

## **P7. PANTHERE - VERSION INDUSTRIELLE**

**Un logiciel performant et convivial pour la prévision des débits de dose.**

**L. GUIGUES      EDF/SEPTEN 12-14 avenue Dutriévoz 69628 Villeurbanne Cedex**

### **RESUME**

PANTHERE est un code de calcul de radioprotection développé par EDF-SEPTEN permettant de déterminer les débits de dose et les flux de rayonnements gamma pour des installations industrielles complexes. Le logiciel PANTHERE entre actuellement dans une phase d'industrialisation, la nouvelle version multi-utilisateurs (IHM V1.3.0) étant particulièrement performante et conviviale.

PANTHERE s'intègre parfaitement à une démarche ALARA en permettant la prévision des débits de dose, et donc l'organisation et l'optimisation d'interventions en milieu irradiant.

### **1 – INTRODUCTION**

La radioprotection fait l'objet d'une attention croissante de la part de EDF et des autorités de sûreté nucléaire. Dans ce cadre, EDF met en œuvre une politique d'optimisation de la radioprotection suivant le principe **ALARA**, se traduisant par la recherche de moyens permettant de réduire aussi bas que raisonnablement possible les doses collectives et individuelles des travailleurs.

Pour la mise en œuvre de cette politique, EDF a besoin d'outils de calcul de débits de dose. En effet, ces outils permettent la **prévision de la dosimétrie individuelle et collective** dans une installation nucléaire pour laquelle des mesures ne sont pas possibles (locaux excessivement irradiants ou inaccessibles, projet de construction d'installation...) ou insuffisantes. Ces prévisions, associées à une planification et à une description des opérations, conduisent à une meilleure définition des postes de travail en terme de radioprotection par l'intermédiaire d'éléments comme le dimensionnement et le choix des protections biologiques, la simulation d'une décontamination ou de la filiation radioactive, ou encore les études d'impact des modifications de configuration des postes de travail (casematage, implantation, trajets...).

Le logiciel PANTHERE (acronyme pour « Prévisions et ANALyses THéoriques de l'Exposition dans les Reacteurs ») est un code de calcul de radioprotection **puissant et convivial** développé sous la responsabilité de **EDF-SEPTEN**. Il permet de modéliser le transport des rayonnements gamma au sein de la matière, afin de déterminer les débits d'équivalent de dose ou les flux de rayonnements gamma dus à des sources radioactives. PANTHERE, qui se situe entre les codes de calcul très puissants mais complexes issus de la R&D CEA et réservés à des utilisateurs experts, et les outils simplifiés réservés aux géométries simples, est la solution opérationnelle adaptée à la **modélisation d'une installation industrielle** réelle dans toute sa complexité.

Le logiciel PANTHERE a été initialement conçu pour s'adapter aux études de radioprotection des centrales de type Réacteur à Eau sous Pression (REP), mais peut être utilisé pour tout calcul relatif à des sources de rayonnement gamma, aussi bien dans le cadre de la **conception** de nouvelles

installations (réacteur EPR, bâtiments de stockage de déchets) que de leur **exploitation** (intervention de maintenance, transport de combustibles...).

## 2 – CARACTERISTIQUES DE PANTHERE

PANTHERE est constitué de trois éléments principaux :

- Une Interface Homme Machine (**IHM**) particulièrement performante et pratique permettant la saisie des données, une modélisation et une représentation interactive en 3D de type CAO de l'ensemble des composants importants pour la radioprotection, ainsi que la visualisation, l'analyse et la mise en forme des résultats,
- Une **base de données** ORACLE gérant l'ensemble des paramètres de calcul (données sources, données géométriques, matériaux, options, réglages, résultats...),
- Un **noyau de calcul**, basé sur le formalisme de l'intégration suivant le noyau ponctuel (diverses méthodes d'intégration étant utilisables (méthodes analytiques, splines ou de Monte Carlo)).

### 2.1 - L'IHM

L'IHM de PANTHERE s'appuie sur un outil de CAO générique (CADWIN) alliant les fonctionnalités d'un modelleur 3D et la convivialité d'un environnement multi-fenêtré. Les fonctionnalités propres à un calcul de radioprotection ont été ajoutées à cet outil pour obtenir l'environnement PANTHERE. Les différentes étapes d'un calcul sont gérées par un écran général comportant des menus déroulants et des barres d'outils. Une copie de cet écran (menus ouverts punaisés) est donnée ci-après en Figure 1.

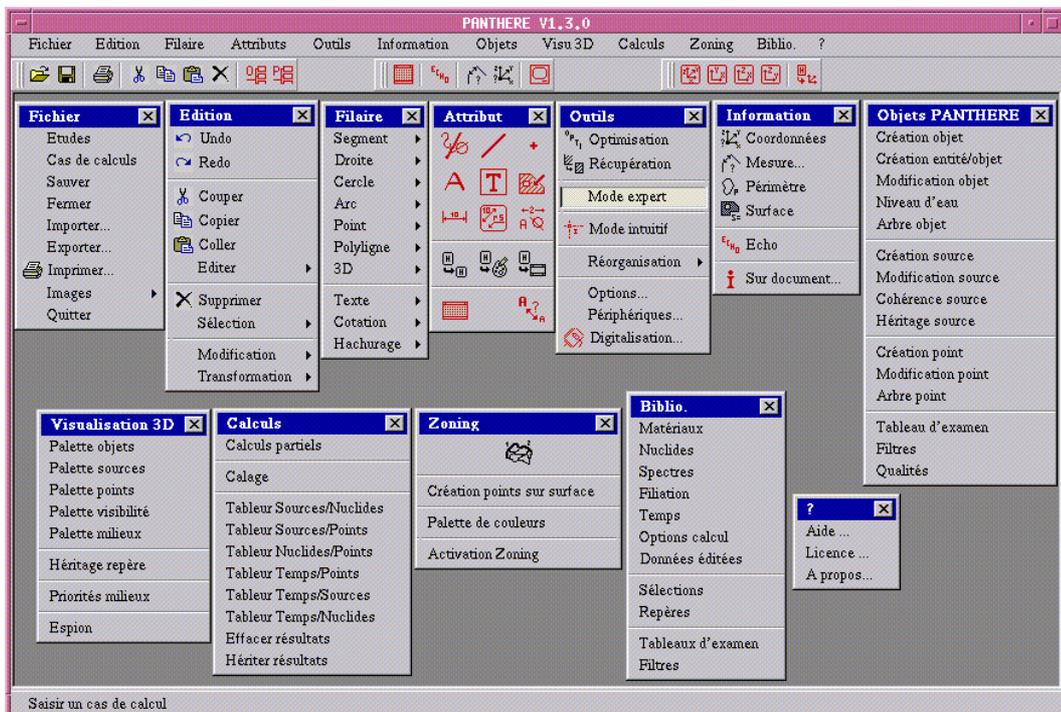


Figure 1 – Ecran général (mode expert)

PANTHERE fonctionne désormais suivant deux modes : un mode dit « **normal** », contenant les fonctionnalités de base et destiné aux utilisateurs novices désireux de se familiariser avec l'application, et un mode dit « **expert** » permettant d'accéder à des fonctionnalités plus évoluées.

A chaque étape, le graphisme 3D peut être mis en œuvre pour visualiser ou saisir les informations au même titre que des moyens plus classiques (boîtes de dialogue, listes, boutons, etc..), avec **totale interaction** entre les divers modes. Les figures ci-après présentent quelques exemples de réalisations graphiques et de fenêtres de dialogue.

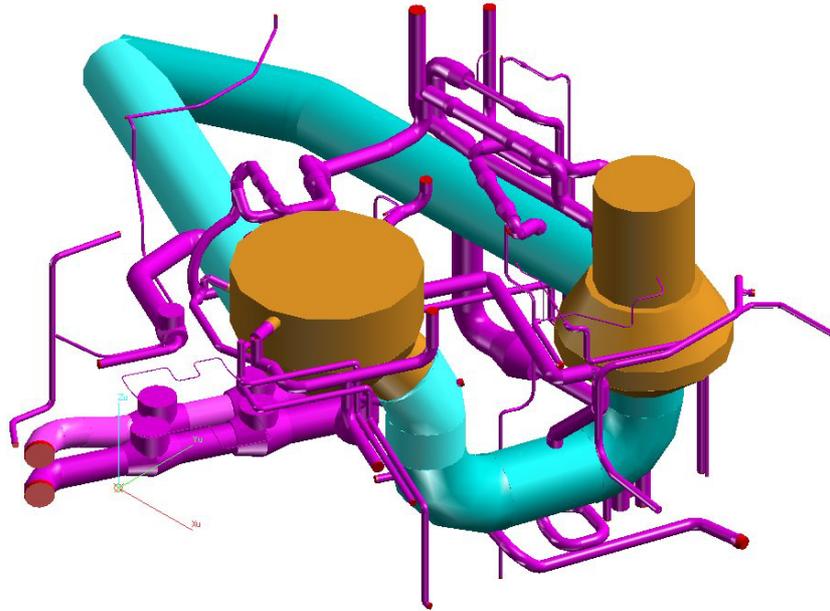


Figure 2 - Visualisation 3D de la géométrie (Palier 900 Mwe-Boucle 2GV+pompe)–Image UTO

La modélisation d'une géométrie complexe dans PANTHERE est réalisée à partir de neuf objets élémentaires présentés ci-après en Figure 3. Ces formes simples sont suffisantes pour modéliser une scène géométrique industrielle complexe comme le montrent les figures 2 et 5.

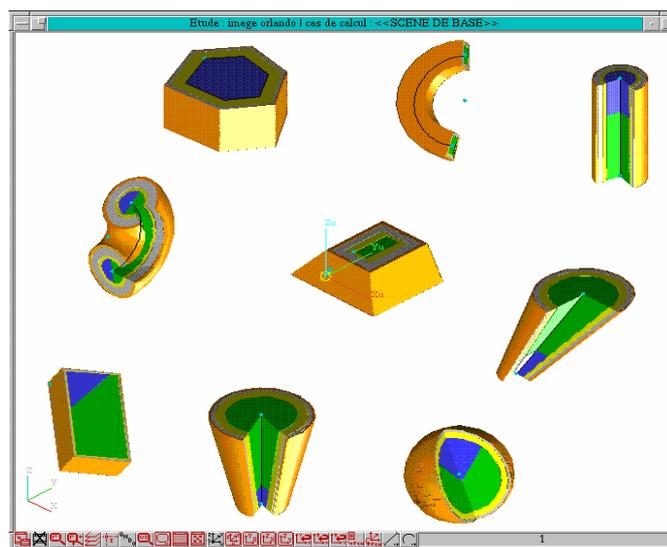
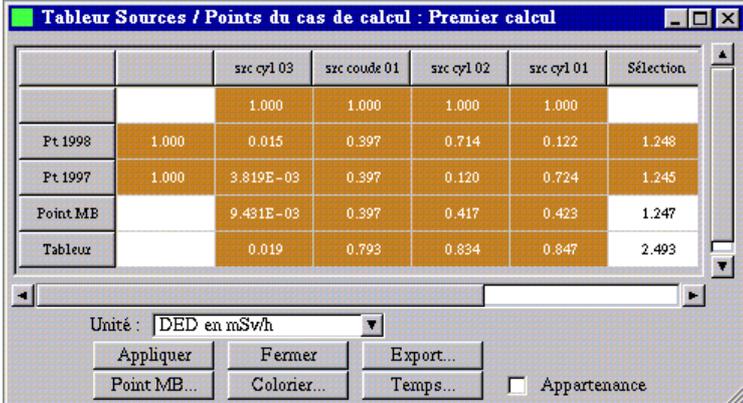


Figure 3 - Géométrie de base

Les résultats de PANTHERE sont fournis sous forme de **tableaux** exportables et directement exploitables, et peuvent également être visualisés par l'intermédiaire d'un « **zoning** », par différents niveaux de couleur paramétrables et directement représentatifs des niveaux de dose calculés. Des exemples de ces deux modes de représentation sont donnés ci-après en figures 4 et 5 .



	src cyl 03	src coude 01	src cyl 02	src cyl 01	Sélection
	1.000	1.000	1.000	1.000	
Pt 1998	1.000	0.015	0.397	0.714	1.248
Pt 1997	1.000	3.819E-03	0.397	0.120	1.245
Point MB		9.431E-03	0.397	0.417	1.247
Tableur		0.019	0.793	0.834	2.493

Unité : DED en mSwh

Buttons: Appliquer, Fermer, Export..., Point MB..., Colorier..., Temps..., Appartenance

Figure 4 – Tableau résultats

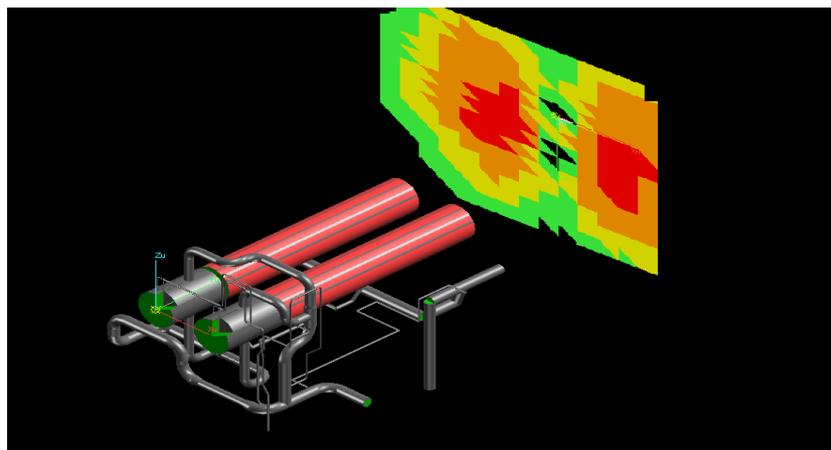


Figure 5– Zoning (sur échangeurs RRA)

Un nouveau module de calcul permet de réaliser des calculs d'évolution à partir de n'importe quel spectre de radioéléments présents dans la base de données, en tenant compte des phénomènes de décroissance **et de filiation** radioactive. Cette fonctionnalité est particulièrement importante pour la dosimétrie prévisionnelle dans le cadre des interventions sur site. Elle intervient également dans les calculs destinés à l'entreposage des déchets ou au démantèlement.

## 2.2 – LA BASE DE DONNEES

PANTHERE possède désormais un fonctionnement de type « **multi-utilisateurs** » permettant une protection des données et des résultats de chacun avec accès par mot de passe, et possibilité de dupliquer les données des autres utilisateurs. L'ensemble des données et résultats des calculs PANTHERE sont sauvegardés dans une base de données ORACLE partagée par tous les utilisateurs. Certains éléments de cette base sont dits « de référence », et sont utilisables par tous (Ex : composition des matériaux).

### 2.3 – LE NOYAU DE CALCUL

Par l'intermédiaire du choix de la méthode et des options de calcul (cf. [Figure 6](#)), le noyau de calcul de PANTHERE permet d'**adapter au mieux** le type de calcul effectué à la configuration étudiée (réglages effectués en fonction des dimensions, distances, matériaux, spectres....).

	X	Y	Z
Cylindre	10	10	10
Cône	10	10	10
Sphère	10	10	10
Coude rect.	10	10	10
Coude	10	10	10
Mur	10	10	10
Dalle	10	10	10
Cone exc.	10	10	10
Pyramide	10	10	10

Figure 6- Fenêtre de choix des options de calcul

### 2.4 – ELEMENTS DIVERS

PANTHERE est disponible sur PC et station de travail et pourra désormais être utilisé en réseau. Il dispose d'une aide en ligne ainsi que d'une assistance téléphonique (hot line).

PANTHERE offre des possibilités d'import / export pour faciliter la saisie et le partage de certaines données ainsi que l'utilisation des résultats de calcul, par l'intermédiaire de fichiers CAO (compatibilité PDMS, ROPCAD...), de fichiers de spectres issus de bases de données ou de codes de calcul, ou par la création de fichiers de résultats pour des outils de visualisation scientifique (résultats directement exploitables sous EXCEL) ou de prévision des doses (DOSIANA).

### 3 – CONCLUSION ET PERSPECTIVES D'EVOLUTION

Le développement de PANTHERE par EDF/SEPTEN s'inscrit dans un souhait de participation à une meilleure maîtrise de la dosimétrie. Des réflexions sont menées sur la mise au point d'un éditeur de notes, la recherche de méthodes de calcul plus rapides, l'étude d'une méthodologie de calage automatique des sources, l'établissement d'une base de données physiques et le regroupement des données sources existantes. Une commercialisation du logiciel hors EDF pourra prochainement être envisagée.