFS DE FORMATION

- Connaître les moyens de calculs haute performance (clusters) disponibles à la R&D d'EDF ;
- Apprendre à lancer son code métier pour utiliser efficacement la puissance de calcul des clusters.

### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

À l'issue de la formation, le stagiaire sera capable de :

- Comprendre le fonctionnement interne d'un cluster ;
- Choisir le cluster adapté à son besoin métier ;
- Écrire des programmes de lancements adaptés à ses codes de calcul ;
- Optimiser l'utilisation de la puissance de calcul disponible ;
- Piloter l'exécution de ses calculs.

### PROGRAMME

1. Panorama de l'informatique scientifique dans le monde ;
2. Architecture du système d'information scientifique de la R&D d'EDF ;
3. Architectures matérielle et logicielle des clusters ;
4. Fonctionnement interne d'un cluster :
  - Gestionnaire de Batch ;
  - Lancement d'un code de calcul ;
  - Environnement matériel et logiciel d'exécution de code ;
  - Commande pour le pilotage des codes et le suivi de l'utilisation de la machine.
5. Optimiser l'utilisation des ressources d'un cluster :
  - Choix des nœuds d'exécution ;
  - Placement des calculs sur les nœuds ;
  - Bien utiliser la mémoire disponible ;
  - Les files d'attente, les priorités.

6. Écriture d'un programme de lancement :

- Lancement d'un code de calcul séquentiel ;
- Enchaînement conditionnel de codes de calcul ;
- Études paramétriques ;
- Lancement de codes parallèles.

### LES « + » DE LA FORMATION

Acquérir les bases nécessaires à une utilisation de nos moyens de calcul :

- Écrire des programmes de lancements adaptés à ses codes de calcul ;
- Optimiser l'utilisation de la puissance de calcul disponible ;
- Piloter l'exécution de ses calculs

Des exemples pratiques sur l'utilisation des moyens de calcul pour le HPC et le l'IA

### INTERVENANTS

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) ET INTERVENANT(S) :

Cyril BAUDRY, Architecte système d'information scientifique de la R&D d'EDF / Délégation Technologies et Systèmes d'Information.

### MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

- E-learning en libre-service (avec mises en situation et exercices).
- Supports en anglais.
- Certificat de formation délivré à l'achèvement du module.
- Accès via la plateforme [ecampus](#) (avec identifiant NNI et mot de passe SESAME).

## VALORISATION & INNOVATION

---

- Favoriser les dynamiques d'intelligence collective en adoptant la posture de facilitateur .....89



© ISTOCK

Code : **ARN4002**

## FAVORISER LES DYNAMIQUES D'INTELLIGENCE COLLECTIVE EN ADOPTANT LA POSTURE DE FACILITATEUR

Être en capacité d'animer des ateliers collaboratifs

Accessibilité : EDF, Filiales, Externe

 Durée : **1 jour**
 Lieu : **EDF Lab Paris-Saclay**
 Tarif : **980 €**
 Dates : **28 mars 2023**  
**3 octobre 2023**
 Pour vous inscrire :  
→ [Consulter les modalités en page 06](#)

**PUBLIC** : Toute personne souhaitant disposer de trucs et astuces pour animer une session de production collective.

**PRÉ-REQUIS** : Aucun.

### OBJECTIFS DE FORMATION

Être en capacité d'animer des ateliers collaboratifs en utilisant la méthode CPS (Creative Problem Solving).

### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Qu'est-ce que la facilitation ?
- Quel est le rôle du facilitateur ?
- Les différents formats de sessions de facilitation ;
- Zoom sur la méthode CPS (Creative Problem Solving) :
  - Identifier les profils de pensée grâce à la méthode CPS ;
  - Comprendre les différentes étapes du CPS.

### PROGRAMME

- Apports théoriques :
  - Les fondamentaux de la méthode CPS (Creative Problem Solving) ;
  - La posture du facilitateur ;
  - Comment préparer un atelier collaboratif : construction d'un déroulé et proposition d'outils pouvant être utilisés.
- Mise en pratique.
- Expérimentation de l'animation de sessions partir de cas fictifs en utilisant des outils de facilitation adaptés à chaque séquence.

### LES « + » DE LA FORMATION

- Pratique
- Concret
- Interactif.

### INTERVENANTS

#### RESPONSABLE(S) PÉDAGOGIQUE(S) :

Aurélie RENARD, Direction Innovation Programme Pulse (DIRE - Direction Innovation, Responsabilité d'Entreprise, Stratégie) d'EDF.

#### INTERVENANT(S) :

Équipe de la DIRES Programme Pulse d'EDF.

### MODALITÉS PÉDAGOGIQUES

- Alternance entre théorie et pratique illustrée par des exemples et des mises en pratique.
- Des fiches outils seront remises aux stagiaires.

# LES CONTACTS DE L'ITECH

L'ITECH fait partie de la filière RH de la R&D d'EDF.

RESPONSABLE DE L'INSTITUT :

**Nathalie QUARCK**

E-mail : [nathalie.quarck@edf.fr](mailto:nathalie.quarck@edf.fr)

CHARGÉE DE FORMATION :

**Evelyne FIORENZA**

E-mail : [evelyne.fiorenza@edf.fr](mailto:evelyne.fiorenza@edf.fr)

CHARGÉE DE FORMATION :

**Elisabeth DA CUNHA**

E-mail : [elisabeth.da-cunha@edf.fr](mailto:elisabeth.da-cunha@edf.fr)

CHARGÉE DE FORMATION :

**Fatima LAHMAR**

E-mail : [fatima.lahmar@edf.fr](mailto:fatima.lahmar@edf.fr)

Vous pouvez également nous contacter via :  
**[RETD-ITECH@EDF.FR](mailto:RETD-ITECH@EDF.FR)**



# PLAN D'ACCÈS EDF LAB PARIS-SACLAY

**EDF Lab Paris-Saclay**  
7 boulevard Gaspard Monge - 91120 Palaiseau  
Tél. : 0178193200

Ouvert de 7h à 20h - du lundi au vendredi

## ACCÈS EN VOITURE

### Depuis Paris :

- Par la N118 via Pont de Sèvres.  
Prendre la sortie 9 vers « Orsay-le Guichet ».
- Depuis la Porte d'Orléans.  
Prendre l'A6 en direction de Lyon. Continuer sur l'A10 vers « Nantes/Bordeaux ». Sortir à gauche vers « D444/Versailles/ Igny/Bièvres ». Continuer sur la D36.

### Depuis les aéroports de Paris :

- Depuis Paris-Charles-de-Gaulle.  
Rejoindre l'A1 en direction de Paris.  
Au niveau de Porte de la Chapelle, emprunter le périphérique extérieur vers Rouen.  
À Porte de St-Cloud, suivre la N10 direction Bordeaux/Nantes.  
Suivre ensuite le trajet « Par la N118 ».
- Depuis Paris-Orly.  
Rejoindre la N7 en direction de Paris.  
Suivre l'A86 vers Versailles. Prendre la sortie 30 vers « A6/A10/Bièvres/Igny/Bordeaux/Nantes ». Continuer sur l'A10 vers « Nantes/Bordeaux ». Sortir à gauche vers « D444/Versailles/ Igny/Bièvres ». Continuer sur la D36.

## ACCÈS EN TRANSPORT EN COMMUN

### Depuis Paris :

**RER B ou C** arrêt Massy/Palaiseau.  
Puis **Bus 91.06 (ou 91.10)** arrêt Palaiseau - Campus.

**Depuis la station « Vélizy II - Gare routière » du T6 :** Emprunter l'Express 91.08

### Lignes et horaires sur :

[www.albatrans.net](http://www.albatrans.net)

[www.iledefrance-mobilites.fr](http://www.iledefrance-mobilites.fr)

- L'accès piéton s'effectue au 7 boulevard Gaspard Monge à Palaiseau.
- L'accès au parking salariés et à l'aire de livraison s'effectue respectivement au 2 et 4 rue Rosalind Franklin à Palaiseau.
- Parking visiteurs en face du 7 boulevard Gaspard Monge à Palaiseau.



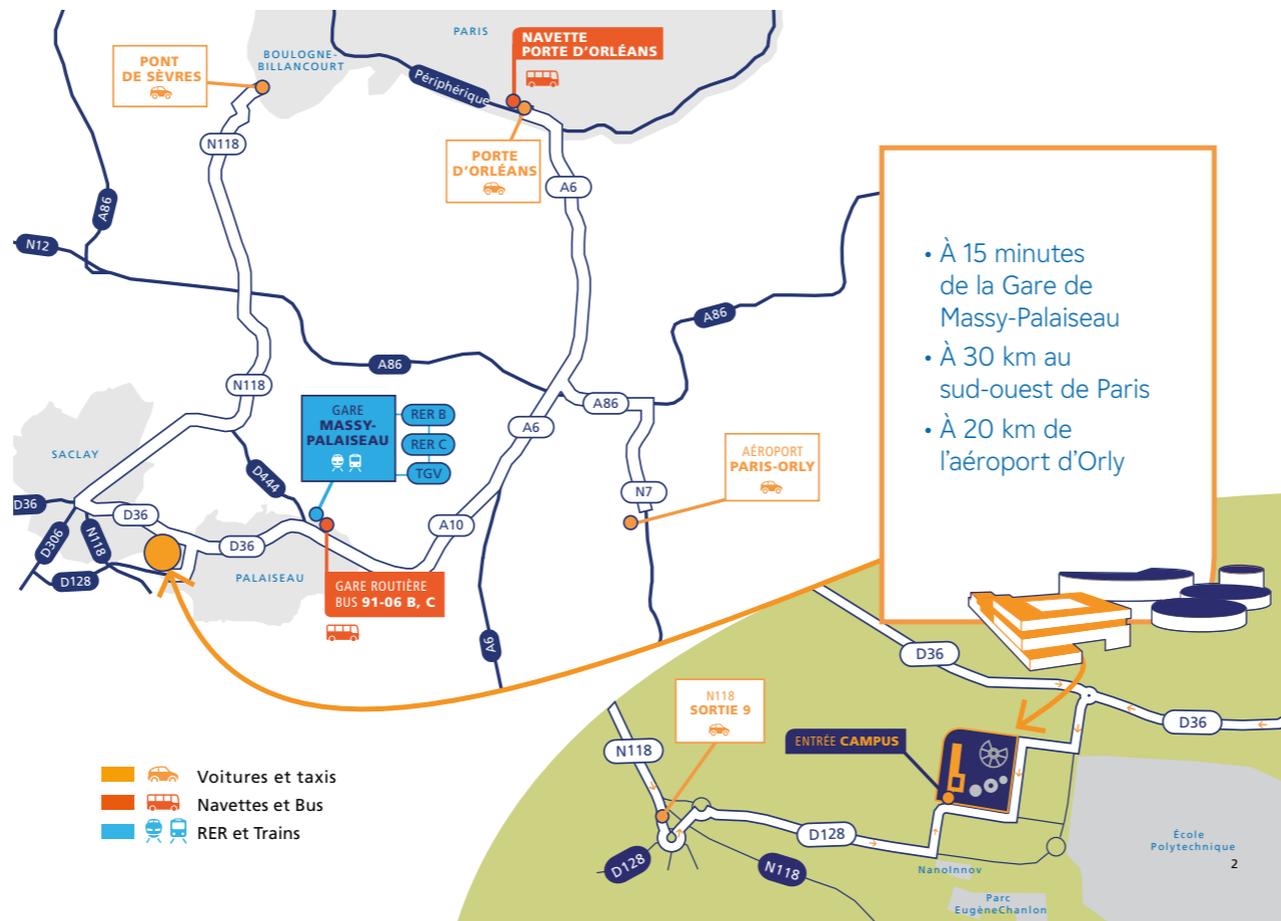
Coordonnées GPS : 48.717686,2.198853



# PLAN D'ACCÈS CAMPUS EDF PARIS-SACLAY

**Campus EDF Paris-Saclay**  
13 boulevard Gaspard Monge - 91120 Palaiseau  
Tél. : 0178 19 12 00  
E-mail : [accueilcampussaclay@edf.fr](mailto:accueilcampussaclay@edf.fr)

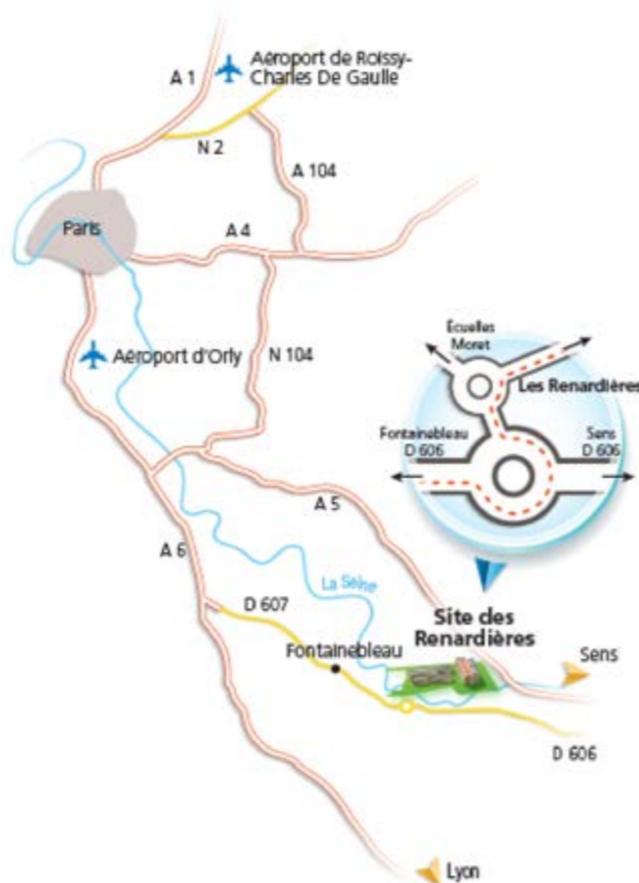
Ouvert du lundi au jeudi de 7h à 23h et le vendredi de 7h à 18h30.





# PLAN D'ACCÈS EDF LAB LES RENARDIÈRES

EDF Lab les Renardières  
77250 Écuellen - Moret-Loing-et-Orvanne



## ACCÈS EN VOITURE

- Sur l'autoroute A6, prendre la sortie Fontainebleau. À Fontainebleau, contourner la ville en suivant la D607 (N7) jusqu'au "Carrefour de l'Obélisque".
- Prendre la D606 (N6) direction Montereau/Sens.
- Poursuivre sur la D606 (N6), pendant 12 km.
- Au rond-point, "Carrefour Saint-Lazare", prendre la 2<sup>e</sup> sortie sur la D302, direction Écuellen.
- Au rond-point suivant, prendre la 1<sup>re</sup> à droite, direction "Pôle d'activités des Renardières" et poursuivre cette route sur 1 km.

## ACCÈS EN TRAIN

- La gare de Moret-Veneux-Les-Sablons est accessible depuis la gare de Lyon à Paris.
- Navette EDF R&D pour les Renardières : prendre la sortie « Veneux ».

**Pièce d'identité obligatoire pour rendre sur le site.**

**Navettes EDF R&D pour les Renardières :** prendre sortie « Veneux » pour accéder à la navette. Se référer aux horaires de navettes sur la communauté VEOL R&D.



# PLAN D'ACCÈS EDF LAB CHATOU

## ACCÈS EN VOITURE

### Depuis l'aéroport de Roissy Charles-de-Gaulle :

Prendre autoroute A1/E9, direction Paris  
Puis prendre l'A86 direction La Défense, Nanterre, Saint-Germain-en-Laye.  
Sortie 35 en direction de Chatou, (Rueil 2000) N 190.  
Au milieu du pont de Chatou (D186), prendre à droite « Île des Impressionnistes » Chatou.

### Depuis l'aéroport d'Orly :

Prendre direction Paris par A6b / E105 / E15 / E50.  
Puis direction Paris Centre, Périphérique Ouest, Rouen, Porte d'Orléans par A6a / E05 / E15 / E50.  
Sur le Périphérique Ouest, à la Porte Maillot, prendre direction La Défense Cergy-Pontoise N13.

### Depuis la porte Maillot :

Direction La Défense par l'avenue de Neuilly, N13, pont de Neuilly.  
Prendre l'A14 en direction de Rouen, Poissy, Pontoise, Cergy.  
Rejoindre l'A86 en direction de Rueil-Malmaison, Versailles, Saint-Germain-en-Laye.  
Sortie 35 en direction de Chatou, (Rueil 2000) N 190.  
Au milieu du pont de Chatou, prendre à droite « Île des Impressionnistes » Chatou.

### Depuis Saint-Germain-en-Laye :

Prendre la D186 en direction de Chatou / Rueil Malmaison.  
Traverser Le Vésinet (boulevard Carnot), Chatou (avenue du Maréchal Foch), puis au milieu du pont de Chatou (D186), prendre à droite « Île des Impressionnistes » Chatou.



Coordonnées GPS : N 48°53'27»- E 2°09'49»

## ACCÈS EN TRANSPORTS EN COMMUN

### Depuis Paris (environ 30 minutes) :

**RER A** : Direction Saint-Germain-en-Laye, station Rueil-Malmaison.  
Pour rejoindre le site à pied (environ 15 min), prendre la sortie Rue des deux gares, aller sur le trottoir de droite de l'avenue de Colmar en direction de Chatou.

Au milieu du pont, prendre la bretelle permettant l'accès à l'île.

**Une navette** relie la gare RER et le site à certaines heures :

- aller : 07h52, 08h06, 08h26, 08h52, 09h10, 09h20
- retour : 16h35, 17h05, 17h25, 17h45, 18h05, 18h30

Pour l'accès aux arrêts de bus, emprunter la sortie située au milieu du quai RER.

### Depuis Roissy Charles-de-Gaulle (environ 1h15) :

**RER B** : direction Saint-Rémy-les-Chevreuse, changer à Châtelet les Halles.

Prendre **RER A** direction Saint-Germain-en-Laye, station Rueil-Malmaison.



### EDF Lab Chatou

Île des Impressionnistes - BP 49  
6 quai Watier - 78401 Chatou cedex  
Tél. : 0130 8779 46

### Depuis Orly (environ 1h20) :

Prendre le **VAL** direction Antony, changer à Antony.  
Prendre **RER B** direction Aéroport Charles-de-Gaulle, changer à Châtelet les Halles.  
Prendre **RER A** direction Saint-Germain-en-Laye, descendre à la station Rueil-Malmaison.

### Lignes de bus :

Direction Rueil, descendre à la station Rueil RER.

<b>027 a</b>	Gare de Vaucresson	<b>241</b>	Porte d'Auteuil
<b>027 b</b>	Gare de la Celle Saint-Cloud	<b>244</b>	Porte Maillot
		<b>367</b>	Gare de Colombes
<b>144</b>	La Grande Arche (La Défense)	<b>467</b>	Pont de Sèvres
<b>158</b>	Pont de Neuilly		

### À 15 minutes à pied de la station RER A de Rueil-Malmaison

