



**MIRION**  
TECHNOLOGIES



SOLUTIONS POUR

# La réussite des projets de démantèlement





# Nous comprenons vos défis

## Chaque projet de démantèlement a des exigences et des caractéristiques différentes

En 2016, Mirion et Canberra ont uni leurs forces pour devenir un fournisseur de premier plan de solutions de mesure des rayonnements et d'imagerie pour l'industrie nucléaire.

Notre objectif : **soutenir les clients impliqués dans des projets de démantèlement.**

Nos équipes d'experts, reconnues internationalement, combinent leur savoir-faire en matière d'applications avec une large gamme de produits et de systèmes Mirion. Grâce à cette combinaison, nous sommes en mesure de fournir des solutions qui aident les clients à relever les défis complexes auxquels ils sont confrontés à toutes les étapes du cycle de vie de leurs projets.

Nous développons des équipements, des outils et des méthodologies avancés et innovants qui répondent à vos besoins ou les dépassent, en nous concentrant directement sur les critères de réussite de votre projet de démantèlement. Qu'il s'agisse d'accélérer le démantèlement du site, de minimiser les volumes de déchets ou de réduire leurs coûts de gestion, nous pouvons vous aider à atteindre vos objectifs.

Notre offre flexible couvre une large gamme de besoin, allant des équipements prêts à l'emploi aux solutions sur mesure. Nous proposons également des services de soutien et mettons à disposition des ressources scientifiques et techniques dédiées sur site.

# Mesures et solutions d'expertise

## Partenariats pour des mesures nucléaires plus efficaces et plus rentables

### Conception et réalisation de systèmes sur mesure

En partant d'une spécification de besoin fonctionnelle, conception-réalisation complète et sur-mesure de systèmes jusqu'à leur intégration sur site et leur qualification.

### Conseils d'experts

Études techniques et de faisabilité pour apporter un soutien à la gestion des déchets et des stratégies d'investigations, préparation et assistance à la qualification de systèmes existants, mise à niveau de systèmes non destructifs, formation au système.

### Développement de méthodes

Meilleures approche, pratiques et méthodologie pour atteindre les objectifs du client.

### Prestations de mesure sur site et rapports de caractérisation

Large gamme de services sur site, allant des études de débit de dose et d'imagerie gamma à la spectroscopie gamma complexe et aux mesures neutroniques. Certains de nos instruments et systèmes sont disponibles en location.

### Procédures de mesure

Instructions d'utilisation, documentation et formation pour fournir aux exploitants des méthodes approuvées par l'assurance qualité.

### Assistance à l'exploitation des systèmes

Amélioration du fonctionnement de vos systèmes non destructifs avec l'aide de nos experts, en fournissant des systèmes d'analyse et d'essais pour les campagnes de mesure.

### Examen des données par des experts

Examen physique des résultats des systèmes d'essai par des experts avec des examens de l'assurance qualité et des études de cas.

### Service d'étalonnage des systèmes

Étalonnage initial ou annuel des systèmes installés, qualification et certification des systèmes.





# Exemples de nos solutions pour le démantèlement

Partout dans le monde, des efforts majeurs sont déployés pour assainir et démanteler les premières installations de R&D, les centrales nucléaires de première génération, ainsi que les installations de fabrication d'armes et de combustibles. Ces initiatives sont menées dans le strict respect de la réglementation en vigueur, incluant également les réacteurs de recherche.

## Caractérisation de site..... 6-11

Avant le démantèlement d'une installation nucléaire, une caractérisation complète du site peut être effectuée afin d'identifier les coûts et les risques associés au D&D. A cet effet, une modélisation initiale de différents scénarios peut avoir lieu afin de planifier correctement les opérations qui seront déployées pendant le projet.

- Études de grandes surfaces extérieures
- Mesures sous-marines
- Analyse des murs et sols en béton
- Caractérisation de grandes structures et de composants

## Soutiens aux opérations ..... 12-16

Au cours du processus de démantèlement, les matériaux et autres objets devront faire l'objet d'une quantification radioactive. La cartographie radiologique peut également être nécessaire dans certaines zones pendant le processus de démolition. Mirion peut fournir des outils et des procédures radiologiques qui permettent un tri et une caractérisation efficaces des déchets avant leur expédition.

## Protection des travailleurs .....17

Un programme de santé et de sécurité proactif et complet est essentiel pour protéger la santé des employés, maintenir les principes ALARA et éviter les accidents évitables et coûteux tout au long du projet de démantèlement. Mirion offre une large gamme de solutions éprouvées sur le terrain pour protéger le personnel.



Caractérisation de site				Soutiens aux opérations			Protection des travailleurs	
RELEVÉS DE GRANDES ZONES EXTÉRIEURES	MESURES SOUS-EAU	MURS ET SOLS EN BÉTON	SYSTÈMES, STRUCTURES ET COMPOSANTS	TRI DES SOLS	LABORATOIRES	CARACTÉRISATION DES DÉCHETS	SURVEILLANCE ATMOSPHÉRIQUE	CONTRÔLE DE LA CONTAMINATION

**Produits et systèmes**

Caméras d'imagerie		✓	✓	✓				✓
Spectromètre AEGIS™	✓		✓	✓			✓	
Système de comptage objet ISOCS™ In Situ	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
Systemes NDA et moniteurs de décontamination				✓	✓		✓	
Spectrométrie gamma		✓	✓			✓		
Compteur bas bruit de fond alpha/bêta			✓			✓		
Spectrométrie alpha						✓		
Appareils portables débit de dose et contamination	✓		✓	✓			✓	✓
Moniteurs de contamination personnes								✓
Surveillance de l'air alpha bêta & gamma	✓		✓				✓	✓

**Mesures et expertise**

Support d'experts pour systèmes complexes	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
Développement de méthodes	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Procédures de mesure	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
Services de mesures sur site	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Assistance pour les opérations systèmes	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Revue de données par des experts	✓	✓	✓	✓	✓			
Service de calibration système	✓	✓	✓	✓	✓			✓



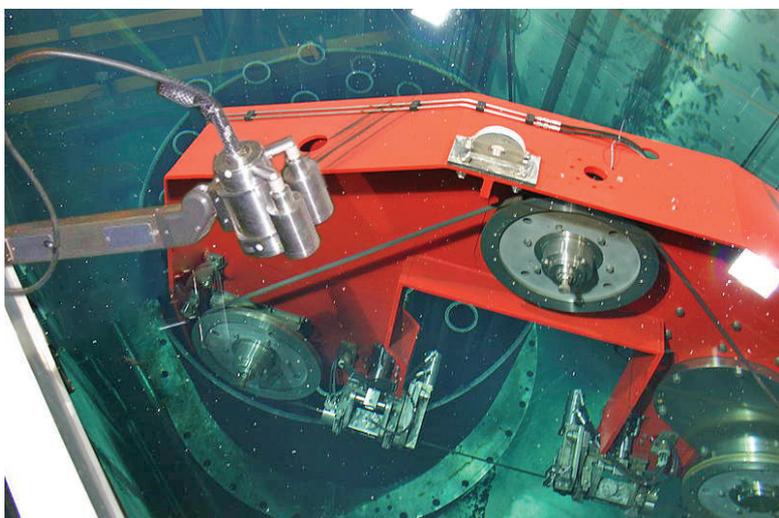
# Caractérisation de site

## Mesures sous-eau

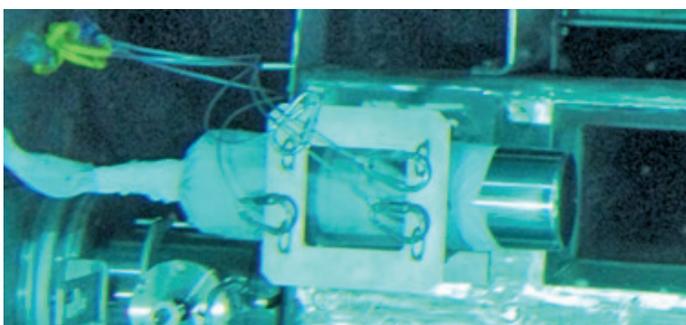
**Pour obtenir des résultats quantitatifs précis, nous proposons plusieurs solutions :**

- Utilisation de notre détecteur germanium (GeHP) scellé et refroidi électriquement dans les étangs et les rivières.
- Caractérisation des barres de combustible dans les piscines de combustible.
- Montage facile de nos détecteurs sur un véhicule télécommandé pour l'étude de vastes zones aquatiques.

## RÉALISATION DE MESURES SOUS-EAU



Caméras tolérantes aux rayonnements utilisées pour surveiller la découpe et le démantèlement sous-eau des composants du réacteur



Mesure sous-eau de déchets activés avec sonde dédiée



GeHP scellé avec station de mesure et dévidoir (câble de 25 m)

## Surfaces et sols

Pour la mesure radiologique des surfaces il est possible d'associer des instruments de mesure de débit de dose, ainsi que des moniteurs de contamination surfacique.

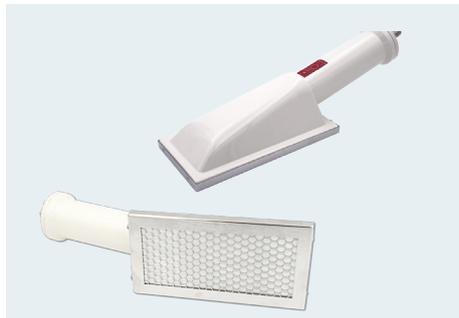
Les mesures en alpha-bêta typiques sur les surfaces et les sols sont effectuées à l'aide de moniteurs de contamination ; les niveaux de  $0,04 \text{ Bq/cm}^2$  ( $240 \text{ DPM}/100 \text{ cm}^2$ ) en alpha et de  $0,4 \text{ Bq/cm}^2$  ( $2400 \text{ DPM}/100 \text{ cm}^2$ ) en bêta sont les limites de détection atteintes permettant la discrimination des terres contaminées (moyenne sur  $100 \text{ cm}^2$  ou limites spécifiques au site).

Mirion offre aux utilisateurs une variété d'instruments, allant des contrôleurs de frottis/chiffonnettes aux détecteurs portatifs, ainsi qu'à des détecteurs de contamination au sol de différentes tailles. Ces instruments permettent une discrimination complète entre les canaux alpha et bêta (gamma).

### DÉBIT DE DOSE ET CONTRÔLEURS DE CONTAMINATION ALPHA/BÊTA/GAMMA



Détection du débit de dose par les séries RDS-30™ et RDS-32™ pour les niveaux ambiants à moyens.



Sondes de contamination  $\alpha$ - $\beta$  SAB(G)-100 ( $100 \text{ cm}^2$ ) et SAB-250 ( $250 \text{ cm}^2$ )



Sondes de débit de dose externes et Tele-STTC™ pour les niveaux élevés

### COMPTEURS DE FROTTIS ET MONITEURS DE CONTAMINATION SUR GRANDES SURFACES



Compteur de frottis/filtres iSOLO ©  $\alpha/\beta$  avec réjection Radon



Compteur de frottis portable Easy-Count™  $\alpha/\beta$



Spectromètre GeHP transportable AEGIS™



Moniteur de sol SABS-579™  $\alpha \beta$  ( $579 \text{ cm}^2$ )

## Caractérisation de site

### Trous de forage et murs en béton

Lorsqu'une contamination (bêta) gamma est suspectée, un profilage en surface et en profondeur des murs et des sols est nécessaire pour évaluer avec précision les zones contaminées. L'identification de l'étendue et du niveau de contamination, permet d'établir un scénario d'assainissement des locaux.

Mirion offre une vaste gamme de produits et de solutions clé en main :

- Méthodes de carottage
- Détecteurs germanium (GeHP) ou CZT insérés dans les trous forés
- Imagerie gamma couplée à des détecteurs spectrométriques

Des solutions non invasives sont disponibles en utilisant nos étalonnages ISOCS avec des détecteurs GeHP ou CZT. Les résultats peuvent être traités à l'aide du logiciel ISOCS ou avec l'assistance spécialisée de Mirion à l'aide des services avancés de spectrométrie gamma in situ.

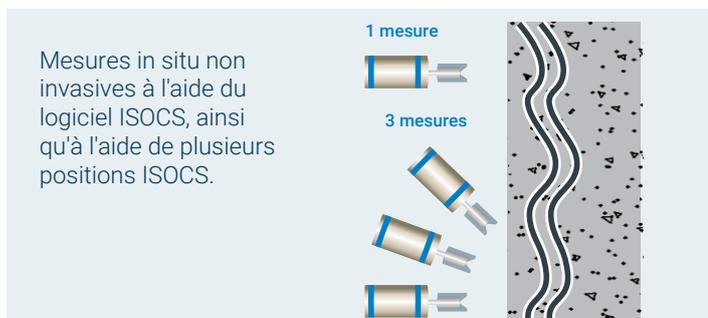
### MESURES BASÉES SUR LA SPECTROMÉTRIE POUR LE PROFILAGE EN PROFONDEUR



Spectrométrie à cœur pour la détermination des Bq/g à l'aide d'un GeHP scellé sans LN2



GR1™ détecteur CZT compact avec blindage et collimateur  
MicroGE, détecteur GeHP compact



Mesures in situ non invasives à l'aide du logiciel ISOCS, ainsi qu'à l'aide de plusieurs positions ISOCS.  
Détermination de la paroi ou de la surface en Bq/cm<sup>2</sup> et détection du profil en profondeur à l'aide d'ISOCS GeHP

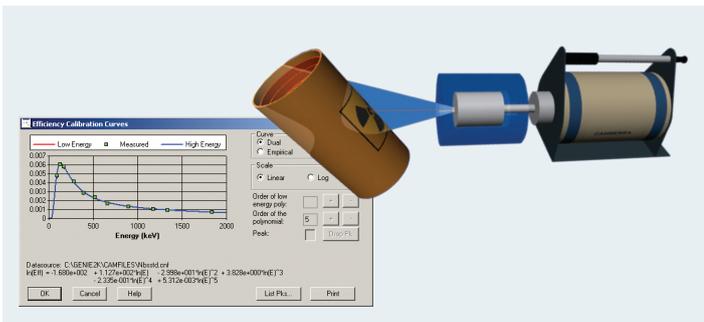


Mesure in situ d'échantillons de poussière marqués en profondeur (Technologie TruPro®)

## Systemes, structures et composants

Mirion a des dizaines d'années d'expérience dans la caractérisation de la contamination des composants nucléaires à l'aide du logiciel ISOCS. Les déchets ou les composants en cours de traitement tels que les tuyaux, les tubes, la ferraille, les systèmes de ventilation et les petits objets irréguliers peuvent être caractérisés à l'aide de cette approche. Le logiciel ISOCS est un excellent outil pour évaluer l'activité de ces composants en vue d'un stockage ou d'une élimination continue des déchets, sans qu'il soit nécessaire de recourir à des sources d'étalonnage des radionucléides.

### LOGICIEL D'ÉTALONNAGE ISOCS

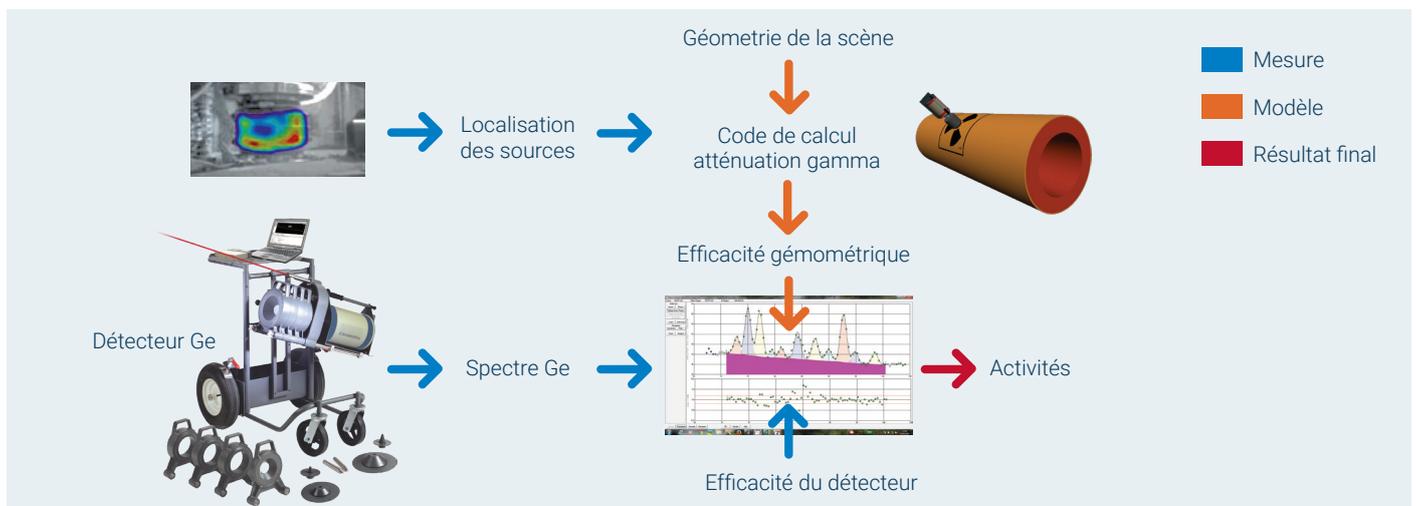


Modèles géométriques flexibles pour la détermination de l'efficacité à l'aide du logiciel ISOCS



Caractérisation pour déchets très faiblement actifs

### SCHÉMA DE CALCUL DE L'ACTIVITÉ



L'estimateur d'incertitudes et le calculateur multigéométrique ISOCS permet de tester la sensibilité des paramètres du modèle, tels que la géométrie, les matériaux, les formes, etc.

## Caractérisation de site

### MONITEURS DE COÏNCIDENCE NEUTRONIQUE PASSIFS POUR LA CARACTÉRISATION NEUTRONIQUE DES MATIÈRES NUCLÉAIRES SPÉCIALES DANS LES OPÉRATIONS DU CYCLE DU COMBUSTIBLE OU LE DEMANTELEMENT

Pour les installations du cycle du combustible, Mirion propose des solutions de compteur de dalles neutroniques à des fins d'inventaire et de D&D.



WM3400 compteur de dalles neutroniques passives

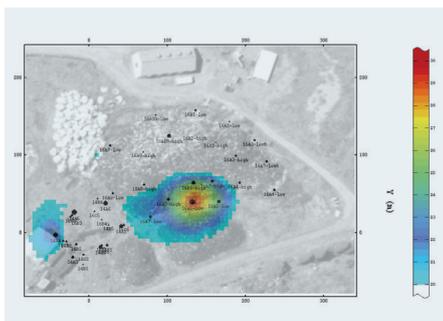


WM3500 compteurs de neutrons passifs à dalle incurvée

## Relevés de grandes zones extérieures

Mirion a développé des solutions pour étudier de grandes zones en utilisant la technologie GPS pour cartographier les zones extérieures en temps réel. Ces solutions comprennent des grappes de capsules GeHP à haute efficacité dans des hélicoptères, divers systèmes de dosage gamma avec la technologie ISOCS (In Situ Object Counting System) et des débitmètres de dose portatifs montés dans un laboratoire mobile.

### SPECTROMÉTRIE DE TERRAIN EXTÉRIEUR



Cartographie de la zone contaminée à  $^{235}\text{U}$

### Imagerie

#### Systèmes d'inspection et de surveillance nucléaires - Caméras renforcées contre les effets des radiations

La surveillance CCTV des installations de production nucléaire, de retraitement, de gestion des déchets et de recherche est d'une importance vitale pendant les phases de déclasserment et de démantèlement. Les systèmes d'inspection et de surveillance tolérants aux rayonnements de Mirion, qu'ils soient installés de façon permanente dans l'usine ou utilisés dans une configuration portable ou temporaire, sont conçus pour résister aux environnements hostiles fréquemment rencontrés.

#### APPLICATIONS EN DÉMANTÈLEMENT

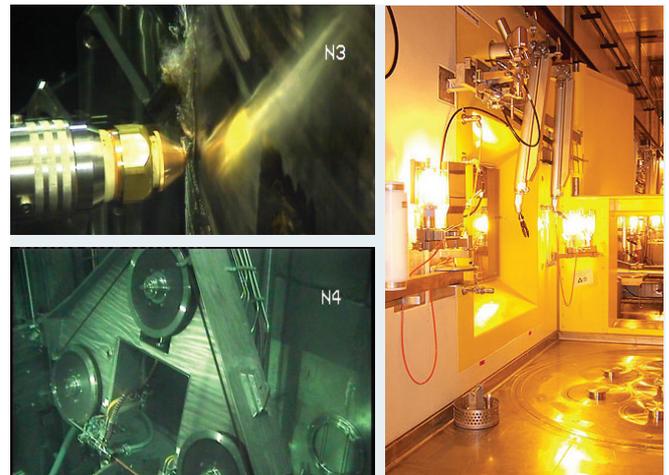
- Enquêtes préalables à l'arrêt
- Enlèvement et manipulation du combustible
- Surveillance visuelle des zones inaccessibles
- Surveillance in situ des activités de D&D
- Bassins de stockage de combustible
- Identification des fûts (vision industrielle)
- Récupération et manipulation des déchets
- Robotique et outillage à distance
- Soudage et découpage
- Évaluation de la corrosion
- Encapsulation et vitrification des déchets
- Garanties

Ces caméras CCTV peuvent être équipées d'une sélection d'objectifs et de dispositifs d'éclairage, ce qui permet aux opérateurs d'effectuer une variété de tâches d'inspection dans des environnements à faible ou à fort rayonnement, avec une dose gamma totale comprise entre 100 Gy et 1 MGy.

L'expérience acquise dans le cadre de grands projets de démantèlement et une connaissance approfondie des dernières technologies de télévision en circuit fermé sont essentielles pour nous permettre de répondre aux spécifications rigoureuses exigées par l'industrie nucléaire. Nous employons des ingénieurs

en conception de systèmes et des chefs de projet professionnellement qualifiés, expérimentés dans la configuration et la gestion de projets d'imagerie en circuit fermé, de la conception initiale à la mise en service finale sur site.

Nous avons la capacité de reconditionner nos systèmes d'imagerie pour les faire passer par des pénétrations anciennes et des chemins d'accès aux cellules/réservoirs qui n'étaient pas utilisés auparavant pour les caméras, afin de répondre à vos besoins en matière de démantèlement, tout en tirant parti des dernières technologies IP pour le stockage des données et la visualisation à distance/sans fil.



#### CAMÉRAS ET SYSTÈMES D'IMAGERIE

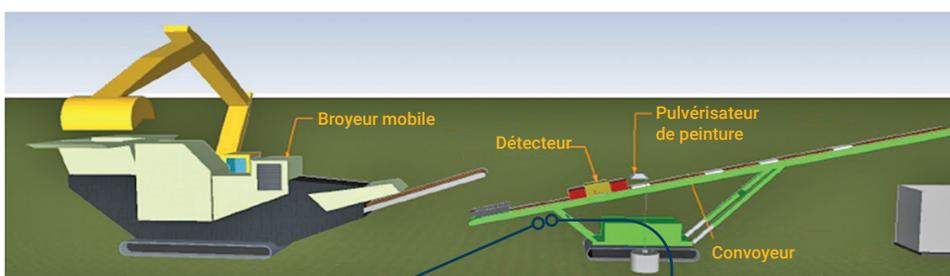


# Soutien aux opérations

## Tri des sols et caractérisation des matériaux en vrac

Le volume important de sol et de boue généré par un projet de démantèlement nécessite une ségrégation efficace et rapide des déchets contaminés et des déchets qui peuvent être libérés. Mirion a conçu et exploité des trieurs de sol pour répondre à ces défis dans certains sites majeurs de démantèlement à travers le monde.

**UNE VARIÉTÉ DE CONFIGURATIONS EST DISPONIBLE POUR RÉPONDRE À VOS BESOINS UNIQUES**



## Laboratoires

Les échantillons sont généralement analysés dans les laboratoires de radiochimie avec la quantification des nucléides émetteurs alpha, bêta et gamma à l'aide de nos solutions économiques et faciles à utiliser.

### MAXIMISEZ LA PRODUCTIVITÉ DE VOS LABORATOIRES ET SALLES DE COMPTAGE



Alpha Analyst™ pour spectrométrie alpha



Spectrométrie Apex-Gamma™



Compteur automatique bas bruit alpha/bêta LB4200™



Compteur automatique bas bruit alpha/bêta 6LB™



Passeur automatique d'échantillons gamma SAME + GeP

## Soutien aux opérations

### Caractérisation des déchets

Mirion possède une expérience et une expertise significatives dans les essais non destructifs pour la mesure des déchets. Les systèmes de dosage gamma, de dosage neutron et les systèmes combinés gamma/neutron sont disponibles pour mesurer des conteneurs allant des déchets non emballés aux véhicules. Nous nous engageons à vous fournir une gamme complète de solutions de mesure pour répondre aux besoins de caractérisation des déchets de votre site. L'équipe de mesure et d'expertise peut être déployée sur site pour fournir une solution personnalisée adaptée à votre projet spécifique.

#### Déchets Très Faiblement Actifs (TFA)

#### MONITEURS DE CONTROLE À BASE DE SCINTILLATEURS PLASTIQUES OU NAI



Poste TFA sac déchets compactables



RTM662-300™ avec capacité spectrométrique et réduction de NORM



Séries RTM644 pour le contrôle grands volumes

#### MONITEURS DE CONTROLE À BASE DE GERMANIUM (GEHP) AVEC IDENTIFICATION DES NUCLÉIDES



CLEA pour des fûts de 100 litres



Famille Q<sup>2</sup> / AQ<sup>2</sup> / IQ<sup>3</sup>

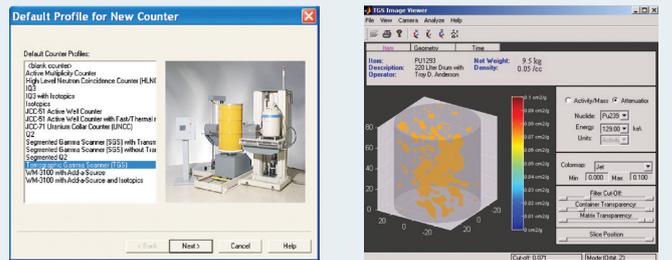


Mesure de caisses et conteneurs

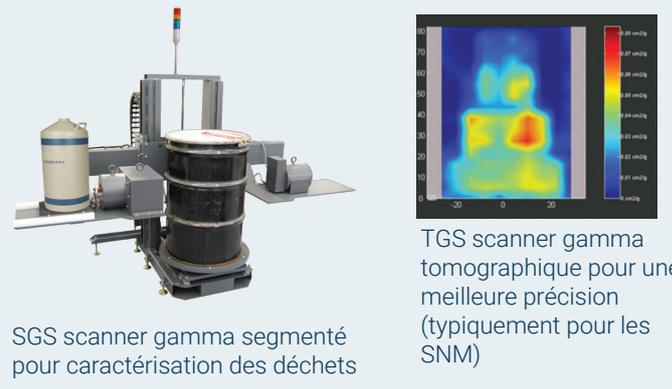
SPECTROMÈTRE GEHP AEGIS



SGS™ / TGS™ SURVEILLANCE DES FÛTS  
IDENTIFICATION DES SYSTÈMES



Logiciel de mesures non-destructives NDA 2000™



SGS scanner gamma segmenté pour caractérisation des déchets

TGS scanner gamma tomographique pour une meilleure précision (typiquement pour les SNM)

SOLUTIONS MOBILES D'ANALYSE DES DÉCHETS



## Soutien aux opérations

### PRESTATIONS D'EXPERTISE AVANCÉE AVEC L'IMAGEUR GAMMA IPIX



L'iPIX est un imageur gamma qui localise et identifie rapidement les sources faiblement radioactives à distance tout en estimant le débit de dose au point de mesure et en temps réel. Mirion offre à ses clients un outil performant pour analyser plus en détail les points chauds identifiés et, par exemple, confirmer la nécessité de mettre en place une solution de protection biologique d'une épaisseur adéquate tout en assurant le respect des principes ALARA dans les nombreuses opérations de radioprotection du quotidien.

## Surveillance atmosphérique

Une surveillance de routine est nécessaire autour et dans tous les sites nucléaires en démantèlement afin de fournir une alerte précoce et une caractérisation des éventuels incidents de rejet de radiations. Pour évaluer la contamination en temps réel des sites nucléaires, il est important de mesurer en continu les rejets de matières radioactives dans l'environnement, qui sont fortement influencés par la direction et la vitesse du vent. Nos solutions peuvent être déployées sur des sites complexes en démantèlement en utilisant des connexions sécurisées sans fil dans n'importe quelle situation.



Moniteur mobile aérosols alpha/bêta ABPM 203M™. Ce moniteur, avec son capteur extensible petit et léger, fonctionne localement à côté des voies respiratoires des travailleurs. Il est parfaitement adapté à la mesure des particules dans les environnements présentant des taux élevés de radon.

# Protection des travailleurs

## Surveillance de la contamination

Un programme de radioprotection complet est essentiel pour protéger la santé des travailleurs, maintenir la conformité avec les principes ALARA et éviter les accidents évitables et coûteux lors des opérations de démantèlement. Mirion fournit une variété d'instruments et d'équipements utilisés pour surveiller la dose des travailleurs et garantir la sécurité de l'environnement de travail.

### RADIAMÈTRE DE DÉBIT DE DOSE ET DE CONTAMINATION



**CSPevo™** : Sonde AB-100™ et poignée RDS-I-HANDLE™ pour une détection du débit de dose gamma et une surveillance de la contamination  $\alpha$ - $\beta$  ( $\gamma$ ).

### SURVEILLANCE MAINS-PIEDS



AVIOR™-2H/H-S système polyradiamètre main/main et AVIOR™-2H/F-S système polyradiamètre main/pied



#### Exemple de mosaïque de détecteurs AB-100

Système automatisé de mesure de la contamination avec intégration des outils customisés clients.



#### Exemple d'outil adapté à la surface à contrôler

# Services

## Une offre de services complète

Les services de Mirion répondent à vos besoins spécifiques, qu'il s'agisse de maintenance ou d'installation. Grâce à notre réseau de techniciens hautement qualifiés, nous sommes en mesure de fournir une assistance opérationnelle, une assistance technique et une large gamme de services de conseil pour un accompagnement personnalisé dans le suivi de vos prestations.

<b>Formation</b> E-learning 	<b>Diagnostic</b> des besoins et suivi de projets 	<b>Installation</b> Mise en service 
<b>Assistance</b> Conseil Hotline 	<b>Votre besoin</b>	<b>Maintenance</b> Réparation sur site et en atelier 
<b>Calibration</b> Relevé de mesures 	<b>Prestation en laboratoire</b> Étalonnage / Vérification 	<b>Maintenance Prédictive</b> 

# Vital Protection. Transformative Potential.™

**MIRION EST UN LEADER MONDIAL DANS LE DOMAINE  
DE LA RADIOPROTECTION, DE LA SCIENCE ET DE LA  
MÉDECINE.**

En collaboration avec ses clients, Mirion propose des innovations qui assurent une protection essentielle et exploitent le potentiel de transformation des rayonnements ionisants pour façonner notre monde futur.

Le groupe Mirion Technologies fournit des équipements de radioprotection technologiquement éprouvés avec les plus hauts niveaux de précision - des laboratoires de R&D aux installations nucléaires critiques, en passant par les premières lignes.



 **MIRION**





# Protect What's Next™



**MIRION**  
TECHNOLOGIES

Copyright © 2025 Mirion Technologies, Inc. ou ses filiales. Tous droits réservés. Mirion, le logo Mirion et les autres noms de marques des produits Mirion listés dans ce document sont des marques déposées ou des marques commerciales de Mirion Technologies, Inc. ou de ses filiales aux États-Unis et dans d'autres pays. Les marques de tiers mentionnées sont la propriété de leurs propriétaires respectifs.

MKTG-1790-FR-A - A4 - 04/2025

[MIRION.COM](https://www.mirion.com)