
Calculs

des **I**so-doses en cas

de **R**isque

de **C**riticité

en **E**nvironnement

Evolutif

CEA /DEN

Pôle de Compétence en Criticité

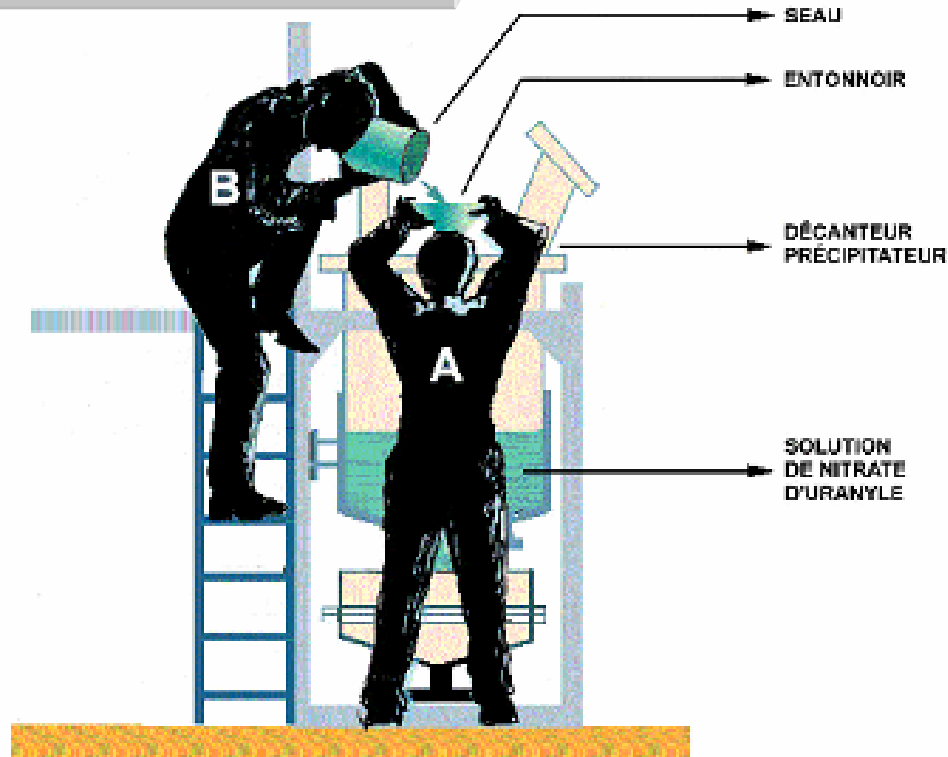
V. Massé

Introduction

RADIOPROTECTION

1) source dynamique

Accident de criticité TOKAÏ MURA

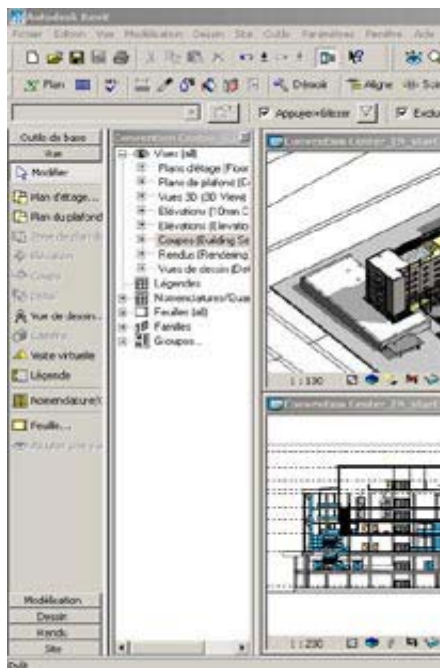


2) Irradiation couplée

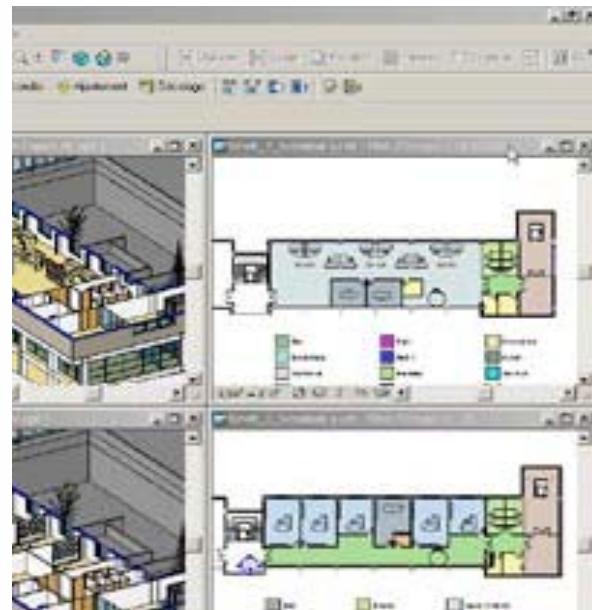
NEUTRON + GAMMA

Gérer la crise, c'est aussi l'avoir prévue!

cea



Engagements CEA



Dispositions

Protection opérateurs Évacuation, Intervention, ...

Objectif réglementaire : Evaluation préalable

Limitation de dose *en cas d'intervention humaine de secours*



Situation d'urgence radiologique

Caractère réglementaire

code de la santé publique

Limite dose efficace

100 ou 300 mSv

Mode Evaluation RS ou **Gestion de Crise**

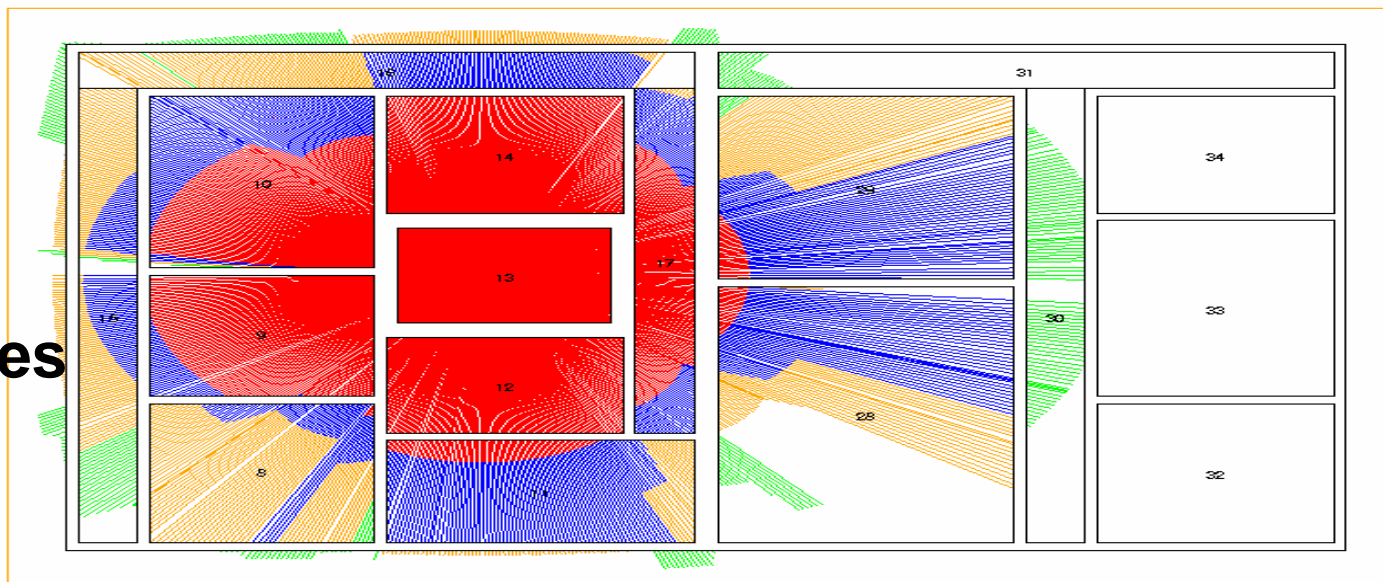
SOURCE : MF, Volume, Nb de fissions, Localisations



GEOMETRIE



4 contributions à la dose
les neutrons, les γ prompts de fissions,
les interactions (n, γ)
les γ issus de la désintégration des PF



En qq secondes

**Tracé des
ISODOSES**

Simulation = outil d'aide à la décision

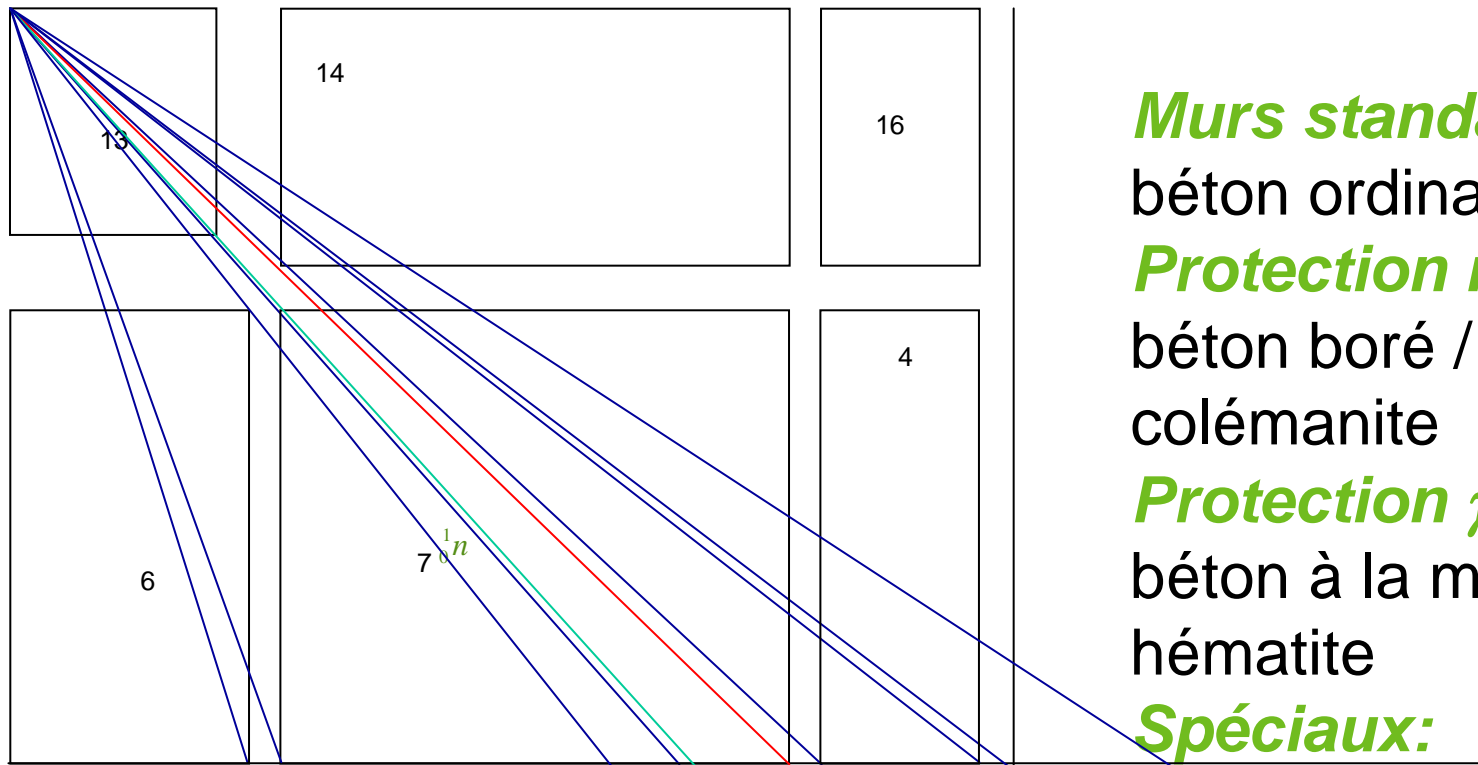
Données d'entrée **paramétrables**

= > aide à la conception

Evaluation préalable à l'intervention, ...



Atténuation n et γ



Murs standards:

béton ordinaire

Protection n :

béton boré /
colémanite

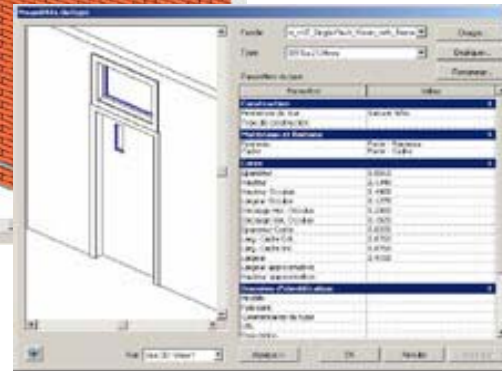
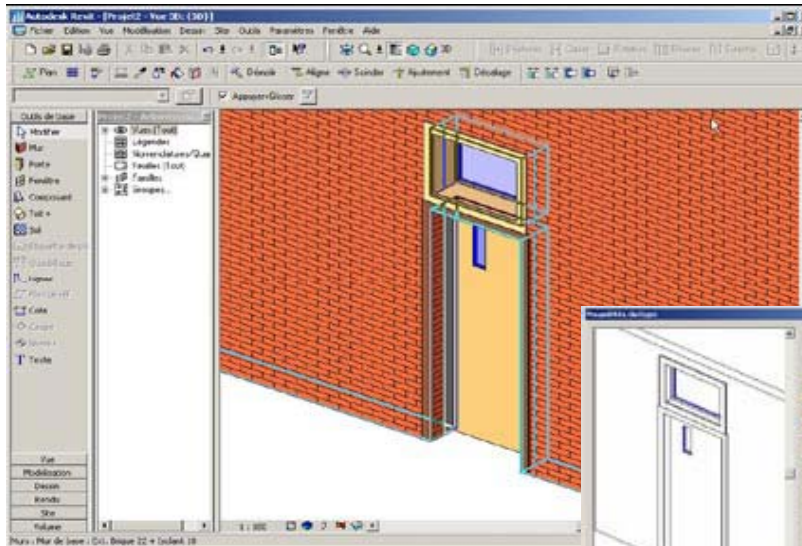
Protection γ :

béton à la magnétite/
hématite

Spéciaux:

acier, plomb

Données d'entrée liminaires



Types de familles	
Non:	0915 x 2134mm
Paramètre	Valeur
Epaisseur Cadre	20.00
Larg. Cadre Ext.	76.00
Larg. Cadre Int.	76.00
Largeur	915.00
Largeur approximativ	
Hauteur approximativ	
Données d'identification	
Modèle	
Fabricant	
Commentaires du typ	
UR	
Description	
Code d'assemblage	
Protection contre l'inc	
Coût	
Autre	
transom	M Transom : Transom-Rectan
OK	
Annuler	

Modèle CAO

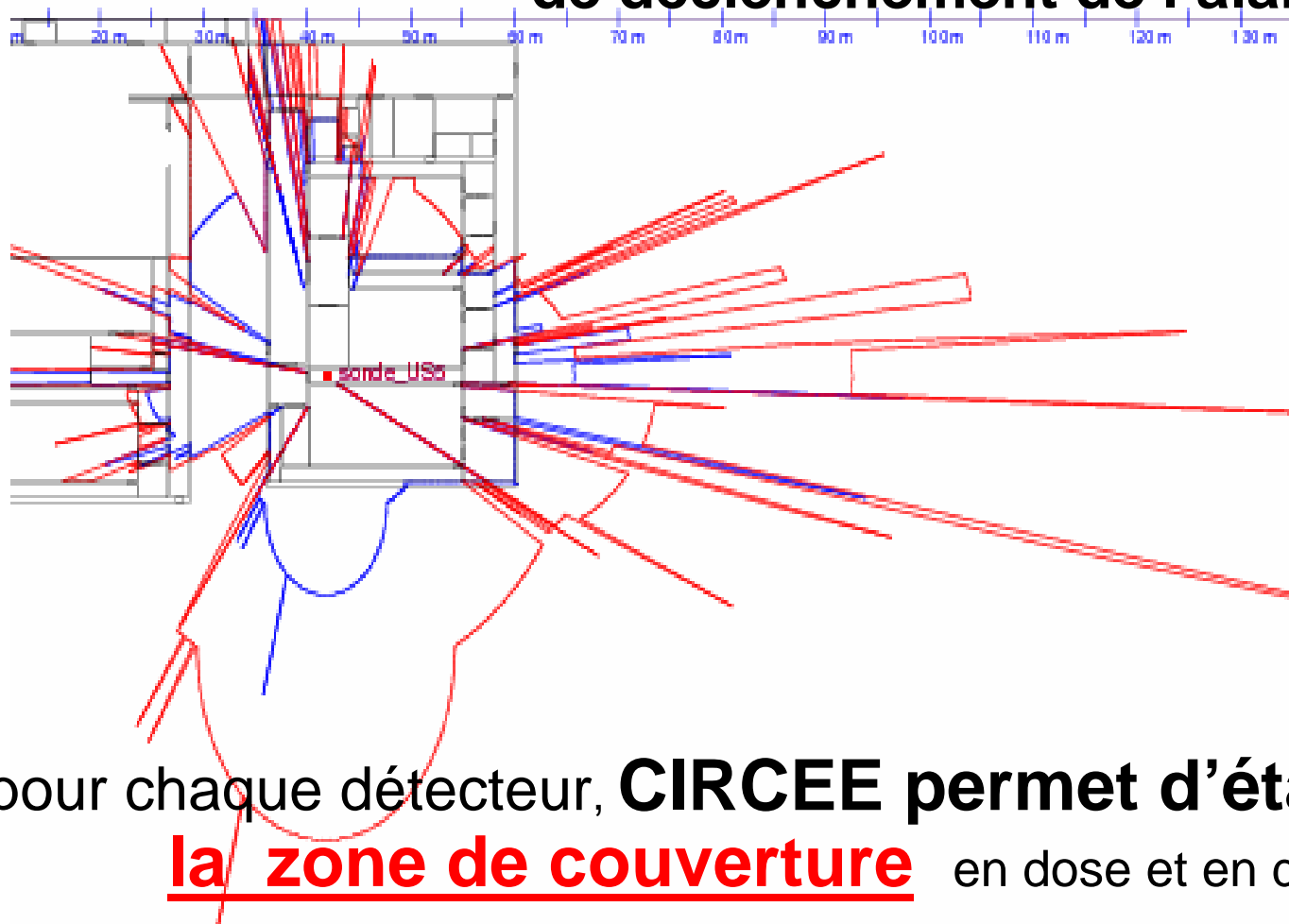
Nécessaire à d'autres les corps de métier

du Génie civil TQC

+ type de matériaux

Mode Validation Implantation des Détecteurs

Validation en fonction du principe de déclenchement de l'alarme



Méthode : Atténuation ligne droite + qq

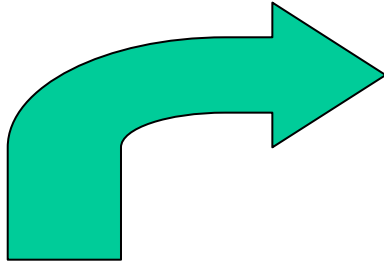


Brevet



BD 10100 du 22 octobre 2007 :

SP 31127PR

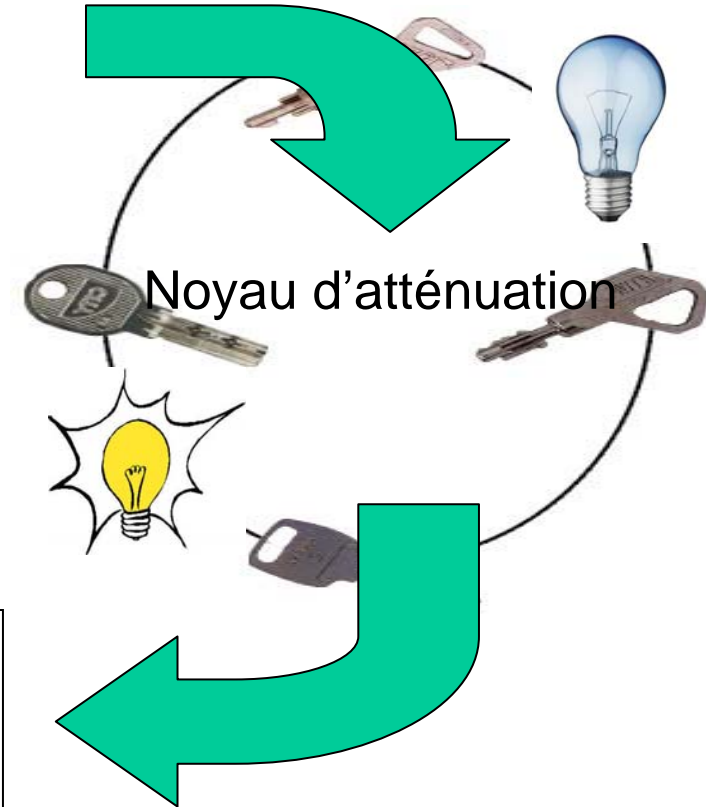


calculs Sn1D
1 130 976 pts

Polynômes de
Lagrange

CIRCEE

Qualification



Elaboration des polynômes de Lagrange

- **Évolution :**

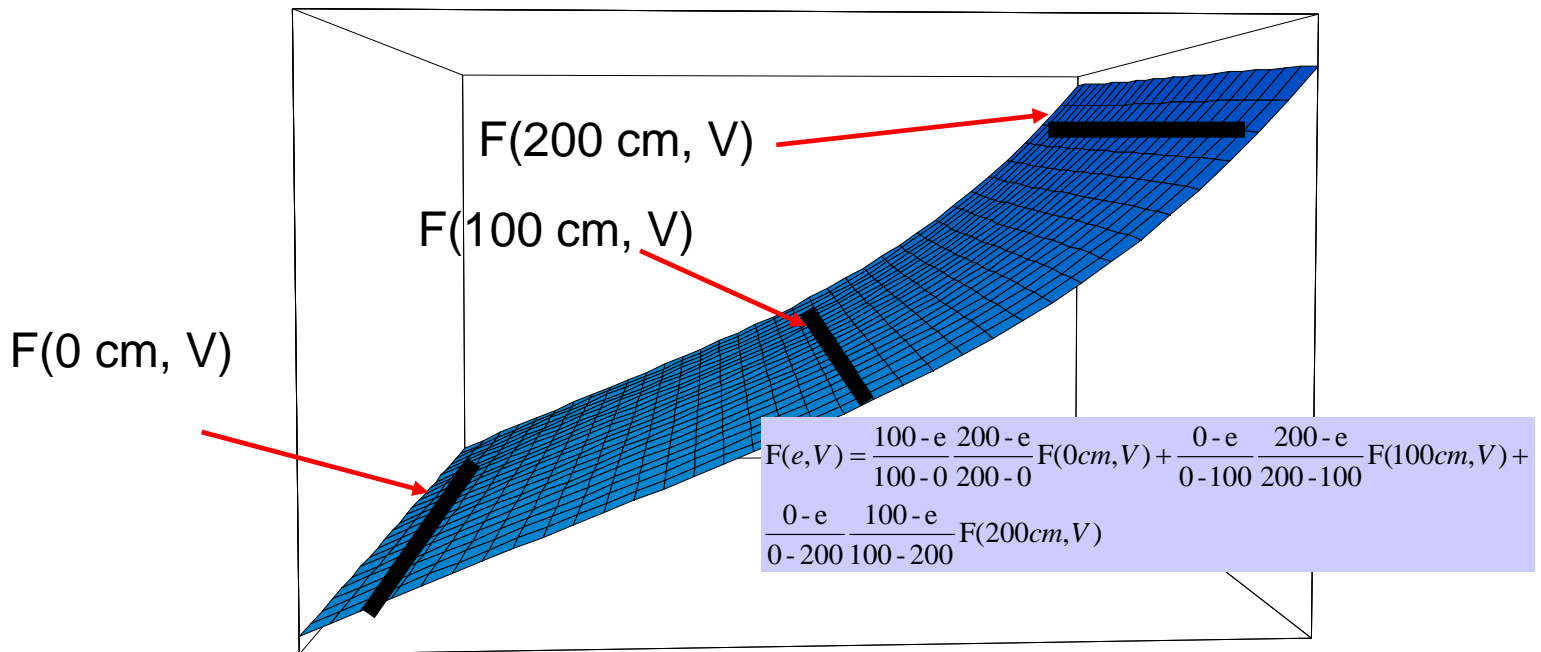
code de calcul DARWIN 2.0 PEPIN2 avec la bibliothèque JEFF3

- **Transport :**

code de calculs multi groupe Sn1D avec la bibliothèque ENDF/B6 à 175 groupes d'énergie pour les neutrons et 36 groupes pour les γ



$F(e_{\text{fixé}}, V)$



L'exactitude des interpolations est vérifiée par comparaison $FA_{\text{calculés}}$ à partir des calculs Sn1D $FA_{\text{interpolés}}$ via un outil interne CP2C

Interpolations acceptables si l'erreur moyenne < 10%

Allure d'un polynôme

$$Fa = \text{Exp}(((50-x) * (340-x) * (200-x) * (0.03825517252 * (-12.907755279+y) * (-3.784189634+y) * (1.823550516 - 0.01706760917 * z - 0.41719890379 * z^2 - 0.003574313583 * z^3 + 0.003604381365 * z^4 - 0.0001863087629 * z^5 - 0.0002748302484 * z^6 + 0.00009143530565 * z^7 - 0.00001374770835 * z^8 + 1.084007278e-6 * z^9 - 4.218846376e-8 * z^{10} + 6.130054804e-10 * z^{11}) - 0.08460118978 * (-6.907755279+y) * (0.+y) * (1.876726717 - 0.01347428407 * z - 0.02085084081 * z^2 - 0.004637547756 * z^3 + 0.00490843896 * z^4 - 0.0003796891087 * z^5 - 0.0003480360525 * z^6 + 0.0001228254811 * z^7 - 0.00001874984617 * z^8 + 1.492547503e-6 * z^9 - 5.914746262e-8 * z^{10} + 8.958827148e-10 * z^{11}) + 0.04634601726 * (-3.784189634+y) * (0.+y) * (1.935024008 - 0.02185642185 * z - 0.02574119507 * z^2 - 0.002349894391 * z^3 + 0.005988904003 * z^4 - 0.0008533837432 * z^5 - 0.0003861955656 * z^6 + 0.0001679905096 * z^7 - 0.00002801201389 * z^8 + 2.385149578e-6 * z^9 - 1.018092162e-7 * z^{10} + 1.712072146e-9 * z^{11}))) / (1.08e6 + ((140-x) * (200-x) * (-20+x) * (-0.08460118978 * (-6.907755279+y) * (0.+y) * (6.039750881 - 0.1300141462 * z - 0.08385032567 * z^2 + 0.03609595932 * z^3 + 0.01194488263 * z^4 - 0.007025292573 * z^5 + 0.0004560705549 * z^6 + 0.0002961200028 * z^7 - 0.0000742202464 * z^8 + 7.366074486e-6 * z^9 - 3.407140371e-7 * z^{10} + 6.034422262e-9 * z^{11}) + 0.03825517252 * (-6.907755279+y) * (-3.784189634+y) * (5.982275915 - 0.05798221801 * z - 0.09164450476 * z^2 - 0.005562362898 * z^3 + 0.03057813707 * z^4 - 0.006038388994 * z^5 - 0.002080111657 * z^6 + 0.001058933097 * z^7 - 0.0001875816195 * z^8 + 0.00001673199132 * z^9 - 7.526022347e-7 * z^{10} + 1.357252847e-8 * z^{11}) + 0.04634601726 * (-3.784189634+y) * (0.+y) * (6.098971903 - 0.06226567936 * z - 0.1141572243 * z^2 + 0.0006452908011 * z^3 + 0.03743007543 * z^4 - 0.0086224455 * z^5 - 0.002298867693 * z^6 + 0.001307899558 * z^7 - 0.0002388143221 * z^8 + 0.00002170350121 * z^9 - 9.921167671e-7 * z^{10} + 1.819351088e-8 * z^{11}))) / (455000. + ((200-x) * (-70+x) * (-20+x) * (0.03825517252 * (-6.907755279+y) * (-3.784189634+y) * (11.06999061 - 0.1038525046 * z - 0.1878832643 * z^2 + 0.003678665791 * z^3 + 0.07148482622 * z^4 - 0.0172790918 * z^5 - 0.004636652338 * z^6 + 0.002681130043 * z^7 - 0.0004925935679 * z^8 + 0.00004490899659 * z^9 - 2.057427235e-6 * z^{10} + 3.781307716e-8 * z^{11}) - 0.08460118978 * (-6.907755279+y) * (0.+y) * (11.10280004 - 0.1023909826 * z - 0.1931876954 * z^2 + 0.004568959225 * z^3 + 0.07377608956 * z^4 - 0.01800136864 * z^5 - 0.004744817616 * z^6 + 0.00276422765 * z^7 - 0.0005085191128 * z^8 + 0.00004638215411 * z^9 - 2.125486263e-6 * z^{10} + 3.90748894e-8 * z^{11}) + 0.04634601726 * (-3.784189634+y) * (0.+y) * (11.26796238 - 0.1205977568 * z - 0.2016768726 * z^2 + 0.01104902769 * z^3 + 0.07612927663 * z^4 - 0.0192958323 * z^5 - 0.004818169288 * z^6 + 0.002883492573 * z^7 - 0.0005337459438 * z^8 + 0.00004883750946 * z^9 - 2.243098635e-6 * z^{10} + 4.132187599e-8 * z^{11}))) / (504000. + ((-140+x) * (-70+x) * (-20+x) * (0.03825517252 * (-6.907755279+y) * (-3.784189634+y) * (15.27194898 - 0.1731222123 * z - 0.271737387 * z^2 + 0.0293855169 * z^3 + 0.09728479583 * z^4 - 0.0264758607 * z^5 - 0.005761973596 * z^6 + 0.003671619835 * z^7 - 0.0006870868705 * z^8 + 0.00006312309741 * z^9 - 2.905104301e-6 * z^{10} + 5.359627787e-8 * z^{11}) - 0.08460118978 * (-6.907755279+y) * (0.+y) * (15.36048683 - 0.2033548523 * z - 0.278235496 * z^2 + 0.03777535528 * z^3 + 0.09794164734 * z^4 - 0.02745097852 * z^5 - 0.005750406486 * z^6 + 0.003746845434 * z^7 - 0.0007048646898 * z^8 + 0.00006495603436 * z^9 - 2.996922434e-6 * z^{10} + 5.542364029e-8 * z^{11}) + 0.04634601726 * (-3.784189634+y) * (0.+y) * (15.63278503 - 0.2170069905 * z - 0.2709327135 * z^2 + 0.03941170201 * z^3 + 0.09801654748 * z^4 - 0.02761899106 * z^5 - 0.005870484375 * z^6 + 0.003812498765 * z^7 - 0.0007172019365 * z^8 + 0.00006609744744 * z^9 - 3.049795038e-6 * z^{10} + 5.640878582e-8 * z^{11}))) / (1.404e6)$$

Qualification du logiciel CIRCEE

Interpolation des polynômes

est comparée pour des cas d'études en référence
au code **Monte Carlo TRIPOLI 4.**

Et au **code Sn1d** sur le domaine :



0 à 1000 litres solution fissile

5 types de matériaux

Bicouches jusqu'à 2m

*Temps de refroidissement
de 0 s à 24 H*

Gérer la crise, c'est l'avoir prévue

Logiciel Quasi instantané + 3D

- Assistance à la **Gestion de crise**
 - Validation **Zones de Couverture EDAC**
-
- Exploitation du logiciel REX TOKAï
Etudes d'accidents : (Iso doses + EDAC) Rapports Sûreté INB CEA
- **Projet d'industrialisation**
- Projets futurs
Transposition du noyau d'atténuation à d'autres applications:
Médical, Radioprotection,...





Merci à
Maurice CHIRON

Codétenteur du brevet
retraité du CEA depuis septembre 2008