

Le catalogue de Formations

L'Expertise en Mesure Nucléaire et Gestions de Déchets :

Pour l'Industrie, la Santé & l'Environnement.

Gestion de Déchets

Etudes Physiques

Mesure de Terrain

Maintenance

Equipements de Mesure

Formation

Safe Technologies

En quelques mots ...

Une compétence orientée sur la définition et la conception de systèmes et équipements pour la gestion des déchets, leur caractérisation et l'optimisation des exutoires concernés.

Une démarche technique reposant tout autant sur une approche théorique et physique du problème posé que sur un savoir-faire de terrain.

Des systèmes d'acquisition faisant appel à des standards du marché (Génie2K, Interwinner, Elvis, Visu-Gamma) pouvant être pilotés par des utilitaires applicatifs spécifiques.

Des intervenants disposant des qualifications et de l'expérience nécessaires à la mesure de terrain

Des modules de formation (Termes Sources, Interaction Rayonnement Matière, Seuils de Décision appliqués à la mesure nucléaire...) adaptés à nos clients.

Une société indépendante des fournisseurs d'équipements habituels du domaine et à même d'évaluer leurs différentes solutions.

Une volonté d'être en permanence au service et à l'écoute de nos clients.

Gestion de Déchets

Etudes Physiques

Mesure de Terrain

Maintenance

Equipements de Mesure

Formation

Ils nous font confiance:









































Un système Qualité, Sécurité et Environnement reconnu en « Ingénierie et Conception de Systèmes, Formations et technologies de la mesure nucléaire et de la gestion des déchets dans les secteurs de l'Industrie, de la Santé et de l'Environnement : Etudes, Expertises, Modélisations, Métrologie, Mesures, Maintenance, Instrumentations, Logiciels. »









Safe Technologies: l'expertise sur Mesure

Implantations



Moyens Matériel

- Détecteurs et électroniques (neutron, gamma, alpha, ...),
- Appareils de radioprotections (radiamètre, contaminamètre, ...),
- Tourne fût et tourne Bigbag,
- Laboratoire COFRAC,
- Cellule neutronique,
- Serveurs de simulations (MCNP6, TRIPOLI, ...)

Moyens **H**umains





- ✓ Ingénieurs Physique Nucléaire,
- Ingénieurs Mesure Nucléaire,
- Ingénieurs Informaticiens,
- Ingénieur Projet,
- Technicien Mesure,
- Expert Déchet, PCR, ...

Logistique

- Hall de montage avec pont,
- Atelier électronique,
- Atelier intégration,
- Local source.
- Laboratoire de mesure,
- Salles de Formation
- ✓ 300m² de bureaux.



Safe Technologies

Bâtiment le Lavoisier Avenue Louis Philibert 13100 Aix en Provence

09 61 48 35 11

www.safetechnologies.fr

La Formation

Safe Technologies



Les Modules

Module 1. Radioactivité

Réactions Nucléaires, radioactivité et rayonnements

Module 2 Interactions Rayonnement Matière

Principes d'interaction rayonnement-matière (a, b, y, n)

Module 3. Principes de détection

Principes de détection, mesures d'activité, spectrométrie

Module 4 Dosimétrie

Principes physiques, relation dose-activité, grandeurs opérationnelles. Calculs de radioprotection.

Module 5. Incertitudes & Seuils de Décision

Introduction aux statistiques et applications aux calculs d'incertitude et de Seuils de Décisions et Limites de Détection appliqués à la Mesure Nucléaire

Module 6 MCNE

Utilisation de code de Monte Carlo pour la résolution de problèmes de Radioprotection et de Détection

Module 7. Dosimex

Utilisation du code Dosimex pour la résolution de problèmes de Radioprotection et de Détection

Module 8. La Spectrométrie Gamma: Introduction

Comprendre la construction d'un spectre Gamma. Savoir mettre en œuvre et étalonner une chaine. Déterminer l'activité d'un radionucléide. Identifier les paramètres influents.

Module 9. La Spectrométrie Gamma : Fonctions Avancées

Maitriser les rendements et incertitudes, mesurer à bas niveaux, prendre en compte les seuils de décision, savoir déconvoluer et gérer les problèmes de coı̈ncidences, effectuer des analyses isotopiques.

Module 10. La Spectrométrie Alpha: Introduction

Rappel sur l'interaction des alpha avec la matière. Les différents détecteurs (à jonctions, chambre à grille). Les limitations technologiques. La mesure par spectrométrie, la déconvolution, les logiciels de spectrométrie, la chimie.

Module 11. La Spectrométrie Alpha: Travaux Pratiques

Travaux Pratiques réalisés au sein de notre laboratoire : séparation chimique, mise en place d'une chaine de mesure, analyse d'un échantillon, sortie des résultats,

Module 12. Module Neutron : Introduction à la caractérisation

Aspects théoriques et pratiques de la mesure neutronique passive, des technologies de détection, de la modélisation MCNP d'une cellule de mesure. Applications et limitations au comptage total.

Module 13. Module Neutron : Fonctions Avancées

Utilisation des techniques de coïncidences en caractérisation. Les différentes origines du signal neutronique. Registre à décalage et multiplicités. La détermination des paramètres de mesure et leur optimisation. Le calcul des quantités de matières Pu.

La formation est un des métiers de référence de Safe Technologies qui dispose d'un numéro de déclaration d'activité Formation délivré par la Préfecture de Marseille.

Les formations sont fondées sur une collection « Techniques et Technologies du Nucléaire » constituée d'un ensemble de cours, travaux dirigés, outils didactiques (tableurs Excel, simulateurs) et supports de présentation permettant d'aborder et de s'approprier les différents concepts associés à la compréhension des principaux phénomènes nucléaires.

Safe Technologies propose un parcours de formation qui va des notions de base de la réaction nucléaire à des fonctions plus avancées telles que la mise en application de systèmes de mesure Gamma, Alpha ou Neutron.

En tant qu'acteur du monde nucléaire, nous avons à cœur de proposer des formations qui se veulent au plus proche de la réalité des opérations avec un enseignement tant théorique que pratique.

En complément Safe Technologies peut réaliser des formations « sur mesure » tel que la mesure d'un colis de déchet, la mesure de terrain, ...

Retrouvez toutes les informations utiles sur nos formations dans notre catalogue de formation, disponible sur demande à contact@safetechnologies.fr ou en téléchargement sur notre site internet, rubrique formation : www.safetechnologies.fr.









Module 1: La Radioactivité

Réactions Nucléaires, radioactivité et rayonnements

DUREE

1 jour x 6.5h = 6.5 heures

ORGANISATION

Inter-entreprises Intra-entreprise

6 à 12 stagiaires

PUBLIC

Professionnel du secteur privé et public : personnes ayant besoin de compréhension des concepts théoriques de base concernant les réactions nucléaires.

PRE-REQUIS

Connaissances mathématiques et physique 1ère ou terminal scientifiques.

VALIDATION

Feuille d'émargement Attestation de fin de formation

PROFILS DES FORMATEURS

Voir page 20 et 21

TARIF SESSION

530 EUR HT / stagiaire

OBJECTIFS:

- ✓ Connaître les principes physiques fondamentaux mis en jeu dans les réactions nucléaires.
- → Pouvoir déterminer la nature, l'énergie et le taux de production des particules émises dans un processus nucléaire identifié.
- ✓ Comprendre l'origine des rayonnements, la radioactivité et les réactions nucléaires.
- Comprendre les lois de décroissance et notion d'activité.

PROGRAMME

Module 1. Termes Source : Réaction Nucléaires, radioactivité et rayonnement

- ✓ Comprendre l'origine de l'énergie libérée dans les processus nucléaires,
- Réaction nucléaires spontanées
- Réactions nucléaires provoquées
- Noyau subatomique et énergie,
- Généralités sur les réactions nucléaires
- Cas particulier des réactions nucléaires spontanées : la radioactivité, Alpha, Beta, Gamma
- Activité d'un radionucléide,
- Loi de décroissance et filiation,
- Notion de section efficace et calcul de taux de réactions.

METHODES	MOYENS	SUPPORTS
Cours Magistral	Diaporama du cours	Tome "Réactions nucléaires
Exposés	Tableur Excel	et radioactivité"
Etudes de cas / Travaux Dirigés (TD)		

Module 2 : Interactions rayonnement-matière

Principes d'interaction rayonnement-matière (α, β, y, n)

DUREE

1 jour x 6.5h = 6.5 heures

ORGANISATION

Inter-entreprises Intra-entreprise

6 à 12 stagiaires

PUBLIC

Professionnel du secteur privé et public : personnel de l'industrie spécialisée dans le domaine de la mesure nucléaire et de la détection ou de la radioprotection et du dimensionnement de protection biologique.

PRE-REQUIS

- Connaissances mathématique et physique 1ère ou terminal scientifiques.
- Maîtrise des notions de réactions nucléaires, radioactivité et rayonnements (module 1 ou équivalent)

VALIDATION

Feuille d'émargement Attestation de fin de formation

PROFILS DES FORMATEURS

Voir page 20 et 21

TARIF SESSION

530 EUR HT / stagiaire

OBJECTIFS:

- ✓ Connaître les principes d'interaction des rayonnements avec la matière.
- ✓ Appliquer ces mécanismes d'interaction à divers aspects : dimensionnement de protections, mesures nucléaires, évaluation des doses.

PROGRAMME

Module 2. Interactions: Principes d'interaction rayonnement-matière (α, β, y, n)

Principes d'interaction rayonnement-matière (IRM) :

- Interactions des particules chargées-matière et concept de parcours
- Interaction particules neutres (photon et neutrons) et concept de libre parcours moyen
- ▼ TD : application au calcul d'écran à l'aide d'outils de calculs spécifiques

Les principales applications à la mesure nucléaire :

- Concept de rendement
- Compteurs, ictomètres, spectromètres
- TD : mesures d'activité (simulation informatique)

METHODES	MOYENS	SUPPORTS
Cours Magistral	Diaporama du cours	Tome
Exposés	Tableur Excel	"Principes d'interactions
Travaux Dirigés (TD)		rayonnement-matière"



Modules 3 : Principes de détection

Principes de détection, mesures d'activités, spectrométrie

DUREE

1 jour \times 6.5h = 6.5 heures

ORGANISATION

Inter-entreprises Intra-entreprise

6 à 12 stagiaires

PUBLIC

Professionnel du secteur privé et public : personnels d'une entreprise utilisatrice ou conceptrice de détecteur

PRE-REQUIS

- Connaissances mathématique et physique 1ère ou terminal scientifiques.
- maîtrise des principes d'interaction rayonnementmatière (module 2 ou équivalent)

VALIDATION

Feuille d'émargement Attestation de fin de formation

PROFILS DES FORMATEURS

Voir page 20 et 21

TARIF SESSION

530 EUR HT / stagiaire

OBJECTIFS:

- Connaitre les principes de détection des appareils utilisés dans le domaine de l'instrumentation nucléaire.
- Calculer des rendements, des corrections de temps mort, de décroissance.
- Analyser les spectres issus d'une chaîne de spectrométrie gamma.

PROGRAMME

Module 3. Mesures : Principes de détection, mesures d'activités, spectrométrie

- Principes de fonctionnement des détecteurs,
- Approche globale de la détection,
- Rendement de détection,
- Applications et aspects pratiques,
- Correction de comptage,
- La spectrométrie gamma,
- Mesure d'activité.

METHODES	MOYENS	SUPPORTS
Cours Magistral Exposés Etude de cas	Diaporama du cours Tableur Excel	Tome "Principes de détection, mesures d'activité, spectrométrie"

Modules 4 : Dosimétrie & Radioprotection

Principes physiques, relation dose-activité Calculs de radioprotection, grandeurs opérationnelles et mesures

operationnelles et mesures

DUREE

1 jour x 6.5h = 6.5 heures

ORGANISATION

Inter-entreprises Intra-entreprise

6 à 12 stagiaires

PUBLIC

Professionnel du secteur privé et public : personnes qui ont besoin de comprendre l'impact d'un rayonnement en terme de dose ainsi que les grandeurs utilisées pour la caractériser.

PRE-REQUIS

- Connaissances mathématique et physique 1ère ou terminal scientifiques.
- Maîtrise des principes d'interaction rayonnement-matière (module 2 ou équivalent)

VALIDATION

Feuille d'émargement Attestation de fin de formation

PROFILS DES FORMATEURS

Voir page 20 et 21

TARIF SESSION

530 EUR HT / stagiaire

OBJECTIFS:

Comprendre les concepts de dose efficace et équivalente, les unités utilisées, les grandeurs opérationnelles, l'estimation des doses équivalente et de la dose efficace, les mesures d'ambiance et individuelle.

PROGRAMME

Module 4. Dosimétrie : principes physiques, relation dose-activité. Calculs de radioprotection, grandeurs opérationnelles et mesures.

Grandeurs Règlementaires

- Introduction sur les grandeurs de protection et la CIPR60,
- Les concepts de dose efficace et équivalente,
- Les facteurs de pondération,
- Les unités utilisées,
- Les limitations,
- Les grandeurs opérationnelles et l'ICRU57,
- L'estimation des doses équivalente et de la dose efficace,
- Les mesures d'ambiance et individuelle,
- Les conditions d'étalonnage.

METHODES	MOYENS	SUPPORTS
Cours Magistral	Diaporama du cours	Tome "Dosimétrie des
Exposés	Tableur Excel	Rayonnements Ionisants"
Etude de cas	Dosimex	



Module 5 : Incertitudes et Seuils de Décision

Seuils de Décision et limites de Détection appliqués à la Mesure Nucléaire

DUREE

 $2 \text{ jours } \times 6.5 \text{h} = 13 \text{ heures}$

ORGANISATION

Inter-entreprises Intra-entreprise

6 à 12 stagiaires

PUBLIC

Professionnel du secteur privé et public : personnes devant appréhender les limites et performance d'une technologie de mesure en terme de minimum détectable.

PRE-REQUIS

Première expérience dans le domaine de la mesure nucléaire et de la détection.

EVALUATIONS

Connaissances : QCM intranet

Formation: enquête

PROFILS DES FORMATEURS

Voir page 20 et 21

TARIF SESSION

1 020 EUR HT / stagiaire

OBJECTIFS:

- Comprendre la notion d'incertitude.
- Comprendre l'origine et les conséquences du problème rencontré à bas niveau de mesure
- Savoir calculer un seuil de décision et une limite de détection dans les cas pratiques usuels (comptage, spectrométrie, portique, radiamètre...)

PROGRAMME

Module 5. Incertitudes, Seuils de décision et Limites de Détection appliqués à la Mesure Nucléaire.

Jour 1:

Notions de Base

- Définition de l'incertitude et du test statistique d'hypothèse,
- L'origine des problèmes rencontrés à bas niveau de mesure,
- Les tests statistiques d'hypothèse,
- L'importance du Bruit de Fond

Jour 2:

Le calcul du seuil de décision dans un cas pratique,

Approfon dissement

- Les mesures simples ou multiples :
 - Exemple de cas pratique

Utilisation de la norme 11929

METHODES	MOYENS	SUPPORTS
Cours Magistral	Diaporama du cours	Tome "Seuils de décision et
Exposés	Tableur Excel	limites de détection appliqués à la mesure
Etude de cas et travaux dirigés		nucléaire"

Module 6: MCNP

Utilisation du code MCNP pour la résolution des problèmes de Radioprotection et de Détection

DUREE

 $2 \text{ jours } \times 6.5 \text{h} = 13 \text{ heures}$

ORGANISATION

Inter-entreprises Intra-entreprise

6 à 12 stagiaires

PUBLIC

Professionnel du secteur privé et public: personnes ayant concevoir des systèmes de charge ou de mesures à déterminer la nature et les épaisseurs d'écran de protection biologique.

PRE-REQUIS

Connaissance de base en interaction rayonnement matière (module 2 ou équivalent) et en spectrométrie gamma et détecteurs (module 3 ou équivalent)

VALIDATION

Feuille d'émargement Attestation de fin de formation

PROFILS DES FORMATEURS

Voir page 20 et 21

TARIF SESSION

1 020 EUR HT / stagiaire

OBJECTIFS:

Etre capable d'utiliser des codes de calcul de Monte Carlo (MCNP) pour des calculs de radioprotection et détection:

- Modéliser des scènes et faire des calculs de radioprotection.
- Optimiser les calculs,
- ✓ Déterminer la réponse théorique des détecteurs (GeHP, Nal,...) avec MCNP,
- Faire des calculs de détection neutron, gamma et alpha avec MCNP,
- ✓ Déterminer des épaisseurs d'écrans de protection.

PROGRAMME

Module 6. Codes: MCNP

Jour 1 : Partie Théorique

Base

Notions de

Approfondissement

- Introduction générale aux codes de Calcul
- Introduction à MCNP
- Définition des sources
- Définition des Tally

- Géométries complexes
- Interprétation des fichiers de sorties
- Calculs de débit de dose
- Tally spécifiques
- Exercices pratiques
- Définition des géométries

Jour 2 : Partie pratique

- ✓ MCNP Application aux calculs de radioprotection
- Application à la spectrométrie gamma
- Exercices pratiques GeHP, Nal(TI) Application au comptage neutronique
- Exercices pratiques He3
- Etude de cas réels
- Optimisation des calculs

METHODES	MOYENS	SUPPORTS
Cours Magistral	Diaporama du cours	Polycopiés
Exposés Travaux dirigés	Exercice sur PC avec MCNP, Microshield,	Manuel d'utilisation des codes

Module 7: Dosimex

Utilisation du code Dosimex pour la résolution des problèmes de Radioprotection

DUREE

 $2 \text{ jours } \times 6.5 \text{h} = 13 \text{ heures}$

ORGANISATION

Inter-entreprises Intra-entreprise

6 à 12 stagiaires

PUBLIC

Professionnel du secteur privé et public : personnes devant faire des calculs de radioprotection (calcul d'écrans, de dose et débit de dose, ...)

PRE-REQUIS

Maîtrise des principes de dose, de détection et détecteurs (module 1, 2 & 3)

VALIDATION

Feuille d'émargement Attestation de fin de formation

PROFILS DES FORMATEURS

Voir page 20 et 21

TARIF SESSION

1 020 EUR HT / stagiaire

OBJECTIFS:

Etre capable d'utiliser le code Dosimex pour des calculs de radioprotection :

- Comprendre le fonctionnement du code
- Faire des calculs de radioprotection
- Optimiser les calculs suivant différentes configurations
- Déterminer des épaisseurs d'écrans de protection.

PROGRAMME

Jour 1: Introduction

- Introduction générale au code de Calcul
- Les différentes fonctionnalités de Dosimex
- Calculs de radioprotection
- Calcul de contamination

Jour 2 : Partie pratique

- Calcul de protection autour de générateurs X médicaux et industriels
- Application NF C 15-160
- Gestion d'une source de Radium de forte activité
- Seringue au Technétium 99m et protection opérateur
- Contamination au Fluor 18
- Radioprotection dans un laboratoire de synthèse du FDG (Fluor 18)
- Gammagraphie
- ✓ Protection biologique d'une source de Californium 252 (neutrons +gamma)
- Ionisations alimentaires
- Source Strontium-Yttrium 90 de forte activité
- Analyse radioprotection d'un colis de déchets produit de fission (CSDV)

METHODES	MOYENS		S	UPPORTS			
Cours Magistral	Diaporam	a du d	cours		Polycopi	és	
Exposés Travaux dirigés	Exercice Dosimex	sur	PC	avec	Manuel codes	d'utilisation	des

Module 8 : Spectrométrie Gamma Introduction

DUREE

5 jours x 6.5h = 32.5 heures

ORGANISATION

Inter-entreprises Intra-entreprise

6 à 12 stagiaires

PUBLIC

Professionnel du secteur privé et public

PRE-REQUIS

Connaissances mathématiques et physique 1ère ou terminal scientifiques.

VALIDATION

Feuille d'émargement Attestation de fin de formation

PROFILS DES FORMATEURS

Voir page 20 et 21

TARIF SESSION

2 200 EUR HT / stagiaire

OBJECTIFS:

- Comprendre le concept de table d'émission associé à chaque radionucléide
- Comprendre la construction d'un spectre gamma (aspect impulsionnel, comptage vs énergie etc..).
- ✓ Savoir étalonner une chaine en énergie et en rendement
- Savoir identifier un radionucléide
- ✓ Savoir mesurer l'activité d'un radionucléide à partir d'un spectre

PROGRAMME:

JOUR 1 (COURS): rappel de radioactivité. Schéma de désintégration et table d'émission (utilisation du site Laraweb). TD construction (papier) d'un spectre théorique d'émission à partir des données nucléaires (Ba 133). Approche élémentaire de l'interaction photon-matière (TD)

Jour 2 (Cours): Concept de rendement : total, d'absorption totale. Lien avec l'interaction photonmatière. Effet de distance, calcul d'écran. Courbe de rendement avec TAGE (si possible en modélisant le détecteur utilisé en TP, avec les énergies utilisés). Introduction aux effets probabilistes (fluctuation aléatoires des surfaces, etc...)

JOUR 3 (TP): Mise en œuvre d'une chaine de spectrométrie gamma. Réglages Haute Tension, réglages des électroniques, contrôle du refroidissement. Acquisition de spectre élémentaire (Cs 137, Co 60). Discussion et analyse des différentes parties du spectre (pic, surface brute, nette, Compton, X etc...). Mise en évidence des paramètres influents : durée de comptage, gain, distance, écran...

JOUR 4 (TP): étalonnage en énergie, en rendement et en résolution. Création de certificat d'étalonnage. Introduction aux effets de coïncidence avec Co 60 (à titre de sensibilisation). Mesure d'activité, répétition des mesures, incertitude associés à une mesure unique. Création d'un fichier bruit de fond et construction d'une table isotope.

JOUR 5 (SYNTHESE): Mise en situation des stagiaires : mise en œuvre complète d'une chaine, étalonnages, mesures d'activité, et incertitude associé. Construction conjointe d'une fiche opérationnelle. Analyse de spectre préenregistré.

METHODES	MOYENS	SUPPORTS
Cours Magistral	Diaporama du cours	Copies des transparents
Exposés	Tableur Excel	
Etudes de cas	Chaîne de mesure	
	Travaux Dirigés (TD)	
	Travaux Pratiques (TP)	

Module 9 : Spectrométrie Gamma

Fonctions Avancées

DUREE

5 jours x 6.5h = 32.5 heures

ORGANISATION

Inter-entreprises Intra-entreprise

6 à 12 stagiaires

PUBLIC

Professionnel du secteur privé et public.

PRE-REQUIS

De préférence avoir suivi la session Introduction à la Spectrométrie Gamma ou équivalent.

Connaissances mathématiques et physique 1ère ou terminal scientifiques.

VALIDATION

Feuille d'émargement Attestation de fin de formation

PROFILS DES FORMATEURS

Voir page 20 et 21

TARIF SESSION

2 200 EUR HT / stagiaire

OBJECTIFS:

L'objectif de cette formation est d'une part de comprendre l'origine de certains problèmes pouvant apparaître en spectrométrie gamma et susceptibles de rendre plus complexe et délicate l'analyse des spectres, et d'autre part d'aborder les méthodes et solutions diverses permettant de résoudre ces problèmes, pour l'essentiel :

- ✓ Pb 1 : maitrise des rendements de mesures et des incertitudes associées. Réduction par la répétition de mesures (environnement)
- ✓ Pb 2 : Mesures à bas niveaux (traces) : résolution par l'approche incertitude et par l'approche test statistiques (SD/LD)
- ✓ Pb 3 : Spectres complexes (multi-radionucléides, multi-raies) : utilisation de bibliothèques adaptées
- ✓ Pb 4 : Interférences de pics : méthode de déconvolution
- ✓ Pb 5 : Problème de coïncidence : utilisation de logiciels adaptés
- ✓ Pb 6 : Mesures isotopiques dans les actinides : utilisation de logiciels adaptés
- Cette formation s'appuie sur des spectres gamma préenregistrés et ne nécessite aucune chaine de spectrométrie

PROGRAMME:

Jour 1(PB1) Rendement de comptage : approche statistique et approche probabiliste fondées sur l'interaction photon-matière. Modélisation et paramètres influents (de l'origine des incertitudes de types B). TD avec la version pédagogique de TAGE (analyse d'impact des paramètres influents) +TD approche modélisation probabiliste (premier aperçu de rendements de coïncidences). Bilan d'incertitudes (TD avec simulateur de comptage). Répétition de mesures, moyenne pondérée et incertitude associée. Application à un spectre gamma(TD)

JOUR 2 (PB2): Mise en évidence du problème avec simulateur de comptage.

Approche incertitude : intervalle de confiance tronquée, probabilité pour un échantillon d'être nonradioactif. Importance du concept de valeur maximale haute.

Approche seuil de décision/limite de détection : principe des tests statistique, mise en œuvre. Limite de détection imposée : application à la spectrométrie gamma, optimisation

Jour 3 (PB3): Analyse de spectre complexes avec et sans bibliothèques adaptées. Réalisation d'une bibliothèque adaptée à partir d'un jeu de spectres de divers radionucléides isolées et applications à divers spectres de mélange. TD de synthèse sur un spectre de pechblende. Première approche des problèmes d'interférences (le186 keV par exemple)

Module 9 : Spectrométrie Gamma

Fonctions Avancées

..... suite

JOUR 4 (PB4 + PB 5): Mise en évidence du problème d'interférence : TD détection d'une interférence et importance de la résolution. Méthode de déconvolution et test de qualité (Khi-2). Mise en œuvre sur un spectre de produit de fission. Retour sur le 186 keV

Physique de la coïncidence : analyse du schéma du Cs 134 (concept d'intensité d'émission en coïncidence. Calculs simples de rendement de coïncidence, ordres de grandeurs, effet d'éloignement. Application à un spectre de Cs 134 et sa courbe de rendements

JOUR 5 (PB5 SUITE + PB 6): Correction de coïncidence suite : utilisation conjointe de TAGE et d'ETNA.

Présentation d'IGA (et MGA) et mise en œuvre sur des spectres d'actinides.

METHODES	MOYENS	SUPPORTS
Cours Magistral	Diaporama du cours	Copies des transparents
Exposés	Tableur Excel	
Etude de cas	Travaux Dirigés (TD)	

Module 10 : Spectrométrie Alpha Introduction

DUREE

 $4 \text{ jours } \times 6.5 \text{h} = 26 \text{ heures}$

ORGANISATION

Inter-entreprises Intra-entreprise

6 à 12 stagiaires

PUBLIC

Professionnel du secteur privé et public utilisant la spectrométrie Alpha.

PRE-REQUIS

Connaissances mathématiques et physique 1ère ou terminal scientifiques.

VALIDATION

Feuille d'émargement Attestation de fin de formation

PROFILS DES FORMATEURS

Voir page 20 et 21

TARIF SESSION

1 960 EUR HT / stagiaire

OBJECTIFS:

- ✓ Comprendre le concept de table d'émission associé à chaque radionucléide
- Comprendre la construction d'un spectre Alpha (aspect impulsionnel, comptage vs énergie etc..).
- Savoir étalonner une chaine en énergie et en rendement
- Savoir identifier un radionucléide
- Savoir mesurer l'activité d'un radionucléide à partir d'un spectre Alpha
- Savoir Utiliser le logiciel de spectrométrie Alpha
- Savoir-faire une déconvolution en spectrométrie Alpha

PROGRAMME:

JOUR 1 (COURS): rappel de radioactivité. Schéma de désintégration et table d'émission (utilisation du site Laraweb). Principe d'interaction des particules chargées avec la matière. Les différentes électroniques de mesure, présentation du rendement.

Jour 2 (Cours et TD): le principe de la déconvolution d'un spectre Alpha, analyse d'un spectre. Principe du logiciel de Spectrométrie Alpha : VisuAlpha

Jour 3 (Cours ET TD): Utilisation du logiciel VisuAlpha:

- Réglages,
- Etalonnage en énergie et rendement
- Création d'un traceur et utilisation
- Calcul de LD et d'activité

Jour 4 (TD): Mise en situation des stagiaires : mise en œuvre complète d'une mesure, étalonnages, mesures d'activité, et incertitude associé. Construction conjointe d'une fiche opérationnelle. Analyse de spectre préenregistré, feuille sortie de résultats...

METHODES	MOYENS	SUPPORTS
Cours Magistral	Diaporama du cours	Copies des transparents
Exposés	Tableur Excel	
Etude de cas	Travaux Dirigés (TD)	

Module 11 : Spectrométrie Alpha

Travaux pratique

DUREE

 $4 \text{ jours } \times 6.5 \text{h} = 26 \text{ heures}$

ORGANISATION

Inter-entreprise

4 à 8 stagiaires

PUBLIC

Professionnel du secteur privé et public.

PRE-REQUIS

Connaissances mathématiques et chimie et avoir suivi le module n°10 ou équivalent.

VALIDATION

Feuille d'émargement Attestation de fin de formation

PROFILS DES FORMATEURS

Voir page 20 et 21

TARIF SESSION

2 500 EUR HT / stagiaire

OBJECTIFS:

Mettre en application le module 10 sur des travaux pratiques incluant la séparation chimique des alpha :

- ✓ Comprendre les principes chimiques de séparation
- Création d'un échantillon Alpha (électrodéposition, filtre)
- ✓ Conception d'une chaine de mesure
- Acquisition d'un spectre alpha
- Analyse d'un spectre Alpha et interprétation

PROGRAMME:

Jour 1 (cours) : Principe de séparation isotopique, constitution d'une chaine de spectrométrie Alpha et rappel sur le logiciel Alpha.

Jour 2 (TP): Travaux pratique en Chimie , préparation d'un échantillon

Jour 3 (TP): Réglage d'une chaine de mesure, Mesure d'un échantillon

JOUR 4 (SYNTHESE) : Mise en situation des stagiaires : mise en œuvre complète d'une mesure de la préparation d'échantillon à la mesure en passant par le calcul des incertitudes de mesure.

METHODES	MOYENS	SUPPORTS
Cours Magistral	Diaporama du cours	Copies des transparents
Exposés	Tableur Excel	
Etude de cas	Travaux Pratiques (TD)	



Module 12 : Module Neutron Introduction

DUREE

 $4 \text{ jours } \times 6.5 \text{h} = 26 \text{ heures}$

ORGANISATION

Inter-entreprises Intra-entreprise

6 à 12 stagiaires

PUBLIC

Professionnel du secteur privé et public.

PRE-REQUIS

Connaissances mathématiques et physique 1ère ou terminal scientifiques.

VALIDATION

Feuille d'émargement Attestation de fin de formation

PROFILS DES FORMATEURS

Voir page 20 et 21

TARIF SESSION

2 200 EUR HT / stagiaire

OBJECTIFS:

Cette formation aborde les principaux aspects théoriques et pratiques de la mesure neutronique passive. Elle présente les caractéristiques des émissions neutroniques utilisables dans le cadre d'une mesure déchets ou combustibles, les technologies de détection utilisables (détecteurs et électroniques), les techniques de comptage total ou en coïncidence, la modélisation MCNP d'une cellule de mesure hexagonale.

PROGRAMME:

- Introduction à la mesure neutronique : Une mesure neutronique : pour quoi faire ?, Interaction du neutron avec la matière, Ralentissement et modération, Réactions principales associées à la détection, Synthèse sur les différents types de détecteurs neutroniques, Exemples de termes source alpha-n, fission spontanées, multiplication, Valeurs émissions neutroniques isotopes courants pour alpha-n et FS
- DdD neutron et radioprotection : Calculs simples de radioprotection avec Am-Be et Cf252, Radiametres
- Les mesures neutroniques passives : But, Comptage total. Performances et limitations, Comptage en coïncidence. Performances et limitations
- Technologies des détecteurs gazeux : Principe, Régions de fonctionnement, Chambre d'ionisation et compteurs proportionnels, Détecteurs 3 He et BF3. Avantage / Inconvénients, Sensibilités, effets de parois, impact de la HT, impact du DdD
- Les électroniques : Amplis de charge et Amplis de courants
- Points sensibles pour la mise en œuvre
- Modélisation MCNP d'une cellule de mesure hexagonale

METHODES	MOYENS	SUPPORTS
Cours Magistral	Diaporama du cours	Copies des transparents
Exposés	Tableur Excel	
Etude de cas	Travaux Dirigés (TD)	

Module 13: Module Neutron

Fonctions Avancées

DUREE

4 jours x 6.5h = 26 heures

ORGANISATION

Inter-entreprises

4 à 8 stagiaires

PUBLIC

Professionnel du secteur privé et public.

PRE-REQUIS

Ayant suivi le module n°12.

VALIDATION

Feuille d'émargement Attestation de fin de formation

PROFILS DES FORMATEURS

Voir page 20 et 21

TARIF SESSION

2 200 EUR HT / stagiaire

OBJECTIFS:

Cette formation met en pratique le module n°12 par des cas concrets. Les stagiaires devront :

- Modéliser une cellule neutronique et en déterminer les rendements totaux et en coïncidences
- ✓ Mettre en service une cellule neutronique (plateaux, rendement théorique, ...)
- Faire des acquisitions dans différentes configurations et déterminer les activités le MPu240-eq
- Faire les calculs d'incertitudes et regrouper les résultats avec des calculs d'isotopie.

PROGRAMME:

Jour 1 (cours): Exposé du problème, simulation de la cellule neutronique.

JOUR 2 (TP): Mise en service de la cellule neutronique, mesure des plateaux et étalonnage en rendement, cas de mesure d'une source de Cf252 et décroissance.

Jour 3 (TP): Mesure de plusieurs échantillons et calculs des Masse de Pu240 éq et incertitudes.

JOUR 4 (SYNTHESE): Mise en situation des stagiaires : mise en œuvre complète d'une mesure, calcul de la masse de matière fissile, impact de la matrice, utilisation de résultats d'isotopie gamma.

METHODES	MOYENS	SUPPORTS
Cours Magistral	Diaporama du cours	Copies des transparents
Exposés	Tableur Excel	
Etude de cas	Travaux Pratiques (TP)	

LES MODALITES D'ADAPTATION VALIDATION et APPRECIATION

Modalités d'adaptation :

Toute demande de formation fait l'objet d'un entretien entre le client et l'un des formateurs Safe Technologies afin de valider l'adéquation besoin / formation proposée. Le contenu de nos formations peut-être adapté en fonction des objectifs attendus par le client et par ses stagiaires.

Sont soumis à adaptation :

- Les lieux de la formation : sur lieu de travail, salles de formation, notre laboratoire.
- La durée de formation fonction des objectifs d'approfondissement souhaités,
- Les horaires de formation, pauses, lieu et conditions de restauration pour le meilleur accueil des stagiaires,
- La taille des groupes (de 6 à 12 stagiaires habituellement),
- Le type de formation : intra ou inter entreprise.

Validation de l'action de formation

Les actions formations sont validées par :

- Une feuille collective d'émargement signée par les stagiaires par demi-journée et contresignée par le formateur.
- Une attestation individuelle de formation mentionnant les objectifs, la nature et la durée de la formation, et les résultats des acquis de la formation.

Appréciation de l'action de formation

L'appréciation des résultats doit permettre d'observer si le stagiaire a atteint ou non l'objectif de l'action. Le formateur s'assure de l'acquisition des notions enseignées par des jeux de questions – réponses tout au long des journées de formation et par les études de cas ou travaux dirigés proposés. En fin de session, le stagiaire s'autoévaluera sur les atteintes des objectifs pédagogiques.

Enfin, nous mesurons votre satisfaction sur l'action de formation au travers de votre appréciation sur le contenu pédagogique (les moyens, supports et méthodes) ainsi que les qualités pédagogiques du formateur.

Les Formateurs

Safe Technologies

Olivier DIEUDONNE

Ingénieur en physique nucléaire et Instrumentation

Ancien Directeur de Safe Technologies, Olivier a passé la majeure partie de sa carrière dans le nucléaire. Il a tout d'abord intégré Technicatome et a été en charge du développement de Contrôle Commande de réacteurs de Propulsion Navale avant de prendre la responsabilité du Centre de Formation.

Il a ensuite rejoint le CEA pour diriger un Service d'Instrumentation Nucléaire avant d'assurer la Direction Technique de Synodis-Mirion.

Formation : Ecole Nationale Supérieure d'Electrotechnique et Génie Physique de Grenoble INSTN : Génie Atomique

Vincent GIRIBALDI

Ingénieur d'études et de recherche nucléaire Mesure nucléaire / Radioprotection / Modélisation

Directeur du Pôle Solutions de Mesure et Caractérisation de Veolia Nuclear Solutions qui intègre Safe Technologies ainsi que le Laboratoire d'Astéralis à Chasse sur Rhône.

Vincent s'est spécialisé d'une part dans la mise en œuvre de systèmes de mesure nucléaire basés sur la spectrométrie et d'autre part sur les calculs et modélisations par codes de Monte Carlo.

Il était auparavant en charge, au sein de Synodis-Mirion, d'actions de R&D produits et des tests associés.

Formation : Diplôme de Recherche Technologique (DRT), D.E.S.S Physique et Technologies des Rayonnements, Diplôme d'ingénieur maître en Génie des Systèmes Industriels.

Alain VIVIER

Formateur en Physique Nucléaire

Alain dispose d'une forte expérience dans la formation en tant qu'ancien enseignant à l'Ecole des Applications militaires de l'Energie Atomique (1990-1998) et à l'INSTN/Saclay (2000-2019).

Il a également été chef de groupe radioprotection (Ateliers Plutonium/Cadarache, 1998-2000) et ancien responsable du GT 11 de la CETAMA (incertitudes et seuil de décision, 2005-2017). Il est Co-créateur des codes Dosimex.

Formation : EAMEA Cherbourg Génie Atomique, option « Armes », INSTN diplôme d'Ingénieur en Génie Atomique.

Les Formateurs

Safe Technologies

Philippe BERNARD

Expert en Mesure Nucléaire

Actuellement Responsable des Groupe Etude de Safe Technologies, Philippe était gérant de la société Philamen ainsi qu'ancien Chef de Laboratoire de Mesure Nucléaire du CEA de Cadarache.

Il a tout d'abord intégré l'INSTN de Cadarache pour l'élaboration, l'organisation et le suivi des programmes de formation, il a ensuite intégré la société SGN entant qu'ingénieur mesure nucléaire pour enfin rejoindre le CEA de CADARACHE.

Formation : Génie Atomique de l'INSTN de Cadarache

Benoit PIGEON

Ingénieur d'études et de recherche nucléaire Mesure nucléaire / Radioprotection / Modélisation

Benoit est actuellement Responsable de la Région Nord de Safe Technologies, Benoit est passé par plusieurs laboratoires COFRAC du CEA (Laboratoire RadioAnalyse Bas Niveau, Laboratoire Déchets Mesures, ...) avant de rejoindre Safe Technologies en 2018. Benoit à acquit plusieurs compétences utiles pour la formation : auditeur interne ISO17025 et ISO9001, correspondant COFRAC, ...)

Formation : Ingénieur en instrumentations nucléaire.

Nabil DEHBI

Responsable Laboratoire Veolia Nuclear Solutions

Nabil a créé et suivi l'accréditation COFRAC de 11 procédés de mesure du laboratoire de radiochimie de Veolia Nuclear Solutions. Nabil a commencé sa carrière au laboratoire du CNESTEN pour ensuite intégrer Veolia en 2012. Il Dirige actuellement le laboratoire et est le référent sur la majorité des protocoles de mesure (Alpha, Gamma,)

Formation : Ingénieur Chimiste avec un doctorat en Physique



Safe Technologies

Intervient dans les secteurs :

L'Industrie

Centre de Recherche Laboratoires Chauds Démantèlement CNPE

La Santé

Centre Hospitalier Fournisseurs Radio-Isotopes

L'Environnement

Centre d'Enfouissement Station de retraitement Gestion de l'eau







Tel: +33 (0) 9 61 48 35 11

Fax: +33 (0)4 42 38 00 13

www.safetechnologies.fr

contact@safetechnologies.fr

Safe Technologies

BP20105

13793 Aix en Provence Cedex 3

Pour l'Industrie, la Santé & l'Environnement.