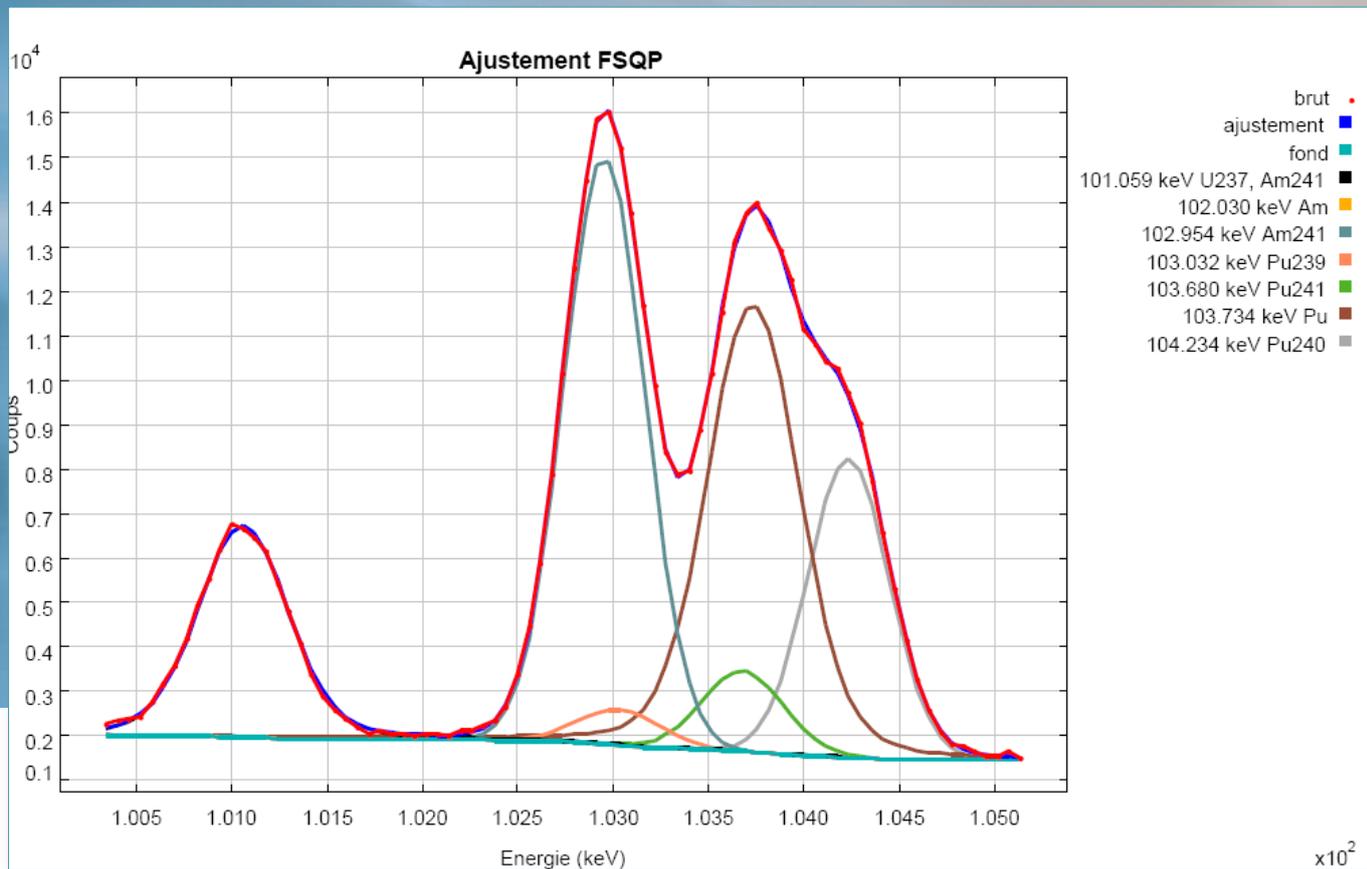


IGA*



Isotopie Gamma des Actinides

(* Le code IGA a été développé au CEALIST (Saclay) dans le cadre d'un programme d'intérêt commun CEA et AREVA NC.

Le logiciel , **IGA** (Isotopie Gamma des Actinides) a pour objectif la détermination de la composition isotopique du plutonium, de l'uranium et d'autres actinides qui peuvent être contenus dans un échantillon.

Ces isotopes peuvent être seuls ou en mélange.

Par extension, le logiciel peut traiter les spectres sans U ni Pu ; il fournit alors les fractions massiques des radionucléides

présents. En ce qui concerne l'uranium, le logiciel ne peut traiter que les cas où l' ^{235}U et l' ^{238}U sont à l'équilibre avec leurs descendants directs respectifs, à savoir ^{231}Th , et $^{234}\text{Th}/^{234}\text{Pa}$.

La méthode employée repose sur l'analyse du spectre en énergie préalablement mesuré et composé des raies γ et X émises par les différents radionucléides présents dans la matière à analyser.

APPLICATIONS

- ▶ Mesure des déchets nucléaires (fûts de 118L, fûts de 200L,...)
- ▶ Contrôle de procédé
- ▶ Fabrication de combustible (MOX,...)

AVANTAGES D'IGA

- ▶ Acquisition des spectres avec une calibration en énergie dont la précision devra être seulement inférieure à 0,4keV.
- ▶ Pas de contrainte sur le gain, la gamme d'énergie, ou la résolution en énergie.
- ▶ Suppression, ajout et modification des radioéléments traités par **IGA**.

DONNEES D'ENTREE

- ▶ Spectre(s) d'émission gamma/X ac-

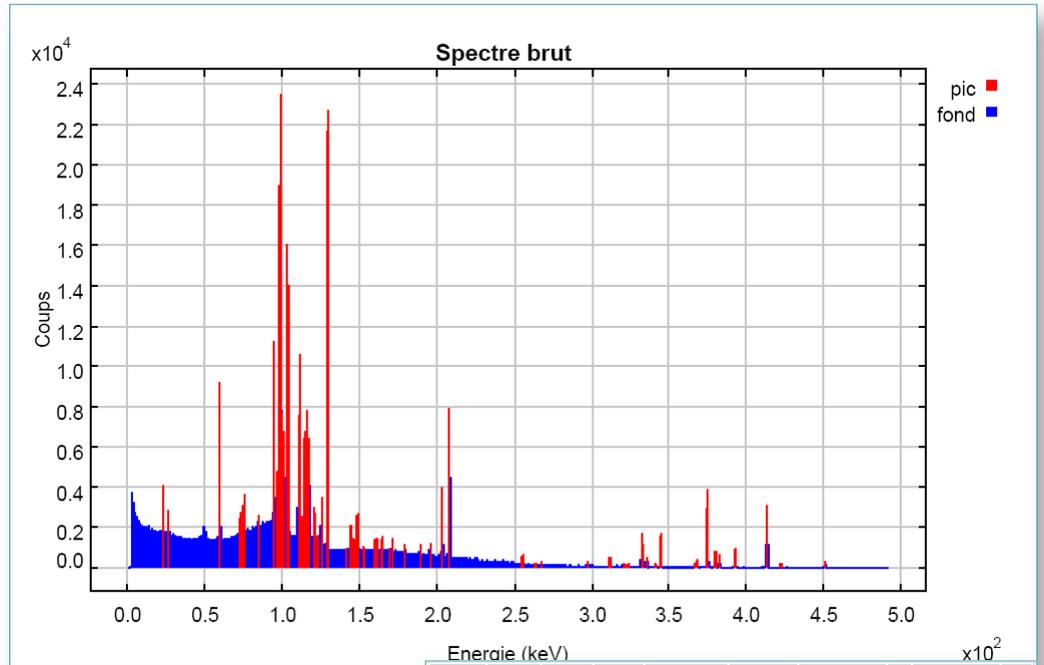
quis avec un détecteur germanium, en format ascii présentant le contenu des canaux sur une colonne

- ▶ Energies du premier et du dernier canal de chaque spectre, ou deux couples canal-énergie (possibilité de saisir l'énergie du canal milieu ou un troisième couple canal-énergie)
- ▶ Résolution typique (en keV) à une énergie donnée.

DETAIL DES MODULES DE CALCUL D'IGA

- ▶ Détermination des isotopes présents et de la nature de spectre (Pu, U, UPu ou inconnue) à partir d'une recherche de pics

Recherche de pics appliquée au spectre. Les zones en rouge indiquent les pics trouvés par l'algorithme.

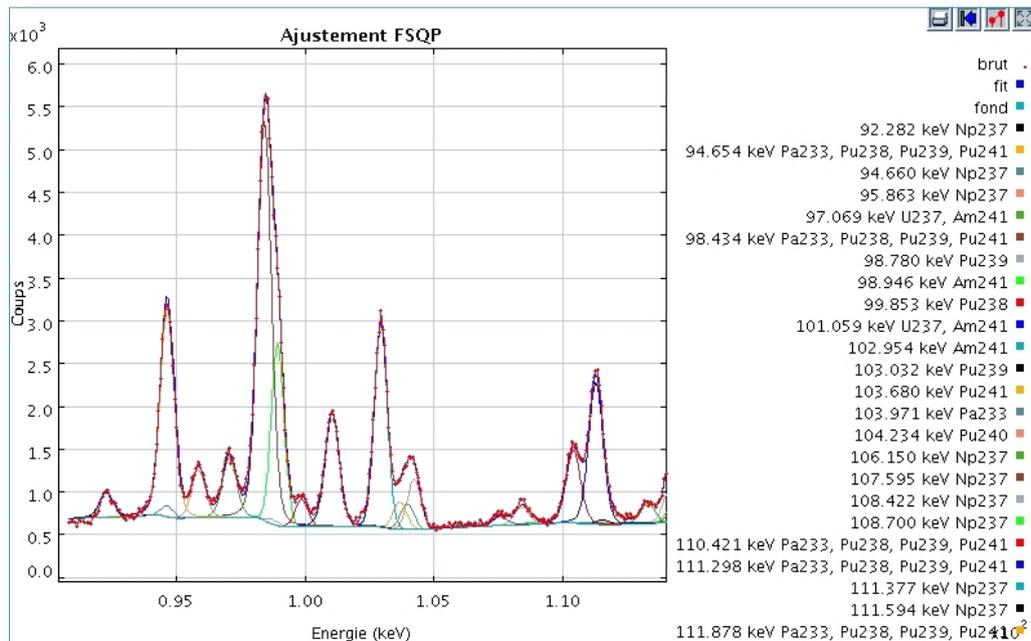


type	isotope	E (keV)	I (%)	S théorique	stat	status
gamma	Am243	55.18	0.011	9.1683e-022	0	FIOverATFilter
gamma	Am241	55.56	0.0181	9.2393e-019	0	raie conservée
gamma	Pu241	56.32	2.5e-006	1.7084e-021	0	FIOverATFilter
gamma	Pu241	56.76	9.8e-007	6.6971e-022	0	FIOverATFilter
gamma	Pu239	56.828	0.00113	5.9675e-020	0	raie conservée
gamma	Am241	57.85	0.0052	2.6544e-019	0	raie conservée
gamma	Pa233	57.9	0.0009	6.477e-024	0	FIOverATFilter
gamma	Eu154	58.4	0.0039	2.1702e-023	0	FIOverATFilter
gamma	U237	59.541	34.5	4.8473e-019	0	raie conservée
gamma	Am241	59.541	35.94	1.8346e-015	0	raie conservée
gamma	U237	64.83	1.282	1.8012e-020	0	raie conservée
gamma	Am241	64.83	0.000145	7.4017e-021	0	FIOverATFilter
gamma	Pu239	65.723	4.56e-005	2.4081e-021	0	FIOverATFilter
gamma	Am241	67.45	0.000421	2.149e-020	0	raie conservée
gamma	Pu239	67.673	0.000164	8.6609e-021	0	FIOverATFilter
gamma	Pu239	68.699	0.0003	1.5843e-020	0	raie conservée
gamma	Pu239	68.73	0.00011	5.8091e-021	0	FIOverATFilter
gamma	U237	69.76	0.00095	1.3348e-023	0	FIOverATFilter
gamma	Am241	69.76	0.0029	1.4803e-019	0	raie conservée
gamma	Pu241	71.6	2.8e-006	1.9135e-021	0	FIOverATFilter
fluo (Pb)	Pb	72.144	0.0428	2.7792e-022	0	FIOverATFilter
fluo (Pb)	Pb	72.805	27.7	1.7987e-019	0	raie conservée
gamma	Am243	74.664	68	5.6677e-018	0	multiplicityFilter
gamma	Pu239	74.96	3.8e-005	2.0068e-021	0	FIOverATFilter
fluo (Pb)	Pb	74.969	46.2	3e-019	0	multiplicityFilter
gamma	Pa233	75.354	1.39	1.0003e-020	0	weakPeakDescriptionFilter
gamma	Am241	75.8	0.0006	3.0628e-020	0	multiplicityFilter
gamma	Pu241	77.1	2.11e-005	1.4419e-020	0	raie conservée
gamma	Pu239	77.598	0.00041	2.1652e-020	0	raie conservée
gamma	Pu239	78.422	0.000141	7.4462e-021	0	FIOverATFilter
gamma	Eu154	80.4	0.003	1.6693e-023	0	FIOverATFilter
gamma	Eu154	81.99	0.0034	1.8919e-023	0	FIOverATFilter

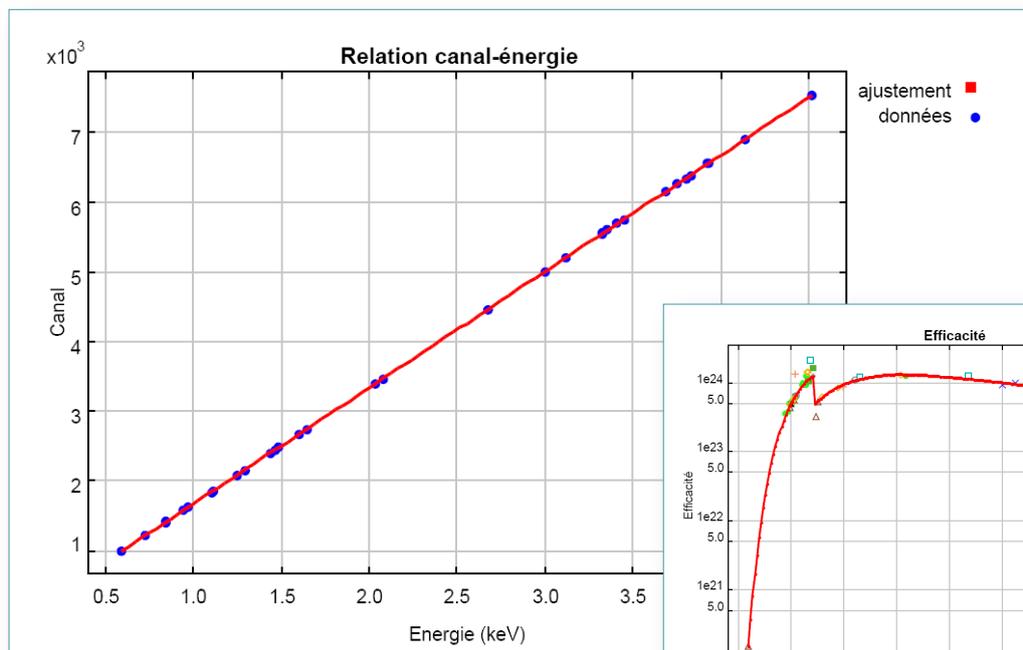
isotope	E (keV)	I (%)	T (s)	I(AT)	I(VAT)	filis	largeur (keV)	type
Am241	55.560	0.0181	1.364e+010	not coded	9.2393e-019	raie conservée		
Pu239	56.828	0.00113	7.6084e+011	not coded	5.9675e-020	raie conservée		
Am241	57.850	0.0052	1.364e+010	not coded	2.6544e-019	raie conservée		
U237	59.541	34.5	5.832e+005	not coded	4.8473e-019	raie conservée		
Am241	59.541	35.94	1.364e+010	not coded	1.8346e-015	raie conservée		
U237	64.830	1.282	5.832e+005	not coded	1.8012e-020	raie conservée		
Am241	67.450	0.000421	1.364e+010	not coded	2.149e-020	raie conservée		
Pu239	68.699	0.0003	7.6084e+011	not coded	1.5843e-020	raie conservée		
Am241	69.760	0.0029	1.364e+010	not coded	1.4803e-019	raie conservée		
Pb	72.805	27.7	0	not coded	not coded	0.06564	K-alpha-2	
Pu241	77.100	2.11e-005	4.529e+008	not coded	1.4419e-020	raie conservée		
Pu239	77.598	0.00041	7.6084e+011	not coded	2.1652e-020	raie conservée		

(a) Exemple de filtrage des raies (a) (les raies éliminées apparaissent en rouge) et de groupement des raies retenues en régions (b) (étape de

- ▶ Filtrage de la base de données atomiques et nucléaires et détermination automatique des régions d'intérêt
- ▶ Déconvolution des régions d'intérêt (appelée aussi « analyse des régions »)

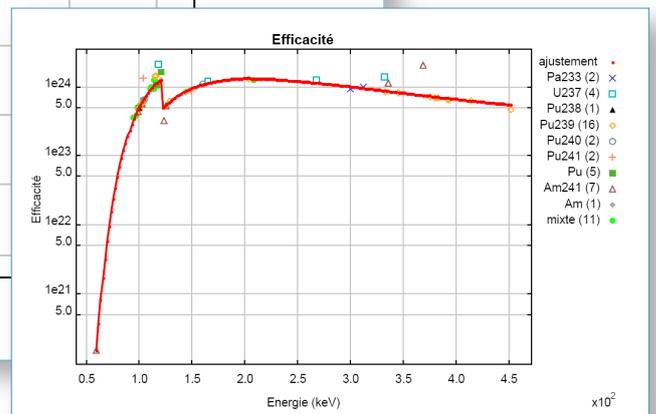


Exemple d'ajustement d'une région d'intérêt.



Exemple d'ajustement des points énergie-canal par un polynôme de degré 2.

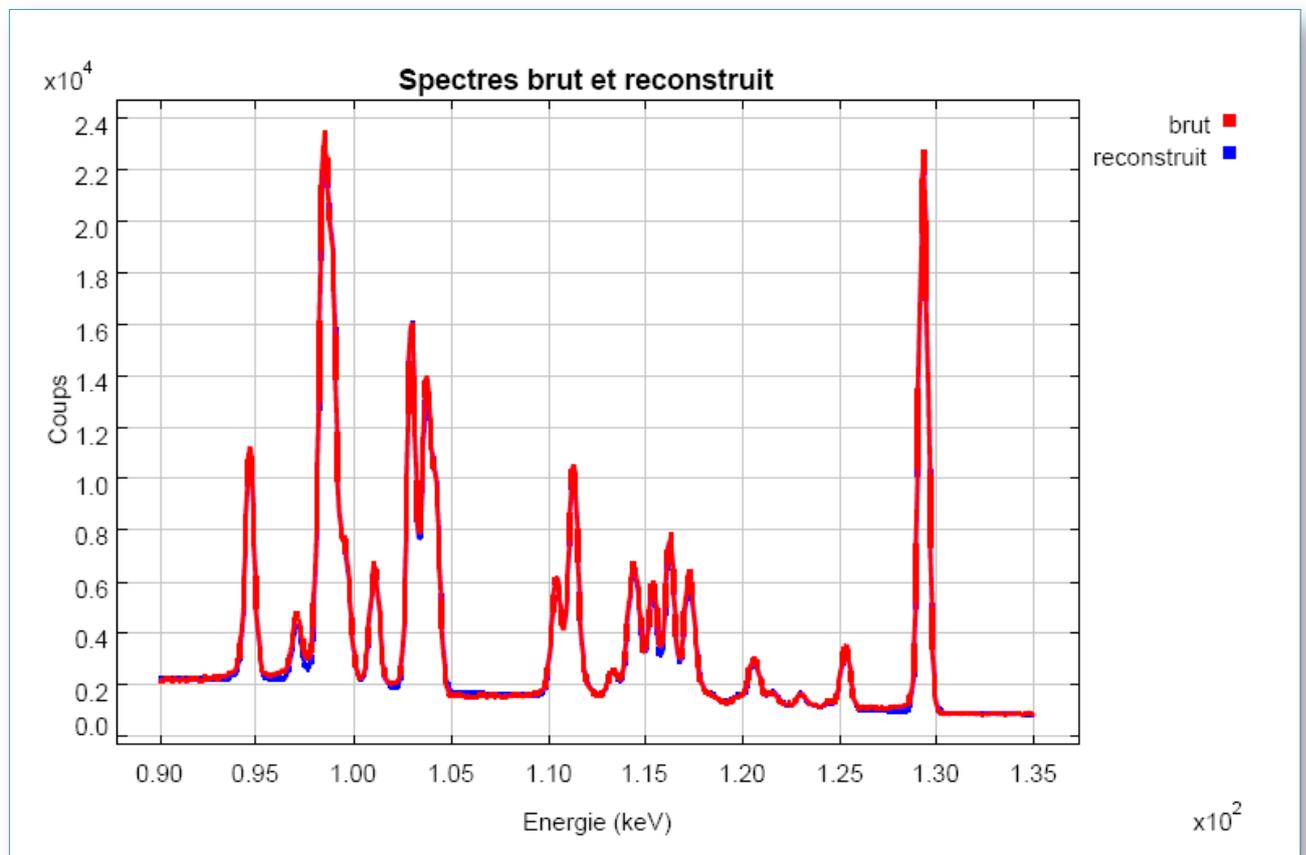
Exemple d'ajustement simultané des paramètres du modèle d'efficacité (courbe rouge) et des fractions massiques (points relatifs aux différents pics).



► Auto-étalonnage en énergie et en résolution

► Détermination de l'efficacité relative et des fractions massiques des différents isotopes identifiés

- ▶ Tests de cohérence (affichage des pics détectés non analysés, comparaison des surfaces de pics ajustées et des surfaces recalculées, visualisation du spectre brut et du spectre reconstruit, ajustements sur la qualité des résultats fournis)
- ▶ Calcul des incertitudes pour les actinides majeurs



Exemple de comparaison entre le spectre d'origine et le spectre reconstruit à partir des résultats sur la région 90 keV – 135 keV.

LOGICIEL INTEGRE **WINNER**

– **IGA**

Winner 6 intègre le module **IGA** dans une séquence d'analyse automatisée. Les résultats de la composition isotopique sont édités dans le rapport d'analyse de

Winner. Les étalonnages en énergie et résolution sont calculés par Winner et sont injectés dans les algorithmes d'**IGA**.

La courbe d'efficacité calculée par Winner est utilisée par **IGA** pour améliorer ses résultats d'analyse.

SYSTEME D'EXPLOITATION LOGICIEL

Windows 2000 Professionnel et XP

CONFIGURATION MINIMALE DE L'ORDINATEUR

- ▶ Intel Pentium 4 CPU 3.2 GHz, RAM 1 Go.

- ▶ Pour l'installation d'**IGA** et des outils associés : 10 Mo

- ▶ Pour la sauvegarde des résultats complets d'un spectre : 30 Mo

ITECH-INSTRUMENTS

tél 04.42.89.35.25 • mobile 06.13.44.01.62 • fax 04.88.71.42.00

info @ itech-instruments.com

Allée Albert Einstein • La Pinède du Griffon Bât B • 13127 Vitrolles

SIREN 488 453 283 • RCS SALON APE 722C