

RAYXPERT[©] V1.3

UN LOGICIEL DE MODÉLISATION 3D ET DE CALCUL DE DÉBIT DE DOSE PAR MONTE-CARLO

C. Dossat, P. Pourrouquet, J.-C. Thomas, L. Sarie, R. Loze,
D. Lavielle, P.-F. Peyrard, N. Chatry



- Généralités
- Aperçu des fonctionnalités
- Cœur du Monte-Carlo
- Options de calcul
- Validation photons et électrons
- Exemples d'applications
- Evolutions

- **TRAD : Tests et Radiations, FASTRAD[©]**
- **RayXpert[©] : outil commercial dédié à la radioprotection**
- **Plusieurs licences vendues, utilisé par**  **IRSN**
INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLEAIRE
- **Disponible en version française et anglaise**
- **Logiciel 3D compatible avec Windows XP[®], et Windows 7[®]**
- **C++, bibliothèques OpenMP[®], OpenGL[®] et OpenCascade[©]**
 - ▶ autorise le calcul multi-cœurs
 - ▶ passerelle vers le monde de la CAO

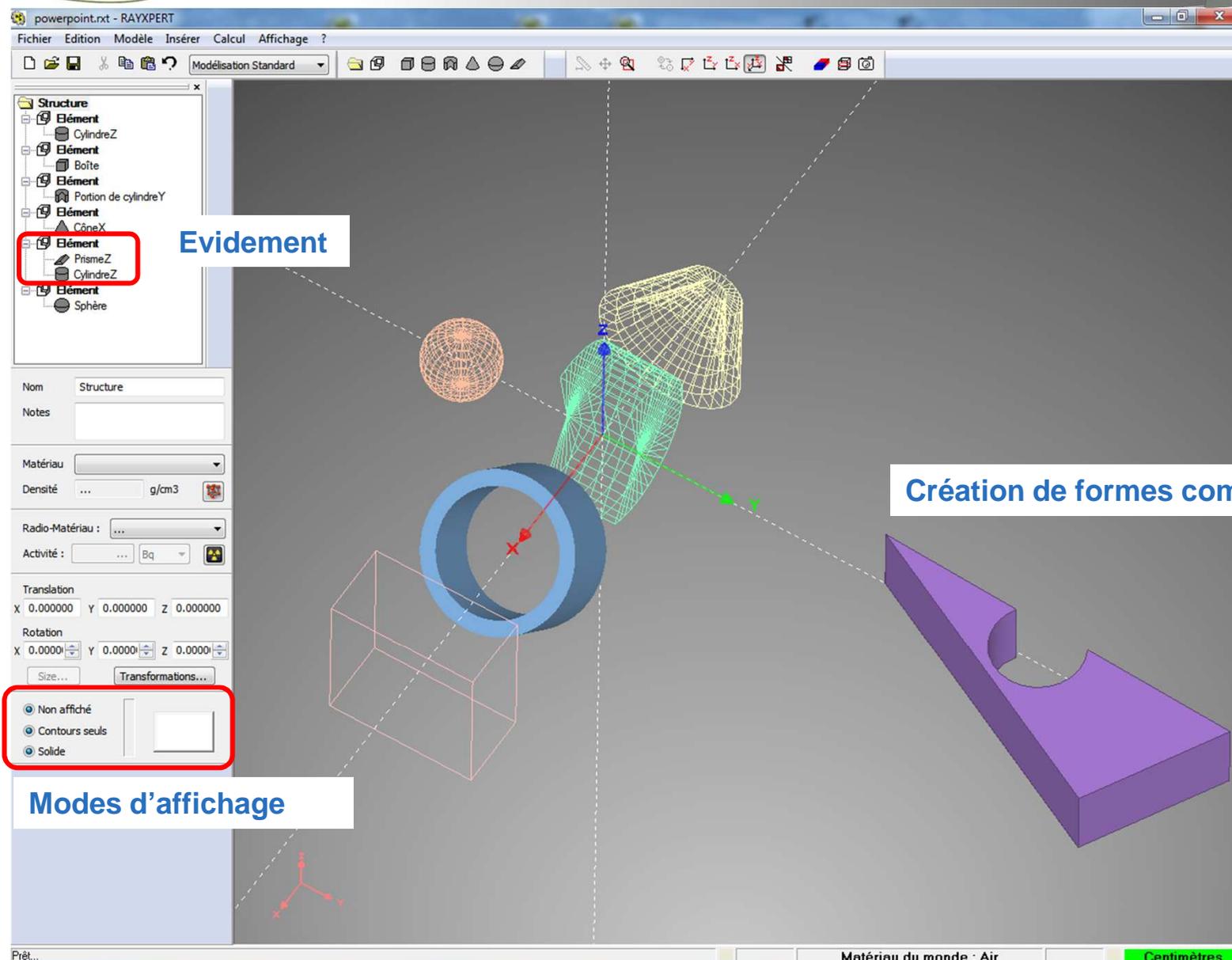
The screenshot displays the TRAD software interface. At the top, there is a menu bar (Fichier, Edition, Modèle, Insérer, Calcul, Affichage) and a toolbar with various icons. On the left side, there is a tree view labeled 'Structure' containing a list of elements: Sphère, Prisme.Z, Cône.X, Portion de cylindre.Y, Cylindre.Z, and Boîte. Below this is a properties panel for the selected 'Structure' element, showing fields for Nom, Notes, Matériau, Densité (0.000 g/cm3), Radio-Matériau, and Activité. It also includes translation and rotation coordinates (X, Y, Z) and options for 'Non affiché', 'Contours seuls', and 'Solide'. The main 3D view shows several geometric shapes: a sphere, a blue ring, a green cube, a yellow cylinder, and a purple rectangular prism. A 3D coordinate system (X, Y, Z) is visible at the bottom left of the 3D view. The status bar at the bottom indicates 'Matériau du monde : Air' and 'Centimètres'.

Formes élémentaires de modélisation

Arborescence

Fenêtre 3D interactive

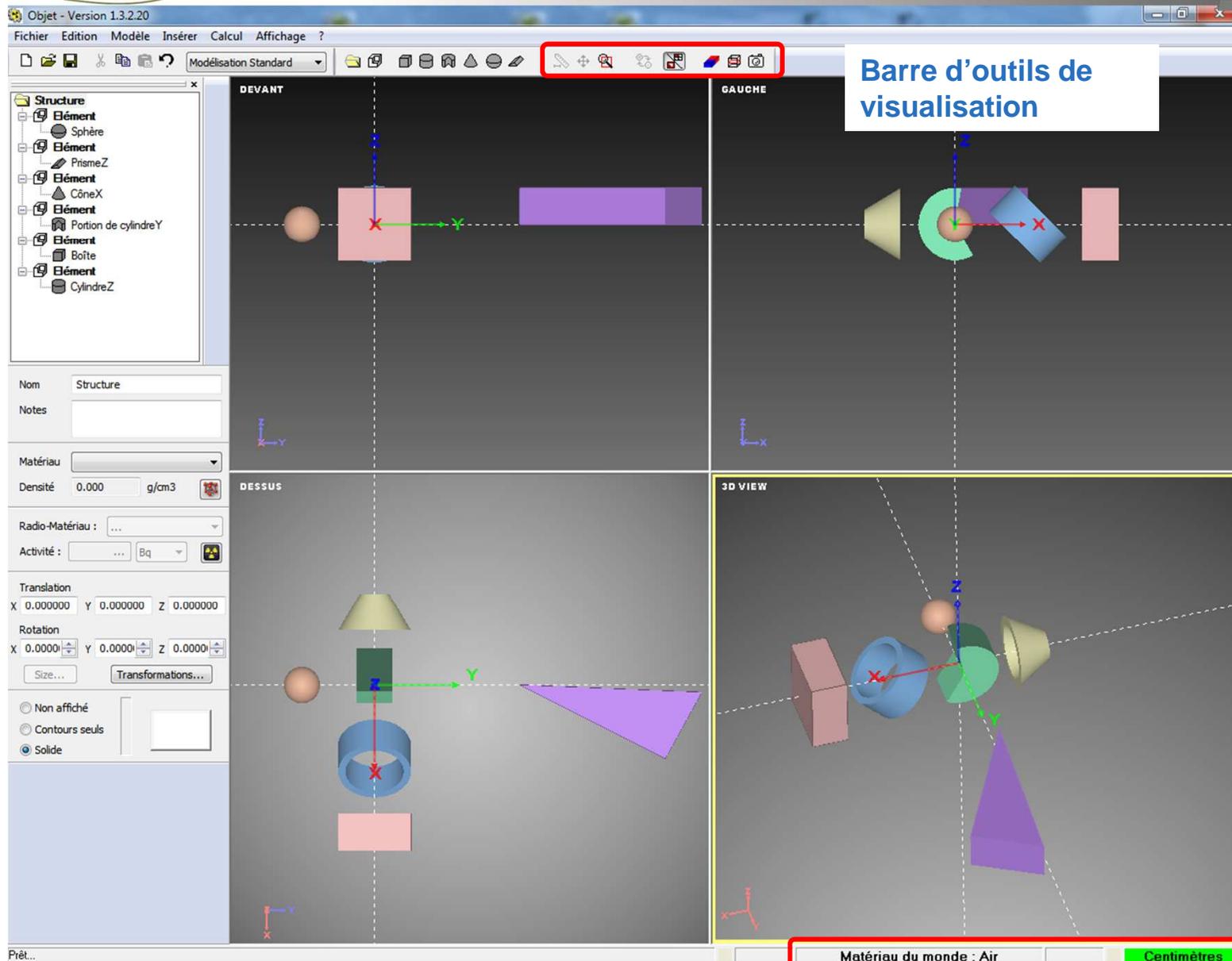
Propriétés et Transformations



Evidement

Création de formes complexes

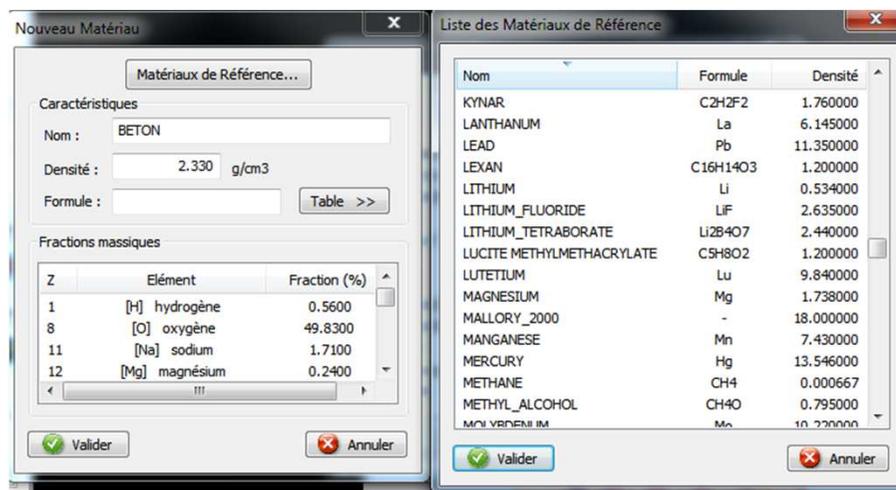
Modes d'affichage



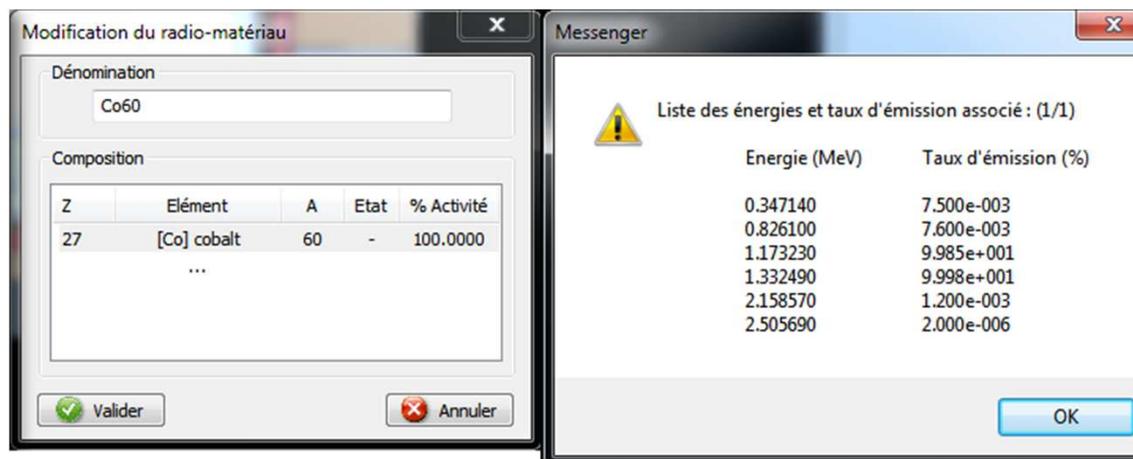
The screenshot shows the RAYXPRT software interface. On the left, a tree view lists the structure components, including several 'Forme Tessellisé' (meshed shapes). The main window displays a 3D model of a mechanical assembly with a coordinate system (X, Y, Z). A dialog box titled 'Import STEP avancé' is open, showing the file path 'X:\RAYXPRT\ASM-20120829-651-82912pubrel.step' and various settings for the import process, such as 'Discretisation' (number of triangles) and 'Mode de Chargement' (New model or Model in progress). A 'Valider' button is visible at the bottom of the dialog.

Import et export de modèles CAO au format .step

- Liste de matériaux prédéfinis (NIST)



- Isotopes tirés de EAF2010 : du ^1H au ^{258}Fm



- **Spectre de raies issues de la décroissance radioactive :**
 - ▶ EAF 2010
 - ▶ Prise en compte de la raie à 511 keV pour les émetteurs β^+
 - ▶ Sources gammas volumiques isotropes

- **Spectres continus d'électrons ou photons:**
 - ▶ Distribution mono-énergétique, constante ou définie par l'utilisateur
 - ▶ Sources volumique ou surfacique isotrope associée à un volume
 - ▶ Sources de type faisceau circulaire avec un direction donnée
 - ▶ Possibilité de définir des cônes d'émissions

- **Physique basée sur GEANT4 entre 1keV et 100 MeV**

- **Photons**

- ▶ Diffusion Compton

- ▶ Effet photo-électrique



Fluorescence, émission Auger

- ▶ Création de paires ($E > 1.022 \text{ MeV}$)

- **Electrons et positrons**

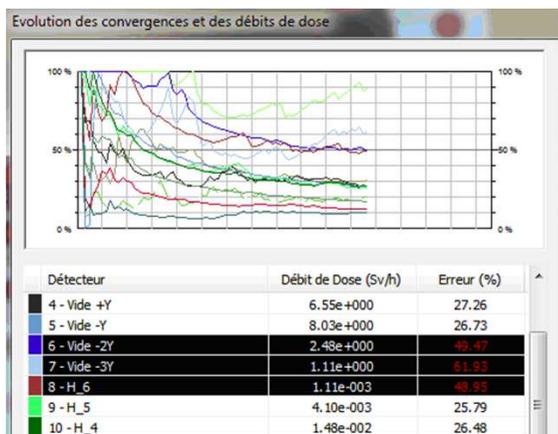
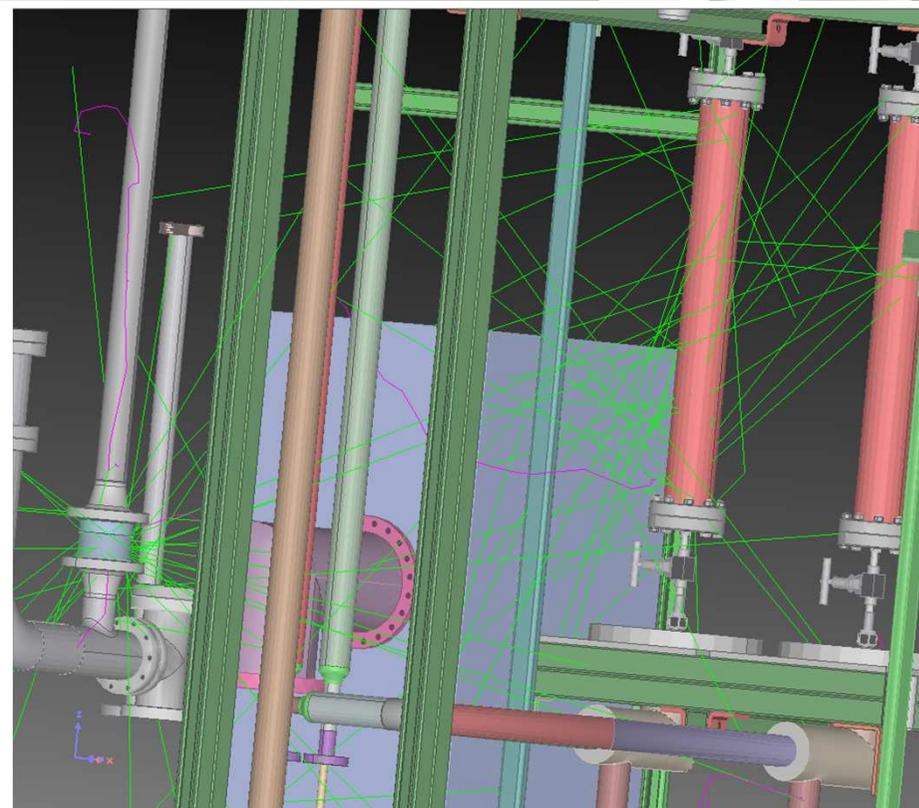
- ▶ Bremsstrahlung

- ▶ Ionisation

- ▶ Diffusion multiple

- ▶ Annihilation pour les positrons ($E > 1.022 \text{ MeV}$)

- Multi-sources et multi-détecteurs
- Biaisage automatisé de type « Weight Windows » (MCNPX™)
- Suivi des e^- et des γ avec visualisation des trajectoires
- Calcul multi-cœurs (OpenMP®)
- Débit d'équivalent de dose ambient $H^*(10)$ (CIPR74) et/ou dose en Gy



- Suivi graphique de l'évolution de la dose et de l'erreur
- Contribution des doses par source pour chaque détecteur

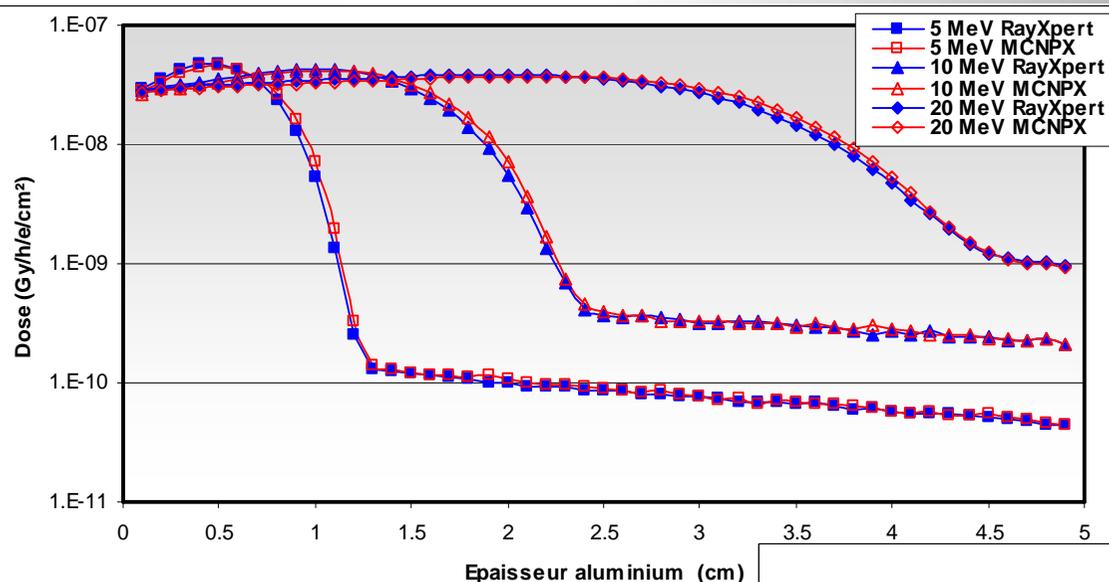
- Transport des photons et particules secondaires pour différents matériaux (eau, béton, plomb...) et sources (Co, Cs, Eu...)

Matériau	H*(10) $\mu\text{Sv.lh}$					
	RayXpert [©] V1.3	MCNPX [™]	DOSIMEX-G Taylor	DOSIMEX-G Berger	MICROSHIELD [®]	MERCURAD [™]
Air (1.3e-3)	242	242	244	243	243	247
Eau (1.0)	178	165	192	184	180	191
Aluminium (2.7)	100	99	109	108	108	118
Béton (2.35)	112	106	125	125	116	126
Fer (7.86)	39	38	36	38	40	44
Plomb (11.34)	20	20	16	24	19	21
Uranium (19)	11	10	8	13	10	11
Beryllium (1.85)	138	138	179	150	NC	181
Carbone (2.25)	119	113	136	124	131	141
Sodium (0.97)	178	175	201	195	NC	200
Silicium (2.2)	114	112	123	124	NC	134
Tungstène (19.25)	13	13	10	14	12	13
Etain (6.52)	44	43	41	48	44	49

- Calculs de dose pour une source sphérique de 20 cm de rayon (1GBq ⁶⁰Co) en fonction du matériau à une distance de 100 cm.

Résultats DOSIMEX, MICROSHIELD[®] et MERCURAD[™] tirés du tableau T-6 du dossier de validation DOSIMEX-G Version 1.3, Alain Vivier, Gérard Lopez.

Autres résultats : calculs fait avec MCNPX[™] v2.7.0, et avec RayXpert v1.3



▪ Calculs de Dose VS Energie dans de l'aluminium

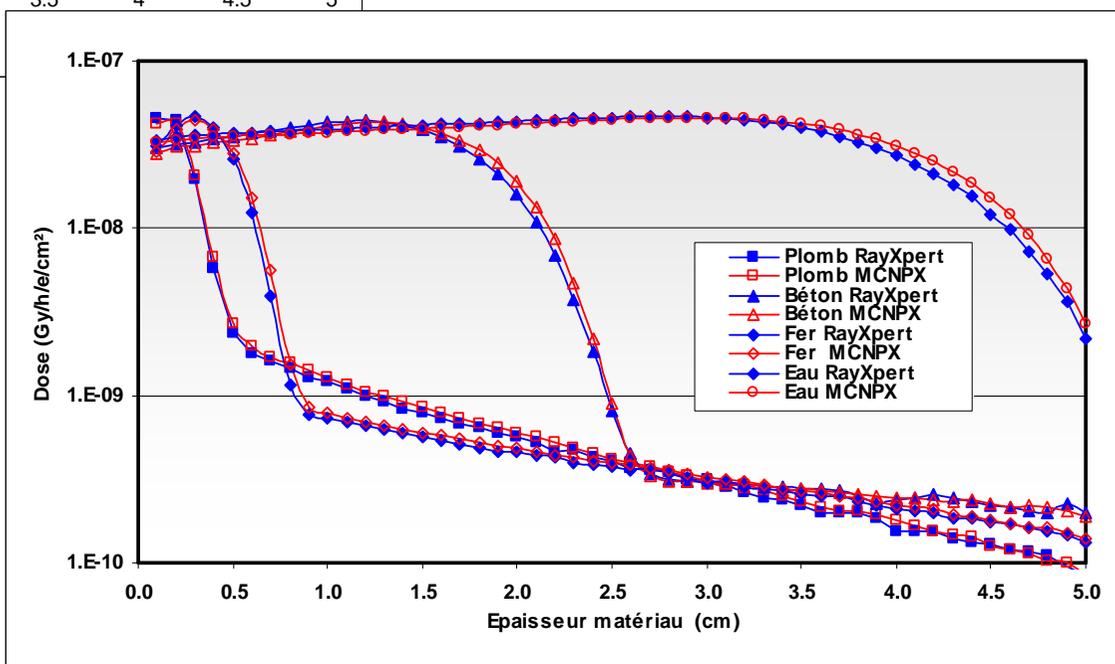
▪ Ecart moyen entre RayXpert v1.3 et MCNPX v2.7.0 ~ 6 %

▪ Ecart maximum ~ 20 %

▪ Calculs de Dose VS Matériau @ 10 MeV

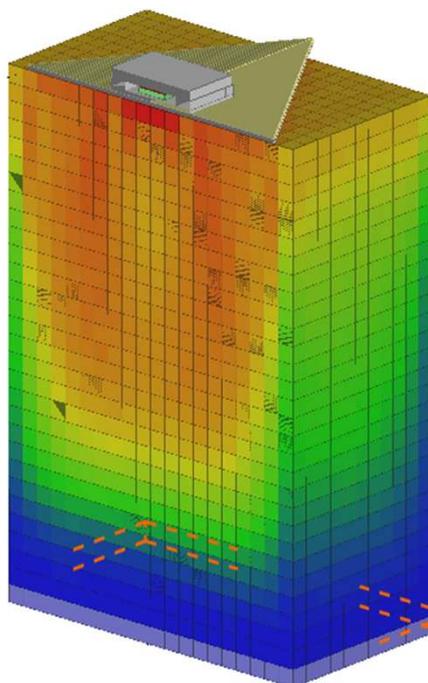
▪ Ecart moyen entre RayXpert v1.3 et MCNPX v2.7.0 ~ 6 %

▪ Ecart maximum ~ 20 %



■ RADIOPROTECTION

- Dimensionnement des voiles d'un bunker ^{60}Co
- Dimensionnement d'une salle pour l'accueil d'un LINAC électrons 4 MeV (TRAD)

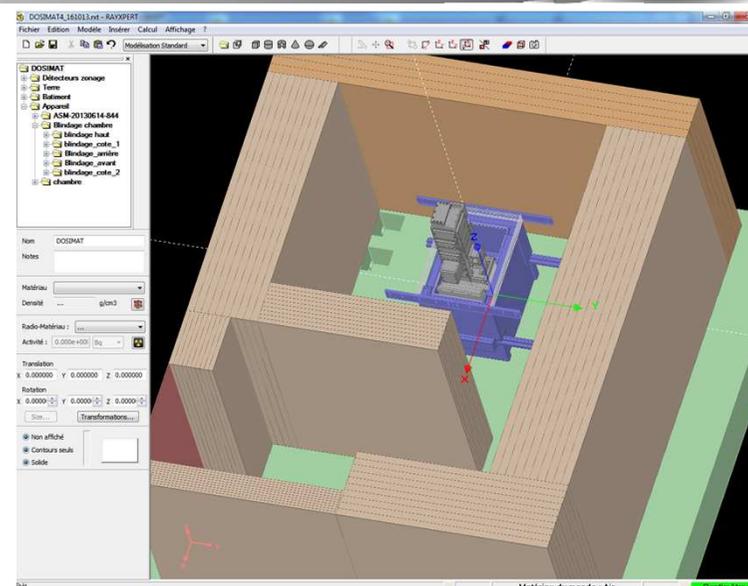


■ MEDICAL

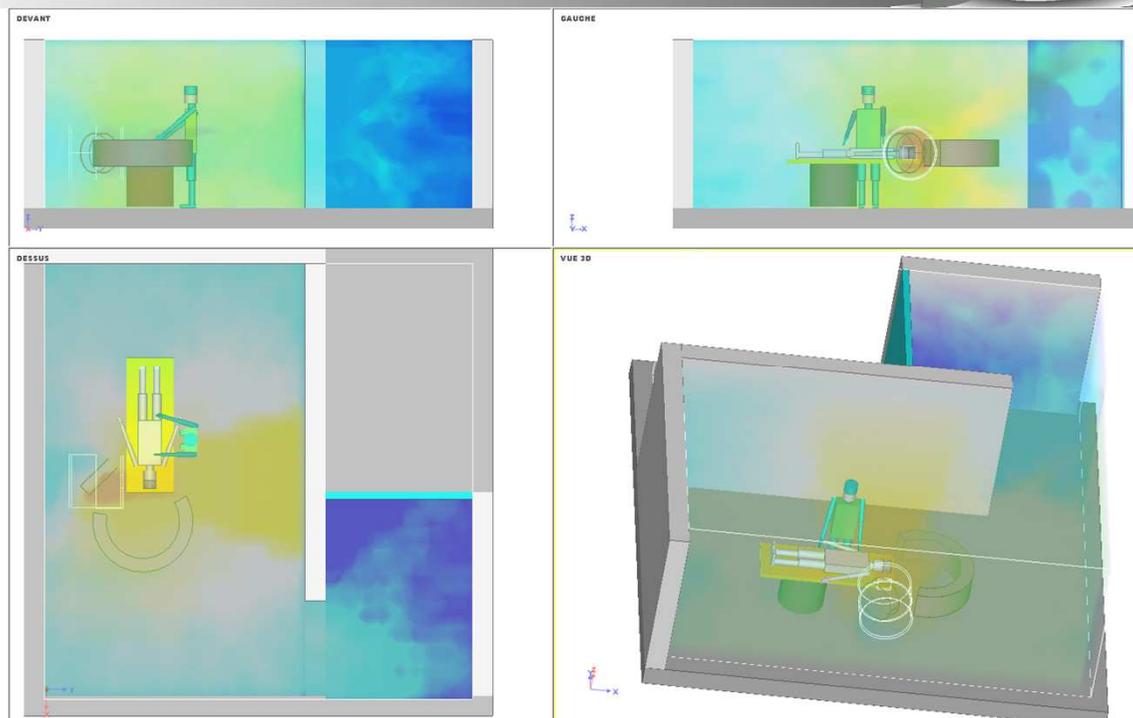
- Cartographie détaillée de la dose $H^*(10)$ dans des rats en partie masqués par du plomb
- Etude de la radio-transparence aux électrons (6 MeV) d'un dosimètre de radiothérapie (DosiMeV)

■ ELECTRONIQUE

- Calcul du dépôt de dose en krad de cartes électroniques placés sur un support d'irradiation



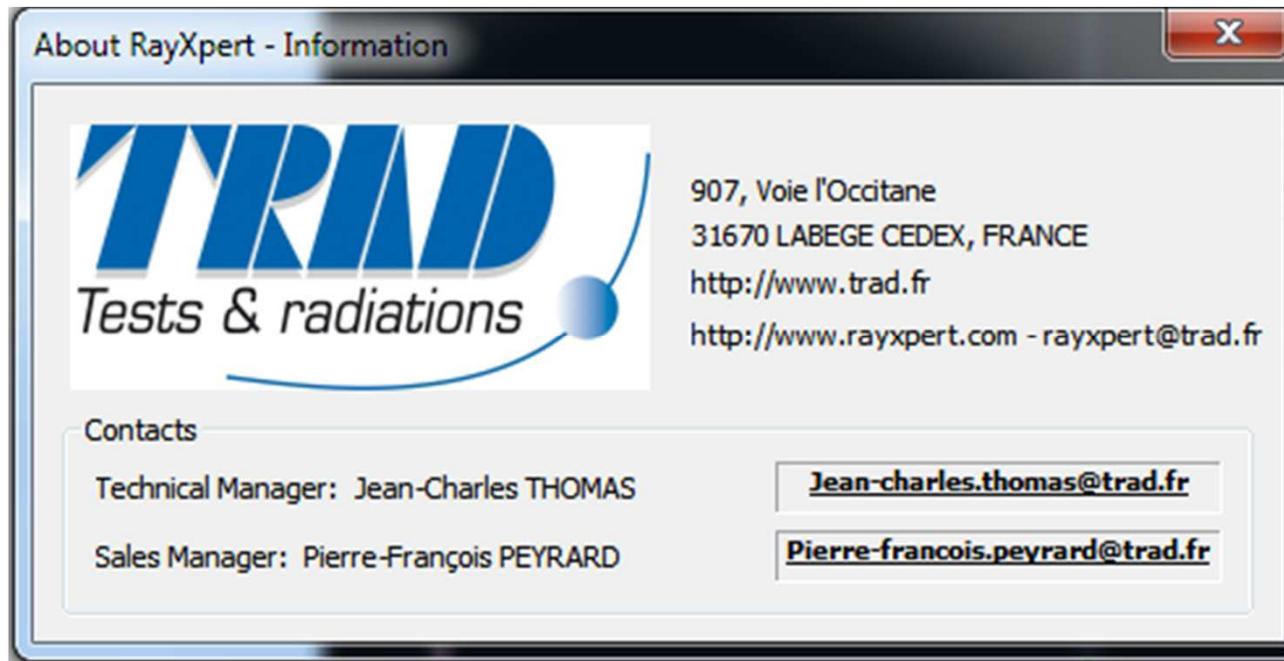
- Post-traitement des fichiers de sortie directement via l'interface graphique
- Mise en place d'un maillage 3D de type « Mesh-Tally »
- Affichage du zonage pour l'exposition externe



- Création d'une version 64 bits : plus de limitation en mémoire
- Mise en place de la physique des neutrons

+ toutes les mises à jour suite aux remarques de nos clients

Pour plus d'informations,
rendez-vous au carrefour des démonstrations



Merci de votre attention