



Détection et **I**dentification des **RAD**ionucléides

**Système de détection et d'identification automatique
d'objets radioactifs en mouvement**

**L.Guillot
CEA/DAM/DIF**

Tous les signaux radioactifs détectables **ne sont pas illicites**

Catégorie	Isotopes	Produits fréquemment rencontrés
Radionucléides naturels	^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th et descendants, ^{238}U et descendant	Engrais, céramiques...
Radionucléides médicaux	^{67}Ga , ^{99}Mo , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{103}Pd , ^{111}In , Iodes (^{123}I , ^{125}I , ^{131}I), ^{201}Tl	Ex : $^{99\text{m}}\text{Tc}$ pour scintigraphie (quantité administrée : 1000 MBq)
Radionucléides industriels	^{57}Co , ^{60}Co , ^{133}Ba , ^{137}Cs , ^{192}Ir , ^{226}Ra , ^{241}Am	Irradiateur, détecteur à incendie...
Matériaux nucléaires	U, Pu	

➤ Polyvalent :

- ✓ Adaptable à différents **contextes d'emploi** (surveillance de piétons, surveillance routière...);
- ✓ Détection de source sur des porteurs en mouvement (jusqu'à 100 km/h);
- ✓ **Utilisation embarquée** possible (train, métro, véhicule).

➤ Autonome :

- ✓ Surveillance continue **24h/24 et 7j/7**;
- ✓ Stabilisation et étalonnage sans présence de source ;
- ✓ Analyse automatique des spectres **en temps réel** dans la balise;
- ✓ Transmission des alarmes à distance vers un poste de contrôle.

➤ Sélectif :

- ✓ Identification automatique d'une large gamme de radionucléides ;
- ✓ Détermination du **niveau de menace** potentielle associé à chaque détection.
- ✓ **Taux de fausses alarmes faible** : 1 fausse alarme / 30 heures de fonctionnement.

Détection
radioactivité

Cristal NaI 4 L

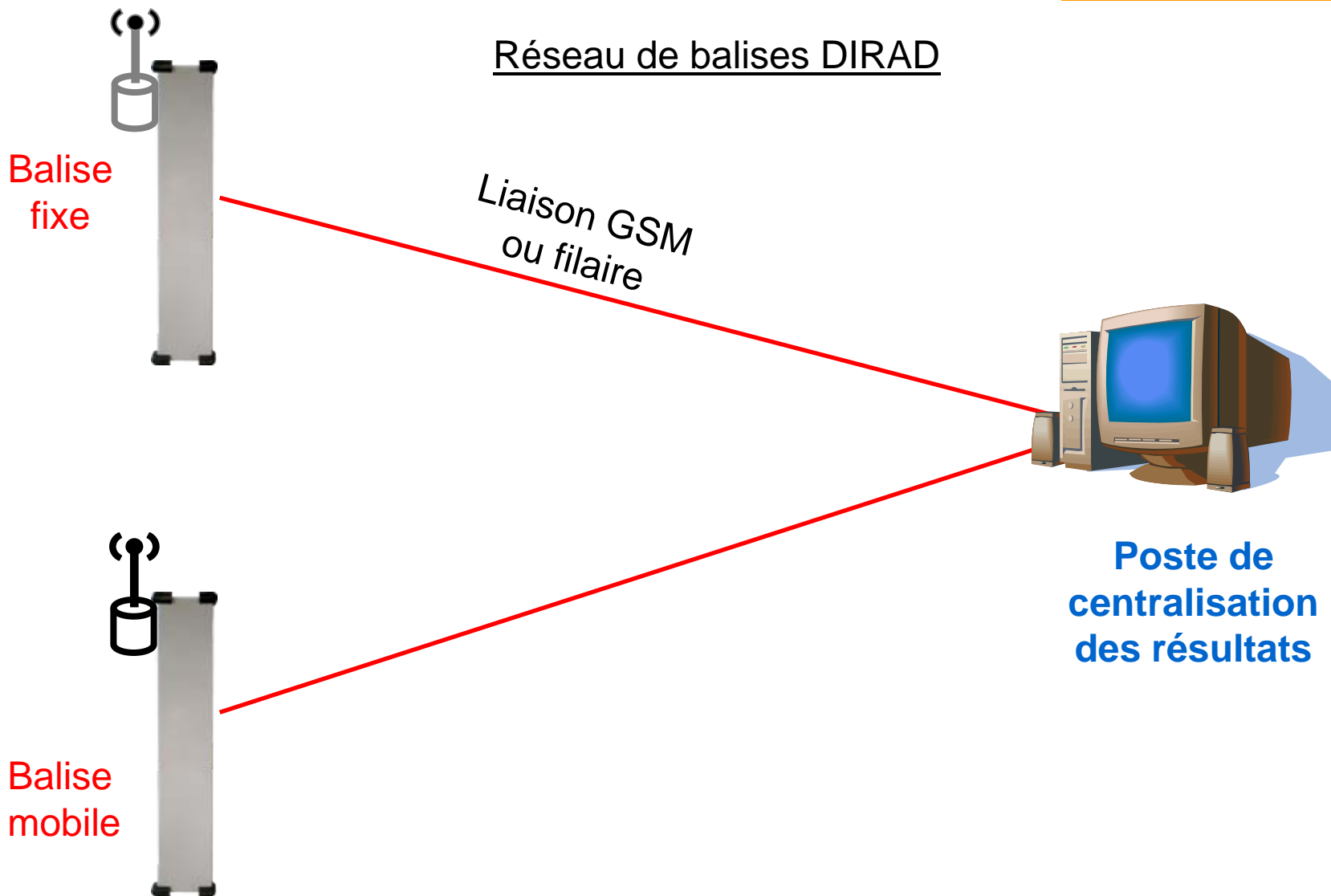
Electronique
d'acquisition
et de
traitement des
données

Algorithme permettant la détection **en temps réel** d'une anomalie radioactive :

1. Identification du ou des radionucléides
2. Calcul de l'activité de la source
3. Estimation du niveau de menace associé



- Dimensions :
 - Hauteur = 80 cm
 - Largeur = 20 cm
 - Profondeur = 20 cm
- Poids : 30 kg
- Tension d'alimentation au choix :
 - 220 V AC
 - 12 - 28 V DC
- Consommation = 50 W
- Fonctionnement en positions verticale ou horizontale
- Etanche au ruissèlement et à la poussière
- Extérieur haut : plastique
- Extérieur bas : acier
- Antennes GPS et GSM intérieures
- Transmissions 3G
- Diodes lumineuses d'alerte



Supervision des balises



VIVALDI

Fichier Aide Mode Utilisateur

Fonctionnement

Utilisateur	Réseau	Balise	Alarme	Etat
CEA		7020	■	■

Historique des alarmes et anomalies

7 derniers jours Dernières 24 heures

Periode de temps du 28/12/2008 au 30/06/2009

Réseaux: Tous
Balises: Toutes

Val	Validation	Utilisateur	Réseau	Emplacement	Balise	Diagnostic	Activité	Energie
OK	30/06/2009 15:09	CEA		Long : 0.100202, Lat : 0.762702, Alt : 313.1268	7020	Ac_228_969	0 - 1.494024	946.6899
OK	30/06/2009 15:07	CEA		Long : 0.100202, Lat : 0.762702, Alt : 313.8613	7020	TL_208_2615	0 - 0.472189	2557.164
OK	30/06/2009 15:07	CEA		Long : 0.100202, Lat : 0.762702, Alt : 315.9391	7020	K_40	0 - 2.609501	1468.949
OK	30/06/2009 15:07	CEA		Long : 0.100202, Lat : 0.762702, Alt : 309.2147	7020	Bl_214_1120	0 - 1.618571	1090.757
OK	30/06/2009 15:07	CEA		Long : 0.100203, Lat : 0.762702, Alt : 313.2513	7020	Am_241	1473.317 - 491984.3	55.82771
OK	30/06/2009 15:07	CEA		Long : 0.100203, Lat : 0.762702, Alt : 312.5471	7020	Am_241	4820.573 - 1609732	58.02875
OK	30/06/2009 15:07	CEA		Long : 0.100203, Lat : 0.762702, Alt : 312.5471	7020	Am_241	4546.238 - 1518124	59.46466
OK	30/06/2009 15:07	CEA		Long : 0.100203, Lat : 0.762702, Alt : 312.9007	7020	Am_241	980.5137 - 327422.6	59.84039
OK	30/06/2009 15:07	CEA		Long : 0.100203, Lat : 0.762702, Alt : 312.9308	7020	Am_241	1675.807 - 559601.6	58.75145
OK	30/06/2009 15:07	CEA		Long : 0.100203, Lat : 0.762702, Alt : 312.9308	7020	Am_241	2231.829 - 745273.9	58.61654

Inprimer l'historique

Photos

Validée le 30/06/2009 15:07:19
[CEA] Balise 7020

--	--	--

Supervision des balises



VIVALDI

Fichier Outils Aide Mode Expert

Supervision | 7020 @ Simu

Origine des données

Nom utilisateur : _____ Emplacement : _____

Résultats d'analyse Santé balise

Historique des événements

Dernières 24 heures
 7 derniers jours
 Période de temps du 01/02/2009 au 20/03/2009

Début	Fin	Radionucléide	Energie	Activité	Catégorie Radionucléide	IPA	Categorie	Alarme	Etat
		Am_241	53,56644	643,7455 - 214965,7	Industrielle				
		Am_241	58,85665	1329,516 - 443964,7	Industrielle				
		Am_241	58,21923	4009,777 - 1339363	Industrielle				
		Am_241	58,1763	5177,913 - 1729058	Industrielle				
		Am_241	58,17813	5463,137 - 1824303	Industrielle				
		Am_241	58,68116	4709,841 - 1572756	Industrielle				
		Am_241	58,38038	5377,159 - 1795593	Industrielle				
		Am_241	57,90242	4361,708 - 1656861	Industrielle				
		Am_241	58,66114	4819,941 - 1609187	Industrielle				
		Am_241	58,36136	5125,344 - 1711504	Industrielle				
		Am_241	58,63274	5331,945 - 1743000	Industrielle				

23/02/2009 13:32:18 Identification validée [Sauvegarder]

Provenance : analyse automatique (balise) post-traitement : D:\Vivaldi 1.04\Banga Config\banga_configurati

Comptage

Energie (KeV)

Echelle

Normale

Logarithmique

Racine carrée

Affichage bruit de fond

Spectre brut

Spectre net

Bruit de fond affiché

Radionucléide	Energie	Aire Brute	Aire Nette	470
Am_241	58,68116	760,78	714,3069	470

Comptage brut : 2329

Comptage net : 1733

Live Time : 999303

Acquisition Time : 1000005

Comptage neutrons : TODO : neutrons

<< < 9 / 39 > >>

IPA

Valeurs IPA

Max : 329,0749

Seuil 1 : 10,00

Seuil 2 : Aucune valeur

Comptages

Comptage Net Brut

Afficher

Aire totale du spectre

Comptage neutrons

Seuils de décisions

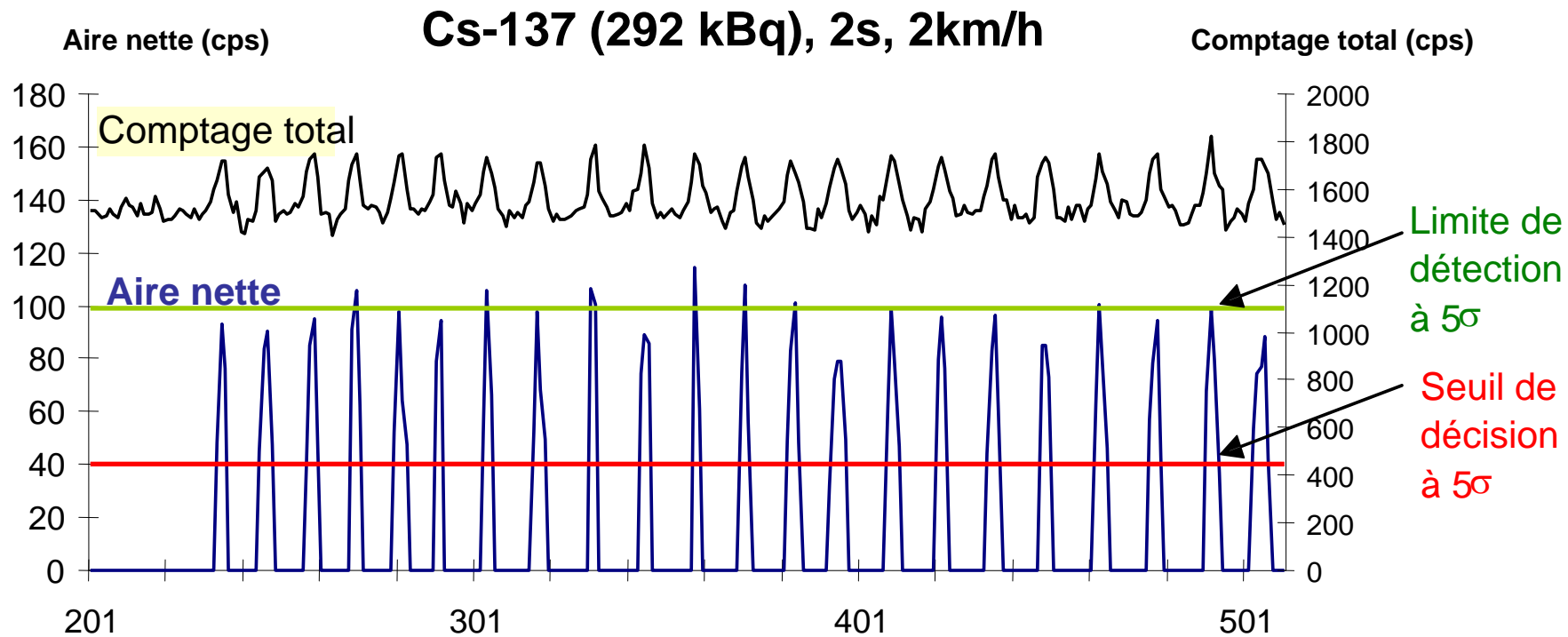
Pics

Am_241

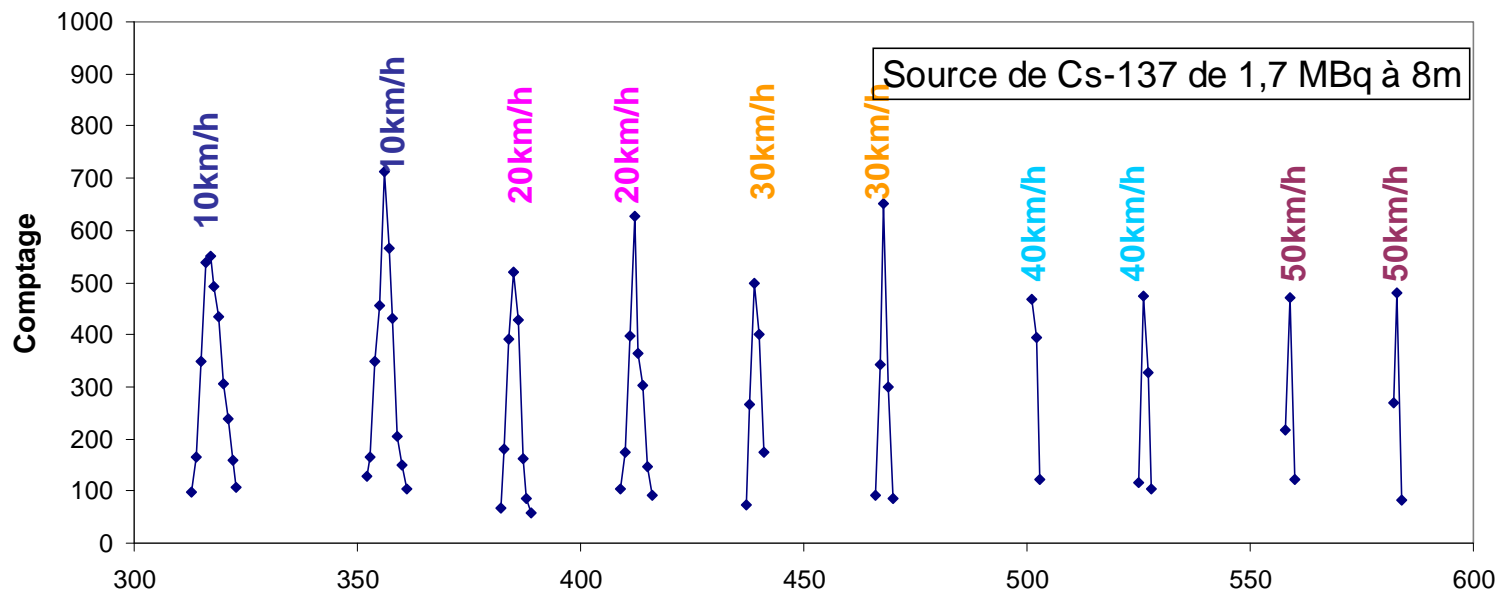
Non identifié

Performances : détection « piéton »

Détecteur NaI de 4l



Variation de la vitesse de 10 à 50 km/h
Détecteur NaI de 8L



→ Faible influence de la vitesse sur le maximum détecté

Les deux normes applicables à la balise DIRAD sont :

- **ANSI N42.38**, American National Standard Performance Criteria for Spectroscopy-Based Portal Monitors Used for Homeland Security (2006) [1],
- **IEC 62484 (CD2)**, Radiation Protection Instrumentation – Spectroscopy-Based Portal Monitors used for the detection and Identification of Illicit Trafficking of Radioactive Material. (en cours d'établissement) [2],

CEAD/FOASE/GRCE/ST/00/DR

Direction des applications militaires
Centre DAM Ile de France
Département analyse, surveillance, environnement
Service radioanalyse, chimie, environnement

cea

RAPPORT TECHNIQUE

Rapport de qualification de la balise DIRAD_1

N° EP : A-NRBCX-A1-00-00-01

A. REBOLI, J.-C. SAVET, L. GUILLOT

Date d'émission :

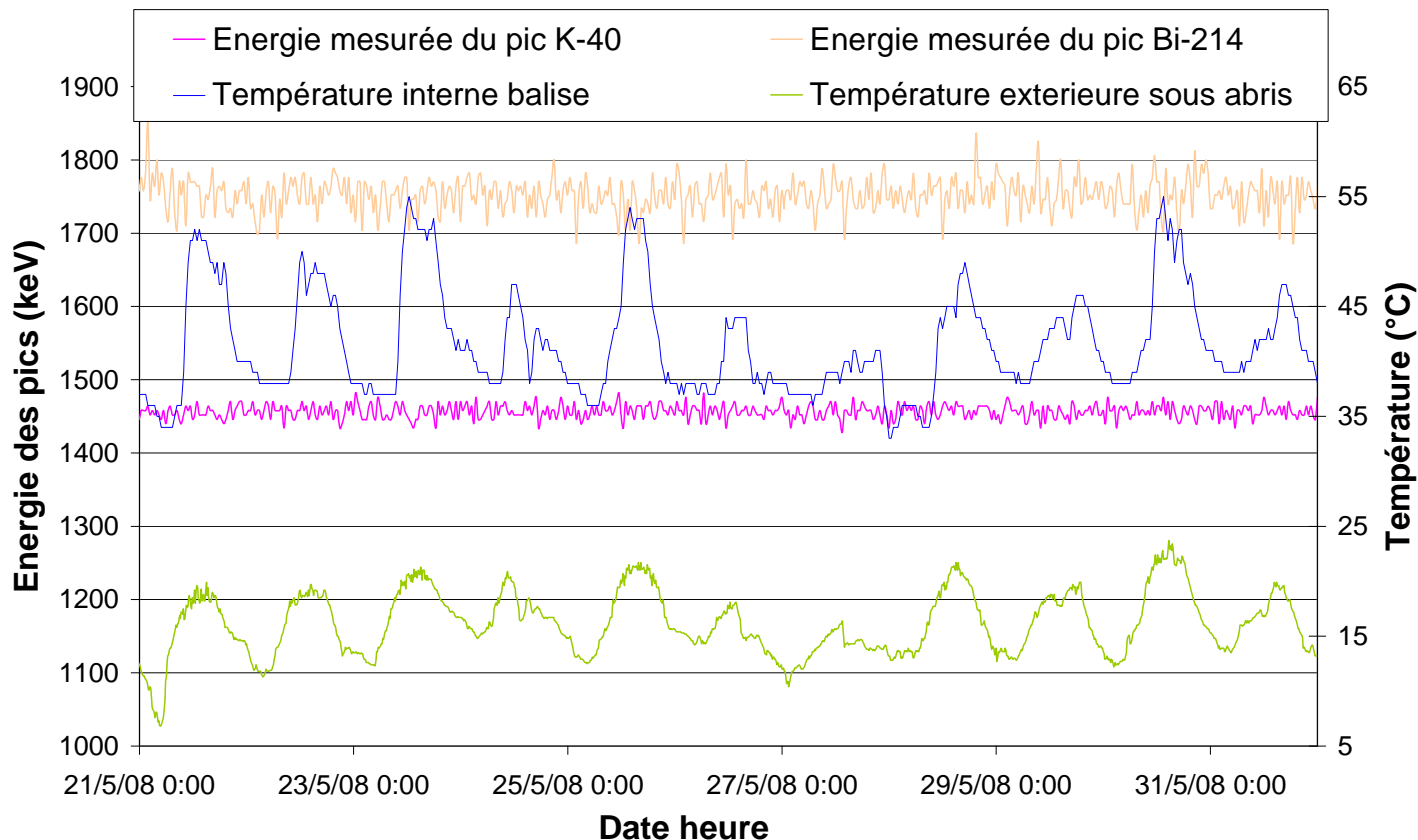
VAL.NRBCX.RBC.DET.08000469 A

Le Chef de Service
Radioanalyse, Chimie, Environnement
C. MOULIN

Commissariat à l'Energie Atomique
Centre DAM - Ile de France - DABE/SRCE - Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon Cedex
Tel.: 33 - 1 69 26 46 50 - Fax : 33 - 1 69 26 70 65

Établissement public à caractère industriel et commercial
R.C.S. PARIS B 775 685 019

Qualification : stabilité en température

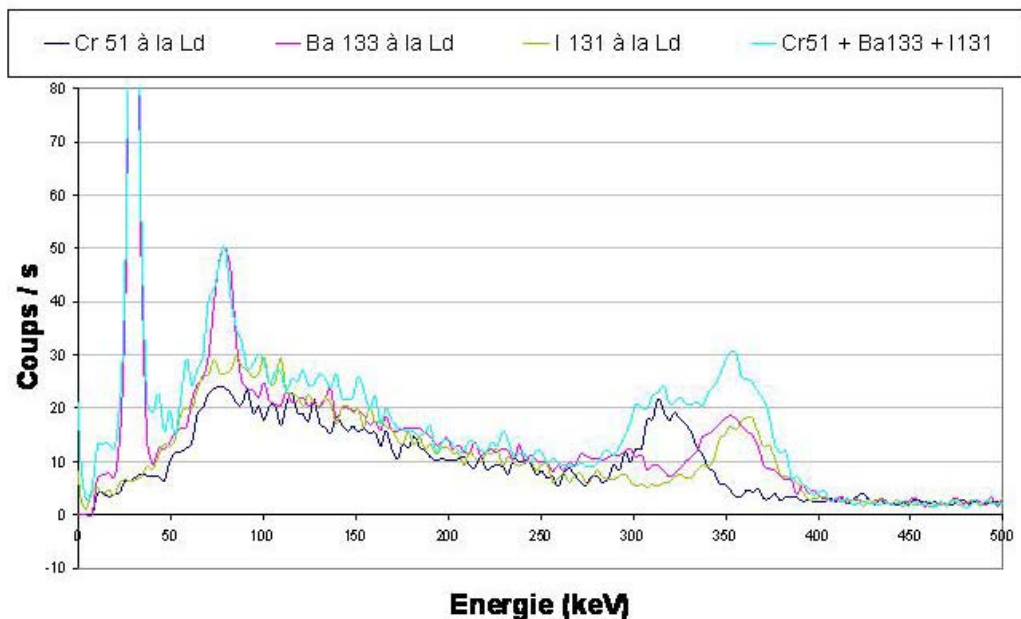


Qualification : taux d'identification

Radionucléides	ANSI N42.38			IEC 62484		
	Activité (μCi) RN non-blindés	Activité (μCi) RN blindés (3 cm d'acier)	Activité (μCi) RN blindés (7,62 cm d'acier)	Activité (kBq) RN non-blindés	Activité (MBq) RN blindés (3 cm d'acier)	Activité (MBq) RN blindés (7,62 cm d'acier)
²⁴¹ Am	47			1740		
¹³³ Ba	9	148		333	5,50	
⁵⁷ Co	15			555		
⁶⁰ Co	7	25		260	0,92	
¹³⁷ Cs	16	85		590	3,10	
DU	4,5 kg			4,5 kg		
⁶⁷ Ga	16		94	590		3,50
HEU	237 g			237 g		
¹³¹ I	10		23	370		0,85
¹⁹² Ir	6	61		220		
⁴⁰ K	128			470		
²³⁷ Np	90 mg (blindé par 1 cm de Fe)			90 mg (blindé par 1 cm de Fe)		
^{99m} Tc	16		127	590		4,70
²⁰¹ Tl	10		88	370		3,20
²²⁶ Ra	8			290		
²³² Th	14			520		
RGPu	1,4 g (blindé par 1 cm de Fe)			1,4 g (blindé par 1 cm de Fe)		
WGPu	15 g (blindé par 1 cm de Fe)			15 g (blindé par 1 cm de Fe)		
²⁵² Cf	2.10 ⁴ n/s ± 20%			2.10 ⁴ n/s ± 20%		

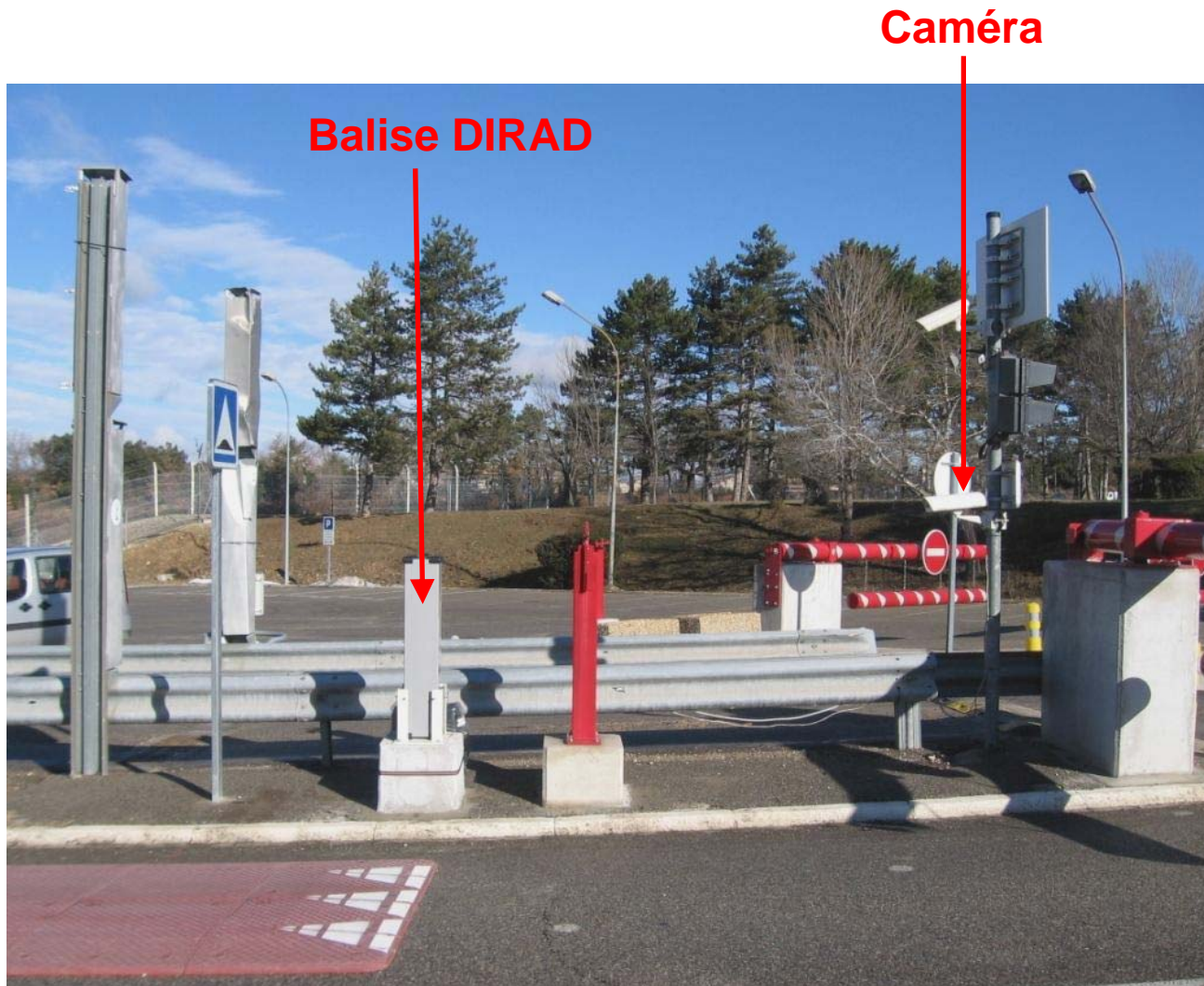
RN	Nombre de points de mesure	Energie des pics utilisés pour l'identification (keV)	Nombre de points identifiés	Taux d'identification (%)
²⁴¹ Am	1067	59	1063	99,6
¹³³ Ba	1000	80	980	98,0
		356	1000	100
⁵⁷ Co	1000	123	997	99,7
¹³⁷ Cs	1000	662	1000	100
⁶⁰ Co	1000	1333	1000	100

Qualification : superposition de raies



RN	Nombre de points de mesure	Nombre de fausse identification	Energie des pics utilisés pour l'identification (keV)	Nombre de points identifiés	Taux d'identification (%)
¹³³ Ba	1000	0	78	954	99,4
			357	998	99,8
⁵¹ Cr	1000	1	320	998	99,8
¹³¹ I	1000	0	364	1000	100

Expérimentation en sortie d'un centre nucléaire



Radionucléide	Nombre de détections
99mTc	6
201Tl	20
131I	21
137Cs	25
60Co	24
192Ir	66
241Am	28

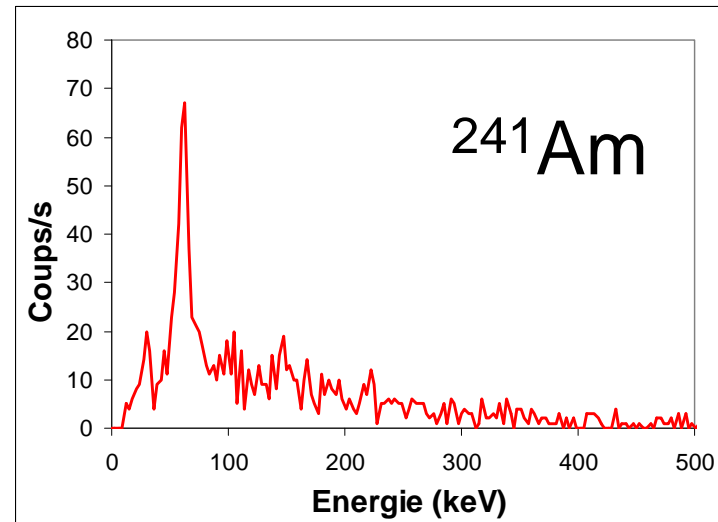
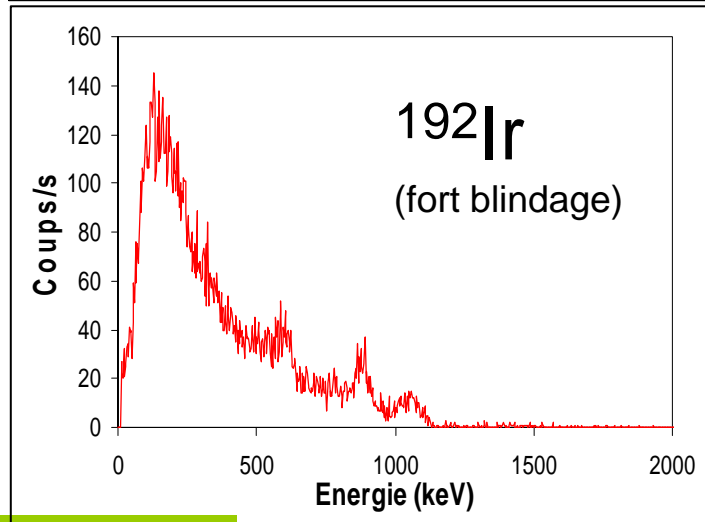
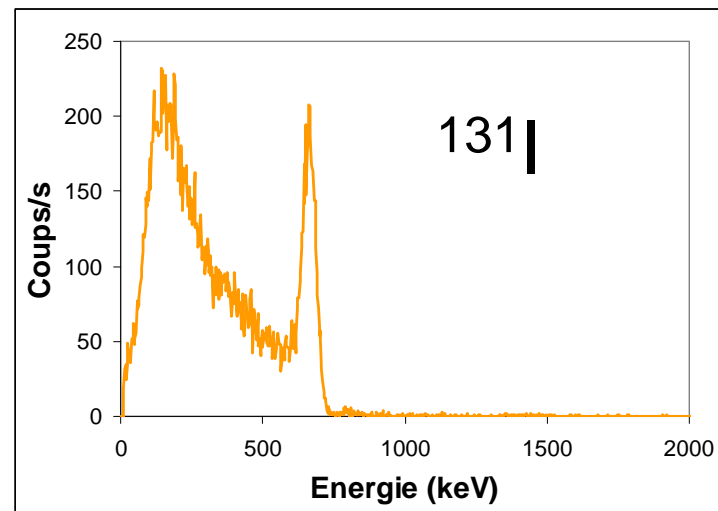
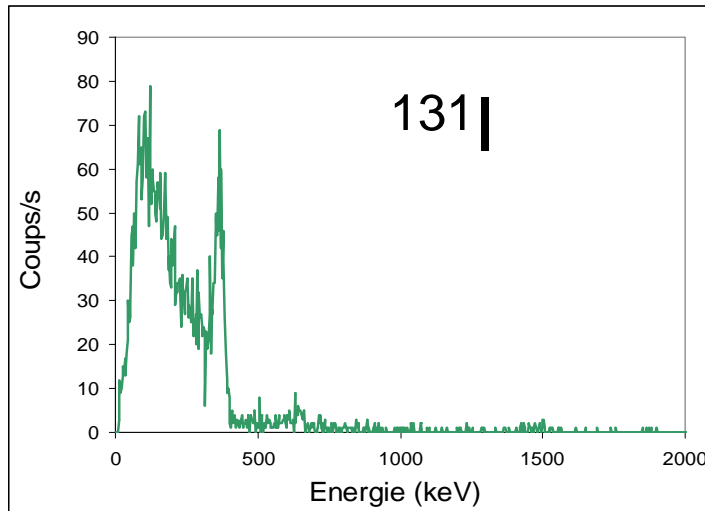


Les transports de radionucléides industriels et nucléaires ont tous été détectés et identifiés à plus de 80% en temps réel

Taux de disponibilité de 100% sur 12 semaines

Taux de fausses alarmes : 1,43 / 30h

Exemples de détections (sur 1 sec)



- **DIRAD est un système de détection et d'identification gamma polyvalent, autonome et sélectif**
⇒ Il peut être utilisé aussi bien sur un site nucléaire qu'en milieu public
- **Expérimentations en cours en milieu public**
- **Version gamma-neutron au 1^{er} semestre 2010**
- **Industrialisation en 2010**