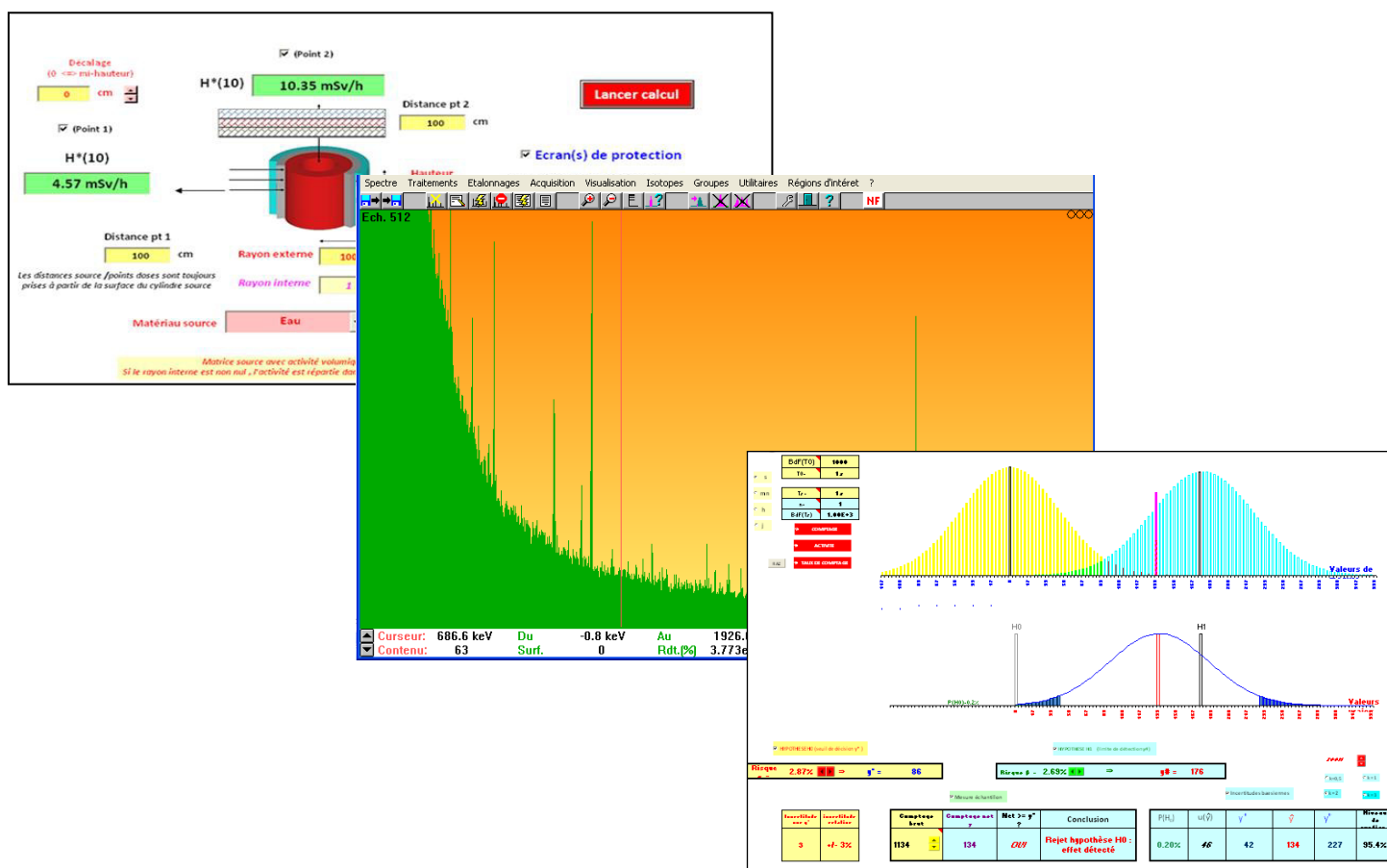




## CATALOGUE FORMATIONS INTRA DOSIMEX 2020



## FORMATION 1 : UTILISATION OPÉRATIONNELLE DES CODES DOSIMEX

### OBJECTIFS

- **Objectif principal** : savoir mettre en œuvre les codes Dosimex pour répondre à une problématique donnée.

L'objectif principal est réalisé en intégrant l'utilisation des codes dans l'analyse de problèmes réalistes de radioprotection.

Les objectifs annexes dans la gestion des risques radiologiques qui seront étudiés sont :

- Analyser la nature des sources de rayonnements (gamma, X, rayonnement de freinage, bêtas, neutrons)
- Identifier la nature des risques radiologiques : exposition externe gamma, bêta ou neutrons; exposition interne, contamination..
- Recueillir les paramètres pertinents permettant d'utiliser le code adapté dans le pack Dosimex 3.0
- Analyser les résultats vis à vis de la réglementation
- Pouvoir dimensionner des protections adaptées

Ces diverses études permettent aussi de revenir sur les grandeurs essentielles utilisées en radioprotections : grandeurs opérationnelles, grandeurs de protections, facteur d'atténuation, libre parcours moyens, build-up, les diverses valeurs repères rencontrés dans la problématique de contamination atmosphérique...

Certains exemples permettront aussi aux participants de s'approprier les outils pédagogiques contenus dans le pack Dosimex pouvant être utilisés dans des actions de formations.

### CONTENU

Présentation du pack DOSIMEX 3.0 et prise en main à partir de cas réalistes dont la liste peut être modulée en formation intra suivant les besoins spécifiques du demandeur. Ci-dessous à titres d'exemples quelques thématiques abordées :

- ❖ Gammagraphie
- ❖ Ionisation alimentaire
- ❖ 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)
- ❖ Protection biologique d'une source de Californium 252 (neutrons +gamma)
- ❖ Source Strontium-Yttrium 90 de forte activité
- ❖ Analyse radioprotection d'un colis de déchets produit de fission ( CSDV)
- ❖ Calcul de protection autour de générateurs X médicaux et industriel
- ❖ Application de la norme NF C15-160 (2018)

**PUBLIC**

Ingénieurs de sécurité, ingénieurs d'études.

Techniciens et techniciens supérieurs en radioprotection. PCR.

Médecins nucléaires, radiologues.

**PRÉ-REQUIS**

Connaissance et pratiques des principes élémentaires de la radioprotection.

**DURÉE CONSEILLÉE** : 2 jours sur site

**PRIX FORFAITAIRE**: 2 700 € HT pour un groupe de 4 à 8 stagiaires

**CLÉS DOSIMEX** : la mise en œuvre de ces TD nécessitent l'utilisation d'une clé Dosimex par poste. Si les stagiaires ne possèdent pas déjà cette clé, elles pourront être au choix :

- ✓ Prêtées pour la durée de la formation
- ✓ Achetées afin que chaque stagiaire la conserve après la formation. Nous proposons dans ce cas particulier un prix de groupe « formation » avec une réduction de 50 %, soit un prix unitaire de 112 € H.T.

## FORMATION 2 : INCERTITUDE, SEUIL DE DÉCISION ET LIMITE DE DÉTECTION EN MESURE NUCLÉAIRE

### OBJECTIFS

- Comprendre le concept d'incertitude associée à une mesure au sens du GUM (*Guide pour l'expression des incertitudes de mesures*)
- Savoir l'appliquer aux cas des mesures nucléaires
- Savoir gérer le cas des mesures multiples (répétitions, ictomètres, capteurs multiples, bilans...)
- Comprendre l'origine et les conséquences du problème rencontré dans les mesures à bas niveau.
- Connaître le principe des tests statistiques d'hypothèse, (*cadre dans lequel s'élabore le concept de seuil associé à un risque alpha*).
- Savoir calculer un seuil de décision et une limite de détection dans les cas pratiques usuels notamment en spectrométrie gamma
- Savoir analyser la réponse apportée par la mise en œuvre de ce test
- Objectif final : Comprendre la norme ISO 11929

### CONTENU TYPE (MODULABLE)

#### PARTIE 1 : INCERTITUDE DE MESURE

- Emergence de l'incertitude dans l'acte de mesure et de modélisation (sous forme de TD simulé)
- Les propriétés élémentaires des variables aléatoires et introduction aux méthodes de Monte-Carlo.
- Propagations des incertitudes par méthode déterministe (GUM) et Monte-Carlo (outils de calcul spécifiques fournis)
- Incertitude de type A et de type B : analogies et différences

#### PARTIE 2 : SEUIL DE DÉCISION

- **Introduction expérimentale à la problématique** : Comptage net à bas niveau, incertitude associée et nécessité d'une aide à la décision.
- **Éléments du problème**: variable de Poisson, dispersion de mesure, incertitudes et lois associées, introduction à la méthode bayésienne (*préconisée dans la norme ISO 11929*)
- **Un élément de la solution** : approche bayésienne du concept d'incertitude sur les comptages bruts
- **La solution** : Construction du seuil de décision dans le cadre des tests statistiques d'hypothèse, concept, de risque d'erreur de première espèce (alpha) et de seconde espèce (bêta).
- **La mise en œuvre** : Logique d'utilisation du seuil de décision, de la limite de détection et de la limite de quantification.
- **TD d'application à partir de comptages (simulation)**

### PARTIE 3 : PARAMÈTRES INFLUENTS ET OPTIMISATION.

- Expression du seuil de décision et de la limite de détection en termes d'activité ou de taux de comptage
- Mise en évidence des paramètres influents
- Incertitude sur le rendement et impact sur la limite de détection.
- Optimisation des temps de comptage
- TD d'application : mesures multiples d'un échantillon

### PARTIE 4: SEUIL DE DÉCISION DANS LE CAS DE LA SPECTROMÉTRIE GAMMA

- Méthode d'estimation du bruit de fond en spectrométrie gamma et conséquences
- Optimisation des marquages
- Cas du radioélément présent dans le bruit de fond ambiant
- Cas des émetteurs multigamma

### PARTIE 5: SEUIL DE DÉCISION DANS LE CAS DES ICTOMÈTRES

- Propriétés statistiques particulières des taux de comptages
- Seuil de décision théorique avec les ictomètres
- Les difficultés d'applications « terrains »
- Solutions possibles

### PARTIE 6 : LA NORME ISO 11929 EN TROIS POINTS.

- **Le seuil de décision selon la norme** : ce qui change et ce qui ne change pas
- **La limite de détection selon la norme** : prise en compte de l'incertitude sur les facteurs de conversion (rendements...)
- **Les intervalles de confiance selon la norme** : intérêt et puissance de l'approche bayésienne.

*Nota : la norme 11929 ne sera évoquée qu'à la fin de la formation, mais restera toujours en filigrane sur toute la durée de celle-ci.*

### PUBLIC

Techniciens, métrologues, ingénieurs confrontés à ce type de problème, notamment dans les laboratoires de surveillance de l'environnement.

### PRÉ-REQUIS

Pratique courante de la mesure nucléaire.

**DURÉE CONSEILLÉE** : 3 jours sur site

**PRIX FORFAITAIRE**: 4 050 € HT pour un groupe de 4 à 8 stagiaires

## FORMATION 3 : FONCTIONS DE BASE EN SPECTROMÉTRIE GAMMA

### OBJECTIFS

- Comprendre le concept de table d'émission associé à chaque radionucléide
- Comprendre la construction d'un spectre gamma (*aspect impulsional, comptage vs énergie etc..*).
- Savoir étalonner une chaîne en énergie et en rendement
- Savoir identifier un radionucléide
- Savoir mesurer l'activité d'un radionucléide à partir d'un spectre expérimental et exprimer une incertitude associée.

### CONTENU

**Cours 1** : rappel de radioactivité. Schéma de désintégration et table d'émission gamma (*utilisation du site Laraweb*). Approche élémentaire de l'interaction photon-matière. Principe de formation de spectre gamma

**TD 1** : Etalonnage en énergie et analyse qualitative de spectres élémentaires enregistrés avec le logiciel Visu-gamma 8 (*prêté pour la durée du stage*).

**Cours 2** : Rendement total et d'absorption totale. Facteurs influents (*distance, dimension détecteur et source...*), ordres de grandeurs (*TD avec une version pédagogique du code TAGE*). Introduction pratique au concept d'incertitude sur simulateur aléatoire. Initiation au code TAGE

**TD 2** : étalonnage en énergie, création de certificat d'étalonnage. Calculs d'activité et d'incertitude associés sur spectres enregistrés.

### PUBLIC

Techniciens, métrologues, ingénieurs débutant en spectrométrie gamma.

### PRÉ-REQUIS

Aucun

**DURÉE CONSEILLÉE** : minimum 2 jours sur site

**PRIX FORFAITAIRE**: 2 700 € HT pour un groupe de 4 à 8 stagiaires

Nota : une formation analogue mais incluant des travaux pratiques avec détecteurs et sources est proposée par Safetechnologies en mode inter ou intra sur une durée de 5 jours ([voir catalogue Safetechnologies](#))

## FORMATION 4 : FONCTIONS AVANCÉES EN SPECTROMÉTRIE GAMMA

### 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 :

- **Pb 1** : maîtrise 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, multigamma) : utilisation de bibliothèques adaptées
- **Pb 4** : Interférences de pics : méthode de déconvolution.
- **Pb 5** : Problème de coïncidence : utilisation de logiciels adaptés

La formation s'appuie sur des spectres gamma pré-enregistrés et ne nécessite aucune chaîne de spectrométrie. Ces spectres sont analysés avec le logiciel de spectrométrie Visu gamma 8, prêté pour la durée du stage. D'autres codes tels que TAGE et ETNA seront eux aussi utilisés et mis à disposition des stagiaires

### PROGRAMME DE PRINCIPE

**JOUR 1(PB1):** Rendement de comptage : approche statistique et approche probabiliste fondées sur l'interaction photon-matière. TD approche modélisation probabiliste (*premier aperçu de rendements de coïncidences*).

**JOUR 2 (PB2):** Mise en évidence du problème des mesures à bas niveau avec simulateur de comptage. Résolution par l'approche incertitude puis par l'approche **seuil de décision/limite de détection** .

**JOUR 3 (PB3):** Analyse de spectre complexes avec et sans bibliothèque adaptée. Réalisation d'une bibliothèque adaptée . TD de synthèse sur un spectre de pechblende.

**JOUR 4 (PB4 ):** 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).

**JOUR 5 ( PB5 ):** Physique de la coïncidence. 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. Mise en œuvre de logiciels de correction.

**PUBLIC ET PRÉ-REQUIS**

Techniciens, métrologues, ingénieurs ayant une bonne pratique de la spectrométrie.

**DURÉE CONSEILLÉE** : 5 jours sur site

**PRIX FORFAITAIRE**: 6 750 € HT pour un groupe de 4 à 8 stagiaires.