

## INGENIEUR NUCLEAIRE

Filière





**PROGRAMME  
DE LA FILIERE**

# Programme

## OBJECTIFS

- Acquérir les connaissances et le savoir-faire pratique indispensables à l'exercice de la fonction d'ingénieur d'études dans le nucléaire
- Appréhender les différents types de documents utilisés lors d'une étude de tuyauterie et plus spécialement de la représentation selon la méthode isométrique
- S'initier à l'installation d'instruments
- Savoir conduire des chantiers

## METHODES ET MOYENS PEDAGOGIQUES

**Méthodes pédagogiques.** Pour l'ensemble des stagiaires, le cours intégrera les suivantes :

- Alternance d'exercices, cas pratiques, QCM et de notions théoriques
- Evaluations

**Moyens pédagogiques**

- AJC met à la disposition de chaque stagiaire un accès à notre plateforme à distance ainsi qu'éventuellement les logiciels utiles dans le cadre de chaque module
- Les supports de cours seront remis via notre la plate-forme de téléchargement Quest et/ou AJC Classroom

## PRE-REQUIS

- 2 ans minimum dans le milieu industriel en conception/gestion de projet mécanique
- Savoir lire des plans mécaniques
- Idéalement une bonne connaissance des matériels d'une installation nucléaire.
- Autonome, rigueur et organisation.
- Goût pour le terrain
- Qualités relationnelles.

## PARTICIPANTS

- Consultants, Ingénieurs, Techniciens ...

## LIEU

Distanciel

## CERTIFICATION / ATTESTATION

Attestation de formation

# Programme - Contenu pédagogique

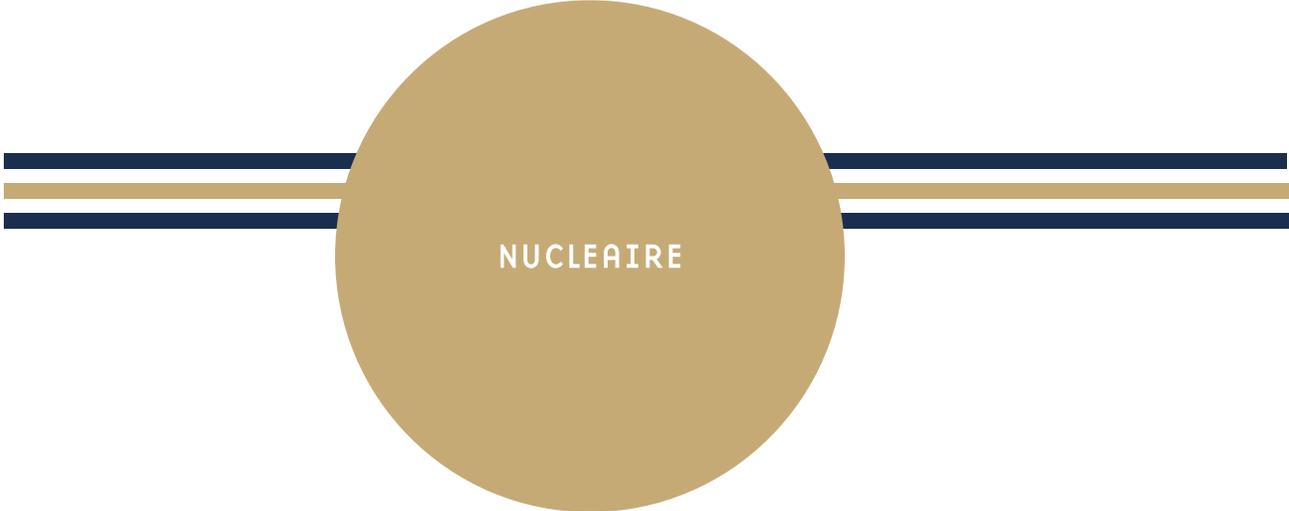
NUCLEAIRE	INTRODUCTION AU GENIE NUCLEAIRE	1 jour
	INSTALLATION D'UNE USINE NUCLEAIRE	2 jours
	INITIATION A LA SURETE NUCLEAIRE ET A L'ANALYSE DE SURETE	2 jours
BUREAU D'ETUDES	SCHÉMATIQUE ET IMPLANTATION	2 jours
	GÉNIE CIVIL ET STRUCTURES	3 jours
	TUYAUTERIES ET RÉGLEMENTATION	1 jour
	TRACÉ ISOMÉTRIQUE INSTALLATION / SUPPORTAGE	3 jours
	VANNES ET ROBINETTERIE	3 jours
	CONDUITE DE CHANTIERS	3 jours



---

---

PROGRAMMES  
DÉTAILLÉS

A graphic design featuring a central gold circle. The circle is overlaid by two horizontal lines: a dark blue line on top and a gold line on the bottom. The word "NUCLEAIRE" is written in white, uppercase letters inside the circle.

NUCLEAIRE

# INTRODUCTION AU GENIE NUCLEAIRE

## PROGRAMME DU MODULE

### Fonctionnement d'un réacteur nucléaire

- Production d'énergie : fission nucléaire, réaction en chaîne, produits de fissions, neutrons retardés et contrôle de la réaction en chaîne.
- Réacteur à Eau Pressurisée (REP) : cœur du réacteur, combustible, cuve REP, circuit primaire, pressurisateur, générateurs de vapeur, motopompes primaires, enceinte, circuit secondaire.

### Introduction à la physique des réacteurs

- Réactions nucléaires : sections efficaces et taux de réactions dans le réacteur
- Bilan neutronique dans un réacteur : équation de continuité approximation de diffusion et multi-groupe
- Comportement stationnaire d'un réacteur nucléaire : condition de criticité, solutions pour des géométries simples, effet du réflecteur
- Comportement cinétique et dynamique d'un réacteur nucléaire

### Thermo hydraulique des réacteurs

- Production et évacuation de la chaleur du cœur REP
- Conception thermo hydraulique d'un cœur du réacteur REP : rapport du flux critique et flux linéique de chaleur

### Circuit secondaire et

### conversion de l'énergie Matériaux nucléaires et combustibles

- Effets de l'irradiation sur les matériaux et conséquences sur leur comportement mécanique. Description des modes de vieillissement des principaux composants du circuit primaire REP
- Assemblages combustibles REP : description, comportement en réacteur des matériaux combustibles et de gainage, conception thermomécanique, mécanique et thermo hydraulique des assemblages combustibles

### Principes de sûreté des réacteurs nucléaires

- Approche sûreté REP : principe de défense en profondeur, définition des trois barrières, fonctions de la sûreté.
- Études d'accidents : classification des situations de fonctionnement de la chaudière, accidents historiques et de référence
- 

1 jour,  
7 heures



DISTANCIEL

## OBJECTIFS

- Assurer une approche scientifique, technique et humaine de haut niveau dans le domaine du nucléaire en donnant les aspects fondamentaux sur :
  - Le fonctionnement des réacteurs nucléaires
  - L'aspect physique et thermo hydrauliques des réacteurs
  - Les matériaux utilisés dans le nucléaire
  - Une introduction à l'approche sûreté

# INSTALLATION D'UN USINE NUCLEAIRE

## PROGRAMME DU MODULE

**Classement et installation d'usines nucléaires : réglementation.**

**Processus d'installation**

**Inventaire physique et radiologique.**

**Scénarios d'installation**

**Évaluation des coûts des projets d'installation d'usines nucléaires.  
Opérations mécanisées.**

**Construction d'infrastructures**

**Sûreté : analyse des risques, documents de sûreté**

**Environnement : rejets, études d'impact**

**Radioprotection : analyse des risques, démarche**

**Sécurité : risques spécifiques d'installation d'usines nucléaires**

2 jours,  
14 heures



DISTANCIEL

## OBJECTIFS

- Connaître les fondamentaux sur l'installation d'usines nucléaires
- Faire l'inventaire physique et radiologique
- Déterminer les différentes étapes d'une construction d'une infrastructure nucléaire.
- Connaître la réglementation et les risques spécifiques lors d'une installation d'usines nucléaires



# INITIATION A LA SURETE NUCLEAIRE ET A L'ANALYSE DE SURETE

## PROGRAMME DU MODULE

### **Sûreté : principes et référentiel**

- Les enjeux de la sûreté
- Le contexte nucléaire et réglementaire
- L'organisation de la sûreté au CEA
- L'arrêté qualité
- Les responsabilités de l'exploitant
- L'organisation et les missions de l'Autorité de sûreté nucléaire
- La méthodologie de l'expertise de sûreté
- Les principes fondamentaux de la sûreté
- Le référentiel de sûreté
- La radioprotection intégrée à la sûreté
- L'évolution de la réglementation en radioprotection

### **L'analyse de sûreté : composantes, outils et mise en application**

- Les outils de l'analyse
- La sûreté des sites
- Les aspects génie civil de la sûreté au CEA
- Le confinement
- La criticité
- Le risque incendie
- Les équipements sous pression nucléaires
- La radiolyse
- Les facteurs humains
- La sûreté des transports
- La gestion des matières nucléaires

- Les conséquences radiologiques et chimiques des rejets
- L'étude des situations accidentelles

### **Le démantèlement**

#### **Gestion de la sûreté**

- La maîtrise des sous-traitants
- Les relations avec les expérimentateurs
- Le traitement des anomalies et incidents
- La mise en œuvre du retour d'expérience
- La gestion de crise
- Un exemple concret : de l'analyse de sûreté aux RGE.

#### **Activités du secteur nucléaire**

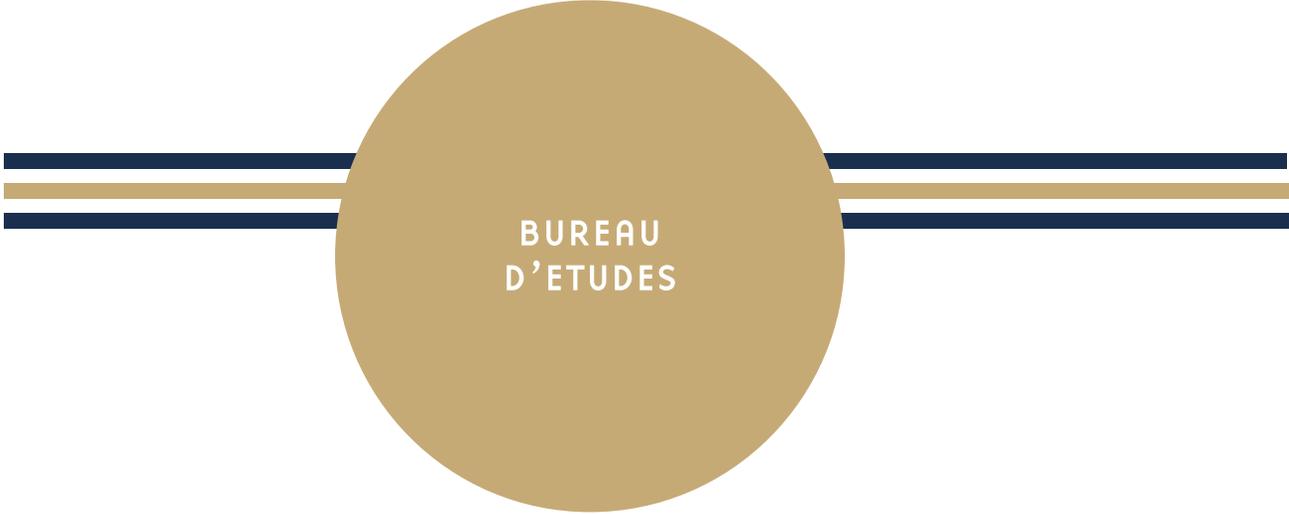
- Généralités du secteur
- Filières nucléaires
- Exploitation et maintenance des installations nucléaires de base (INB)
- Démantèlement et dépollution, gestion des déchets et effluents

#### **Qualité, Sûreté, Sécurité et Environnement**

- Sûreté
- Radioprotection
- Sécurité conventionnelle
- Qualité et environnements

## OBJECTIFS

- Utiliser les concepts et le vocabulaire de base de la sûreté
- Lister les différents domaines techniques de la sûreté et les outils de base de ces domaines
- Identifier la fonction des différents documents composant le référentiel de sûreté et contribuer à l'élaboration et la mise à jour de ces documents
- Conduire une étude de sûreté simple
- Repérer le rôle des différents acteurs de la sûreté, se positionner par rapport à eux et dialoguer avec eux



BUREAU  
D'ETUDES

# SCHEMATIQUE ET IMPLANTATION

## PROGRAMME DU MODULE

### Process Flow Diagram(PFD) ou Plan de circulation des fluides

- Objectifs. Découpage du procédé en blocs. Élaboration du schéma de bloc.
- Rôle des PFDs, valeur ajoutée par rapport au schéma bloc. Type d'informations contenues.
- Symbolisation des différents éléments. Plans de circulation des utilités (UFD). Complémentarité avec les PFD.

### Piping et instrumentation Diagram (PID) ou Schéma TI

- Rôle du PID : À qui sert-il ? À quoi sert-il ? Quand sert-il ? PIDs procédés et utilités.
- Conception, règles, organisation du P&ID, niveau de détail, cartouche, notes, "holds", commentaires.
- Contenu du PID : équipements, tuyauterie, instrumentation. Intégration des packages et skids. Evolution du PID.
- Planche symboles (PID legend, ou PID-0), symbolique (ISA-5-1984)
- Documents associés au P&ID. (classes de tuyauterie, Isométriques, ...)

### Reuves de PID

- Revue de conception. Intégration du HSE et de l'opérabilité avec la revue HAZOP.
- Organisation des revues. Sélection des participants. Plan d'action et validation. Reporting. Suivi des actions.

### Implantation préliminaire

- Aspects réglementaires (réglementation, Arrêté bruit, API,

code de l'environnement, recommandations CRAM).

- Déclinaison des Schémas de blocs, PFDs/PIDs en termes d'implantation.
- Implantation inter et intra unités : procédés, stockage, utilités, bâtiments. Accès au site (route, rail, mer).

### Principes et contraintes d'implantation

- Revues des contraintes amenées par les différents corps de métier - Principes d'implantation associés.
- Cas des contraintes HSE :
- Positionnement des sources chaudes ou feu nu : torche, fours, chaudières. Classement de zones
- Études de dangers (contraintes radiations, suppression, toxicité, dispersion). Distances de sécurité
- Accès et évacuation (structures en hauteur, zones difficiles d'accès, accès des secours)
- Positionnement du matériel de protection incendie - Zones feu
- Prise en compte des contraintes d'hygiène industrielle. Ergonomie. Problématique du bruit
- Maintenance et construction : zone de dépose, accès aux équipements, stockage du matériel.
- Circulation dans l'usine : gestion des flux de véhicules (camion, rail, voiture), zones d'exclusion à la circulation.
- Disponibilité des différentes données selon les phases d'un projet, gestion des Holds, gestion des modifications.

2 jours,  
14 heures



DISTANCIEL

## OBJECTIFS

- Décrire un procédé à partir des PFD/PID, et de participer à une revue de PID
- Elaborer un plan d'implantation en tenant compte des différentes contraintes
- Participer efficacement aux revues d'optimisation de l'implantation

# SCHEMATIQUE ET IMPLANTATION (Suite)

## PROGRAMME DU MODULE

### Revue d'implantation

- Revue de conception en utilisant la méthode HAZID
- Implantation finale (intégration des résultats de revues, des données fournisseurs). Maquette 3D et utilisation.
- Optimisation des liaisons (aériennes et enterrées) entre unités. Zones de stockage. Gestion des aires dallées

2 jours,  
14 heures



DISTANCIEL

### OBJECTIFS

- Décrire un procédé à partir des PFD/PID, et de participer à une revue de PID
- Elaborer un plan d'implantation en tenant compte des différentes contraintes
- Participer efficacement aux revues d'optimisation de l'implantation

# GENIE CIVIL ET STRUCTURE

3 jours,  
21 heures



DISTANCIEL

## PROGRAMME DU MODULE

### Fondations

- Étude de sol : réalisation et utilisation. Importance pour l'installation des matériels.
- Fondations de surface : dalles, fondations des structures et des principaux équipements chaudronnés.
- Fondations profondes : pieux, micropieux. Cuvettes de rétention des bacs de stockage.

### Structures métalliques

- Contexte légal et normatif (Eurocodes). Types de construction métallique et stabilité.
- Profilés : types, emplois, caractéristiques dimensionnelles, connaissance des termes techniques.
- Éléments constitutifs : poutres, poteaux, contreventements, renforts, caillebotis, platelages.
- Réalisation des assemblages (boulonnage, soudage, systèmes mixtes) et spécificités (mise à la terre, ...)
- Elaboration du cahier des charges - Spécification de sous-traitance d'études.

### Structures en béton

- Contexte légal et normatif (Eurocodes). Préparation des bétons et des mortiers.
- Armatures : comportement de l'association béton-acier, problèmes d'adhérence et de recouvrement.
- Boulons d'ancrage, plaques de glissement. Spécificités (mise à la terre, rétention, drainage).

- Spécification de sous-traitance d'études, cahier des charges de réalisation.

### Résistance des structures au feu et à l'explosion

- Contexte légal et normatif (Eurocodes, API, études de danger, seuils réglementaires).
- Classification des parois et des structures résistantes au feu. Matériaux et revêtements utilisés.
- Conception des structures et bâtiments résistant aux surpressions

## OBJECTIFS

- Définir les points-clé d'une étude de fondation et de structures (métalliques ou béton armé)
- Préparer une spécification de sous-traitance d'études et un cahier des charges travaux GC

# TUYAUTERIE ET REGLEMENTATION

## PROGRAMME DU MODULE

### Matériel de robinetterie

- Matériel : différents types de robinets, clapets et soupapes de sécurité.
- Mode de raccordement - Conditions de service. Réglementation – Normes.

### Étanchéité des plans de joint

- Types de joints. Boulonnerie. Comportement du joint lors de son serrage entre brides. Choix des joints (limites en pression et température).

### Spécifications projet – Classes de Tuyauteries

- Liste des fluides et des lignes. Classes de tuyauterie et matériels utilisés. Épreuves, documentation.

1 jour,  
7 heures



DISTANCIEL

## OBJECTIFS

- Définir le matériel de tuyauterie en conformité avec les codes et normes applicables
- Interpréter une spécification de matériel de tuyauterie

# TRACE ISOMETRIQUE INSTALLATION / SUPPORTAGE

## PROGRAMME DU MODULE

### TRACE ISOMETRIQUE

**Préparation du tracé**

**Exécution du tracé**

**Effectuer un relevé de tuyauterie**

### INSTALLATION DES TUYAUTERIES

**Préparation à l'étude**

**Règles d'installation**

**Etudes sur maquettes 3D**

### SUPPORTAGE ET FLEXIBILITE DES TUYAUTERIES

**Résistance des matériaux appliquée au supportage**

**Comportement des tuyauteries**

**Technologies des supports**

**Sélection et implantation des supports**

**Calculs de flexibilité des tuyauteries**

3 jours,  
21 heures



DISTANCIEL

## OBJECTIFS

- Lire, analyser et interpréter un tracé isométrique
- Réaliser et modifier une isométrie à partir d'observations sur le terrain
- Réaliser ou modifier l'étude de l'agencement d'un réseau de tuyauterie
- Concevoir une installation de tuyauteries en respectant les règles de l'art, les impératifs liés à l'opération du procédé, à la maintenance des installations, et les règles de sécurité
- Analyser le comportement mécanique d'un réseau de tuyauterie
- Sélectionner les supports appropriés et de définir la position des points de supportage
- Etudier la flexibilité des tuyauteries et d'en optimiser le tracé

# VANNES ET ROBINETTERIE

3 jours,  
21 heures



DISTANCIEL

## PROGRAMME DU MODULE

### Lecture de plan mécanique associé à la robinetterie

- Identification des différents éléments représentés sur un plan
- Identification des parties fixes et tournantes
- Les éléments d'étanchéité

### Caractéristiques du réseau et des pompes centrifuges

- Notions de pertes de charge, courbes caractéristiques d'un réseau.
- Fonctions principales des pompes centrifuges (hydraulique, étanchéité, mécanique).
- Différents types de pompes centrifuges : monocellulaire, multicellulaire.

### Exigences hydroliques réclamées par les pompes centrifuges

- Assurer le débit (élévation et courbes caractéristiques), couplage au réseau (plage de fonctionnement).
- Ne pas dépasser la puissance disponible : courbe de puissance, influence de la densité et de la viscosité.
- Ne pas chauffer : puissance à débit nul, débit minimum thermique.
- Ne pas caviter : pression à l'aspiration, NPSH requis.
- Amorcer : pression minimale au refoulement, influence du remplissage, cas particulier des pompes sous vide.

### Conception de circuits :

### Règles d'installation

- Critères de sécurité, accès pour opération et maintenance, agencement des circuits principaux et auxiliaires.
- Influence du tracé des lignes et de la mise en place des accessoires.
- Efforts acceptables sur les tubulures de la pompe.
- Étude des risques de vaporisation et de dégazage. NPSH disponible. Prérotation et vortex.
- Action de la pesanteur sur les réseaux. Impact sur les supportages.
- Action de la température : recherche de la souplesse des tuyauteries, tracé favorable.

### Incidents courants

- Désamorçage, conséquences des efforts excédentaires sur les tubulures.
- Cavitation réelle ou apparente. Incidents pouvant survenir lors de marche en parallèle ou en série.
- Vibrations : origines, remèdes possibles. Bruit.

### Pompes volumétriques

- Description, principales caractéristiques. Différences avec les pompes centrifuges.
- Conséquences sur l'installation, le tracé, les accessoires et la sécurité de fonctionnement.

## OBJECTIFS

- Acquérir des connaissances théoriques pour pouvoir lire et interpréter des plans associés aux vannes et robinetterie
- Concevoir et dimensionner un réseau de tuyauterie comportant des pompes
- Prendre en compte les impératifs de l'exploitation, la maintenance et la sécurité
- Participer efficacement à l'installation d'un service de pompage

# CONDUITE DE CHANTIERS

3 jours,  
21 heures



DISTANCIEL

## PROGRAMME DU MODULE

### Prise en main du dossier marché

- Analyse du cahier des charges : Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP), Cahier des Clauses Administratives Générales (CCAG)
- Analyse des besoins et fiches de synthèse par corps d'état
- Mise à jour des difficultés de réalisation : marché, délais, occupants, techniques, accès, approvisionnements
- Définition des modes constructifs

### Étude de chantier

- Détermination du plan de découpage du chantier
- Prise en compte du mode d'intervention des entreprises
- Préparation et définition des tâches à planifier
- Calculs et détermination des durées de tâches
- Études des enclenchements et détermination du chemin critique
- Affectation des ressources et des effectifs aux différentes tâches
- Vérification de la faisabilité et réflexion sur les différentes options et hypothèses prises lors de l'étude du chantier

### Planification des travaux

- Ébauche de planification des travaux en fonction du plan de découpage du chantier (bâtiment, cages d'escalier, étages)
- Simulation de déroulement de

chantier (phases, cadences, équipes)

- Tracé récapitulatif et organisation du planning
- Détermination du chemin critique définitif et repérage des tâches le composant

### Mise en oeuvre des plannings

- Méthodes et choix de représentation
- Application et cas d'études et de travaux
- Budgétisation des travaux
- Mise en place des informations financières sur le planning
- Synthèses des informations figurant sur les plannings (clarté, visuel)
- Vérification de la précision et de la pertinence des informations

### Suivi et recalage du planning

- Outil « planning » en réunion de chantier
- Avancement des travaux
- Mesure des dérivés, des écarts
- Recalage du planning

### Gestion financière des travaux

- Suivi des coûts
- Estimation du coût final de l'ouvrage

### Études de cas

- Simulations réalisées à l'aide d'un logiciel de planification

## OBJECTIFS

- Identifier les différents outils et méthodes de planification des travaux
- Sélectionner les outils de planification en fonction des travaux à réaliser
- Utiliser ces outils en vue d'optimiser la préparation, l'organisation et la gestion des chantiers
- Expérimenter les acquis de la formation sur des cas concrets à l'aide d'un logiciel de planification

NOUS CONTACTER

AJC FORMATION  
01 81 51 64 85  
formonsnous@ajc-formation.fr  
6 rue ROUGEMEONT  
75009 PARIS



[www.ajc-formation.fr](http://www.ajc-formation.fr)  
[www.ajc-classroom.fr](http://www.ajc-classroom.fr)

