



## SCENARI DE DEPLOIEMENT DE DRONES EN SITUATION D'URGENCE RADIOLOGIQUE

Elise CROSLAND, Caroline SIMONUCCI, Fabien PANZA, Vincent FAURE, Xavier AMET

IRSN/PSE-ENV/SIRSE

### MESURES DE RADIOACTIVITÉ À DIFFÉRENTES ÉCHELLES GEOGRAPHIQUES



### DRONES MIS EN ŒUVRE EN SITUATION D'URGENCE RADIOLOGIQUE

**VISUALISATION DEBIT D'EQUIVALENT DE DOSE**

**PHANTOM 4 (DJI) x2**  
Autonomie de vol : 25 min  
Visualisation : camera full HD

**Capteur ISYFlighter (ISYMAP) x2**  
Détecteur CsI(Tl)  
DeD uniquement  
Gamme de mesure :  $1 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$  à  $10 \text{mSv}\cdot\text{h}^{-1}$   
Gamme d'énergie : 59 keV à 2 MeV

**Décalai de mise en œuvre < 10 min (2 intervenants)**

**VISUALISATION - DEBIT D'EQUIVALENT DE DOSE - SPECTROMETRIE GAMMA**

**DRONESTAR 850 v2**  
Autonomie de vol : 20 min  
Masse : 8,5 kg  
Charge utile max : 3,3 kg  
GPS RTK

**SURVEYOR**  
Autonomie de vol : 35 min  
Masse : 8 kg  
Charge utile max : 3,5 kg  
GPS RTK/vol indoor (en validation)

**Capteur SPIR-EXPLORER (MIRION)**  
Détecteur NaI(Tl) + 2 GM - DeD + spectrométrie gamma  
Gamme de mesure :  $0,1 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$  à  $10 \text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$  - Gamme d'énergie : 50 keV à 3 MeV

**Décalai de mise en œuvre < 30 min (3 intervenants)**

### SCENARI DE DEPLOIEMENT

<p><b>Accident de transport de matières radioactives</b> Irradiation (termes sources localisés) Contamination radiologique potentielle de l'environnement proche</p> <p>Reconnaissance visuelle mesures de débit d'équivalent de dose</p> <p>Dégradation visible des colis ?</p> <p><b>OUI</b> Objectifs ✓ Lever le doute sur la présence de contamination ✓ Caractériser le terme source</p> <p><b>NON</b> Objectifs ✓ Etablir un zonage et un prévisionnel dosimétrique</p> <p>Livrables ➢ Cartographie en taux de comptage relatif/DeD ➢ Cartographie du DeD</p>	<p><b>Recherche de sources radioactives/dispersion de matières radioactives</b> Irradiation ou/et Contamination en extérieur dans une zone de forte population - zone urbaine</p> <p>Dispersion avérée de matières radioactives - contamination radioactive de la zone ?</p> <p><b>OUI</b> Objectifs ✓ Caractériser la contamination ✓ Délimiter et cartographier la zone impactée</p> <p>Livrables ➢ Cartographie en taux de comptage relatif ➢ Identification des radionucléides ➢ Cartographie de l'activité surfacique Bq/m<sup>2</sup></p>	<p><b>Contamination radiologique étendue de l'environnement</b></p> <p>Rejet accidentel sur installation Sites et sols pollués</p> <p>Objectifs ✓ Cartographier des zones non accessibles par d'autres moyens ✓ Caractériser le dépôt</p> <p>Livrables ➢ Cartographie du DeD ramené à 1 m du sol pour complémentarité/comparaison avec les autres systèmes de mesures déployés ➢ Cartographie de l'activité surfacique pour un radionucléide donné en Bq/m<sup>2</sup></p> <p>Objectifs ✓ Identifier des zones d'intérêt ✓ Cartographier la pollution</p> <p>Livrables ➢ Cartographie en taux de comptage relatif ➢ Cartographie du DeD ramené à 1m du sol ➢ Cartographie de l'activité massique/surfacique pour un radionucléide donné</p>
---	---	---

### INTEGRATION ET TRAITEMENT DES DONNEES

Sur le terrain

Acquisitions → Analyses → Base de données → Visualisation

Transfert en temps réel des données acquises (données brutes) vers une base de données IRSN

Base de données centralisant l'ensemble des données de cartographie radiologique réalisée au sein de l'Institut (valeurs DeD, spectres,...)

Traitement des données brutes  
Calcul des grandeurs d'intérêt  
Export des résultats dans les formats compatibles avec les outils métiers

Back office

ARGIS  
AVID  
KARTOTRAK  
INTERWINNER  
EXCEL  
MIRION

Web

En cours de développement à terme implémentée aux algorithmes de la base de données  
Méthode de calcul du débit de dose ramené à 1 m (fonction du rayonnement cosmique, du bruit de fond, du terme source)  
→ Prise en compte de chaque contribution individuellement  
→ Évaluation de l'atténuation de l'air sur une zone de bruit de fond  
→ Évaluation de l'atténuation de l'air au dessus de la zone contaminée

### RESULTATS PRELIMINAIRES - TEST DE DEPLOIEMENT

Plages de l'empennage - Le Gros-du-Rot (Gard)  
Débit d'équivalent de dose normalisé à 1 mètre du sol, à partir de mesures radiométriques en drone

**Vois test - Camargue (marquage radiologique d'origine naturelle)**

Paramètres retenus :  
Maillage : croisé - travée de 5 m  
Vitesse : 1 à 3 m.s<sup>-1</sup>  
Hauteur de vol : comprise en 10 et 30 m - utilisation d'un télémètre laser (normalisation du DeD à 1 m)

→ Paramètres à ajuster en fonction du terme source (répartition spatiale, radionucléides,...)

**Vois test - site minier (contamination Ra-226)**

Contraintes fortes : Végétation dense/Topographie complexe

→ Évaluation précise de la hauteur de vol (télémètre laser biaisé recours à des modèles numériques terrestres)  
→ Atténuation du flux gamma

### CONCLUSION - PERSPECTIVES

✓ Développement et qualification d'outils polyvalents pour répondre à de multiples objectifs :  
→ Reconnaissance visuelle  
→ Optimisation de la dose des intervenants  
→ Cartographie radiologique en temps réel de zones peu accessibles/vastes

✓ Définition de scénarii de déploiement :  
→ Caractérisation adéquate des capteurs  
→ Développement de méthode de traitement des données associées  
→ Maintien de compétences pour les télépilotes

2 campagnes de mesure réalisées sur des sites présentant un marquage radiologique ont permis d'initier le développement de méthodes de traitement des données notamment le calcul du débit d'équivalent de dose à 1 m du sol.

En cours de développement :  
→ Calcul du débit d'équivalent de dose ramené à 1 m du sol (mesures à différentes hauteurs au dessus d'une zone contaminée et d'une zone de bruit de fond)  
→ Validation du système d'odométrie permettant la cartographie en intérieur hors couverture GPS  
→ Maitrise des performances du capteur en vue d'optimiser les paramètres de vol