

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire

Accidents de criticité

CODAC

et l'évaluation des doses



Alain THOMASSIN, IRSN/SER, Fontenay-aux-Roses

Emmanuelle ARIAL, IRSN/SER, Fontenay-aux-Roses

Michaël LAGET, CEA/SERMA, Saclay

Véronique MASSE, CEA/SERMA, Saclay

et l'aimable collaboration des exploitants de MELOX et ATALANTE

5^{èmes} journées scientifiques francophones

Codes de calcul en radioprotection, radiophysique et dosimétrie

Paris, 26 mars 2014



Sommaire :

- Contexte
- CODAC de l'IRSN
 - fonction
 - l'interface homme-machine
- CIRCEE du CEA
- Exemples de résultats
 - MELOX
 - ATALANTE
- Quelques observations
- Conclusion

Contexte

Suites de l'accident de Tokai Mura le 30 septembre 1999

En cas d'accident de criticité, l'exposition est :

- I très élevée à proximité : plusieurs Gy
- I significative à distance : plusieurs mSv.h^{-1} à plusieurs centaines de mètres
- I concerne les travailleurs de l'installation et du site, ainsi que le public
- I hétérogène en direction (protection de bâtiments voisins)
- I de durée potentiellement élevée (\Rightarrow plusieurs dizaines d'heures)

L'ASN demande aux exploitants concernés de produire des cartes de dose

L'ASN demande à l'IRSN d'instruire les estimations des exploitants

L'IRSN s'est doté d'un outil d'estimation des doses en cas d'accident de criticité :

- I CODAC
- I rapide
- I traitant d'une large gamme de configurations

CODAC de l'IRSN

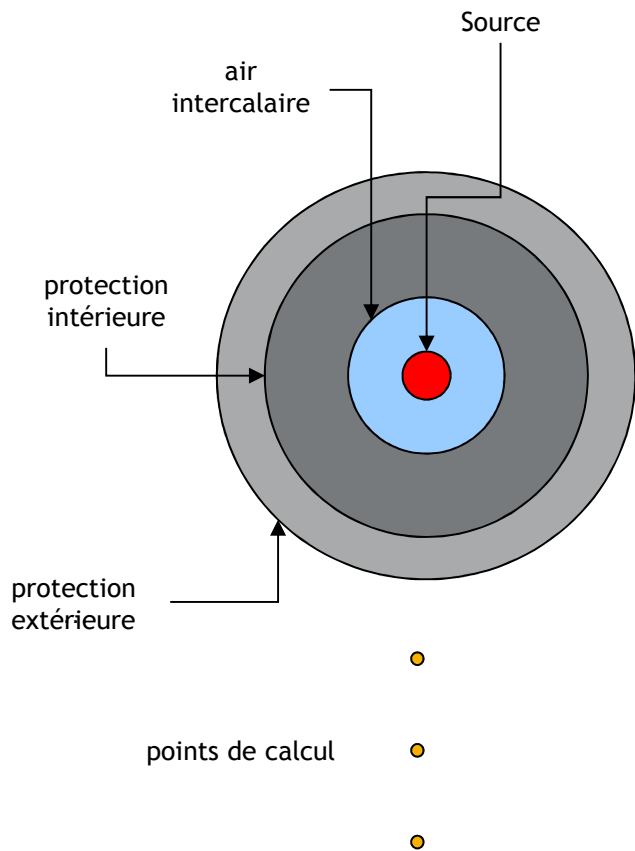
■ Bibliothèque de flux normés à 1 n.s^{-1} par groupe d'énergie pré-calculés + IHM de requête

■ Caractéristiques principales :

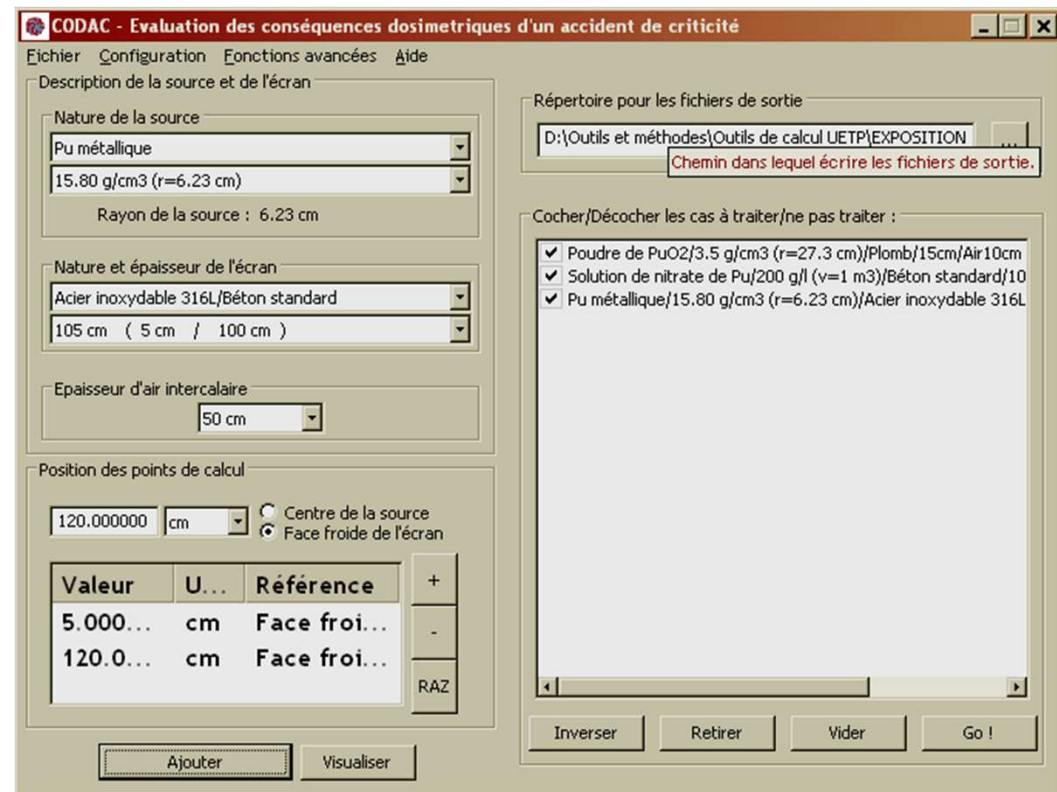
- géométrie : 1D sphérique
- rayonnements : n et γ prompts du ^{239}Pu + γ de capture
- nature des sources : métal, poudre (oxyde), solution aqueuse (nitrate)
- taille des sources : rayon critique + solutions de 1 et 20 m³
- nature et épaisseurs des protections :
 - béton ordinaire : 10 cm - 3 m
 - plomb : 5 cm - 25 cm
 - colémanite : 10 cm - 2 m
 - verre plombé : 10 cm - 1,4 m
 - magnétite : 10 cm - 2 m
 - acier : 1 cm - 35 cm
 - barytine : 10 cm - 2 m
 - bicouches possibles avec béton
- points de calcul : 5 cm face froide - jusque 1 km
- calculs : SAS1, qualifiés avec MCNP5
- terme source : $5 \cdot 10^{18}$ fissions
- fonction réponse : $H^*(10)$

CODAC de l'IRSN

Synthèse de la géométrie



Interface Homme-Machine



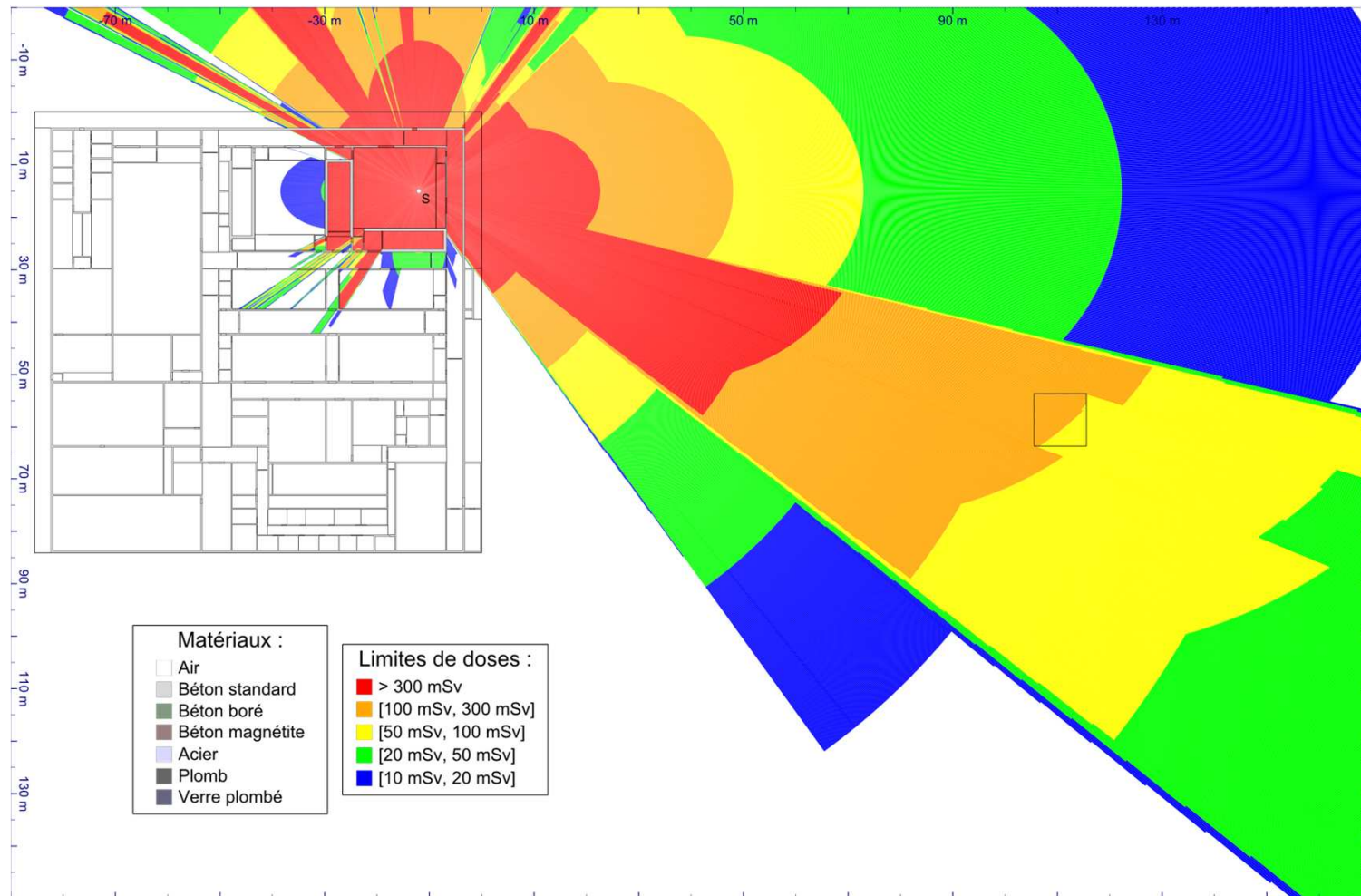
CIRCEE du CEA

■ Bibliothèque de facteurs d'atténuation de dose

■ Caractéristiques principales :

- géométrie : 3D, avec import de modèles CAO
- rayonnements : n et γ prompts du ^{239}Pu + γ de capture
- nature des sources : point ou sphères d'eau
- taille des sources : jusqu'à 1 m^3
- nature et épaisseur des protections : jusqu'à 2 m
 - béton ordinaire ■ acier
 - béton boré ■ plomb
 - magnétite ■ bicouches possibles
- points de calcul : en tout point du bâtiment et de ses alentours
- calculs : SN1D, qualifiés avec TRIPOLI-4®
- terme source : $5 \cdot 10^{18}$ fissions
- fonction réponse : $H^*(10)$ et Kerma
- sortie graphique (carte isodose) ou textuelle

CIRCEE du CEA



Voir le poster de Michaël LAGET : CIRCEE - Principe, validation et applications

MELOX / Presse de mélange final / Nord du bâtiment

- Air intercalaire 10 m + Béton ordinaire 40 cm
- Source CODAC : sphère - 16 L - $\text{Pu}(\text{NO}_3)_3$ - 200 g.L^{-1}
- Source CIRCEE : sphère - 13,8 L - H_2O
- Dose (mSv) pour $5 \cdot 10^{18}$ fissions et selon la distance (m) :

Distance	CIRCEE	CODAC
40	> 300	303
50	[100 - 300[	202
100	[50 - 100[	56
130	[20 - 50[	34
150	[20 - 50[	26
200	[10 - 20[	14

Accord excellent 😊 😊

ATALANTE / Chaîne de traitement des déchets / Ouest du bâtiment

Air intercalaire 1 m + Plomb 20 cm + Béton ordinaire 30 cm

Source CODAC : sphère - 16 L - $\text{Pu}(\text{NO}_3)_3$ - 200 g.L^{-1}

Source CIRCEE : sphère - 6 L - H_2O

Dose (mSv) pour $5 \cdot 10^{18}$ fissions et selon la distance (m) :

Distance	CIRCEE	CODAC
30	> 300	> 300
40	> 300	209
60	[100 - 300[	97
80	[100 - 300[	55
100	[50 - 100[	35
120	[20 - 50[	24
140	[20 - 50[	17
160	[20 - 50[	13
180	[20 - 50[	10

Accord assez satisfaisant, avec CODAC inférieur à CIRCEE ☺

ATALANTE / Chaîne de développement du retraitement / Ouest du bâtiment

- Air intercalaire 5 m + Béton (colémanite ou magnétite) 100 cm + (Béton ordinaire 30 cm)
- Source CODAC : sphère - 16 L - $\text{Pu}(\text{NO}_3)_3$ - 200 g.L^{-1}
- Source CIRCEE : sphère - 6 L - H_2O
- Dose (mSv) pour $5 \cdot 10^{18}$ fissions et selon l'endroit :

Nature	Distance	CIRCEE	CODAC
colémanite	Contact	[100 – 300[	37
	salle la plus proche	< 10	2
magnétite	Contact	[100 – 300[	116
	salle la plus proche	[50 – 100[	2

- Des écarts parfois importants 😞 😞

Quelques observations

- Pour la plupart des configurations examinées : CODAC \approx CIRCEE en monocouche et bicouches
- Des écarts parfois importants sont relevés, notamment pour les protections épaisses
- Quelques origines possibles pour les écarts :
 - composition des matériaux, H pour le béton ordinaire par exemple
 - découpage énergétique, Fe dans les bétons lourds par exemple
 - atténuation dans l'air et rétrodiffusion, points de calcul éloignés par exemple
 - ...
- La comparaison CODAC avec CIRCEE, voire d'autres outils, doit être étendue

Conclusion

CODAC répond au besoin de l'IRSN :

- ▮ rapidité
- ▮ large gamme de configurations
- ▮ cohérent avec un autre outil

Légitimation de l'expertise pour l'ASN

Le futur :

- ▮ extension de la comparaison CODAC / CIRCEE
- ▮ comparaison avec les abaques de Lavie
- ▮ comparaison avec des formulations analytiques de la littérature
- ▮ comparaison avec d'autres outils ?

Merci de votre attention