

PANTHERE – logiciel 3D pour la simulation des débits de doses gamma pour installations nucléaires complexes

Matthieu LONGEOT

EDF/SEPTEN
Division Transfert Env. Radioprotection

*Journées SFRP
« Code de Calcul Radioprotection »*

Sochaux, 28/29 avril 2010



Sommaire

- ❑ Historique et Contexte de PANTHERE
- ❑ Version industrielle PANTHERE : principe, caractéristiques
- ❑ Étude PANTHERE de qualification de matériels en conditions accidentelles.
- ❑ Évolutions PANTHEREV2
- ❑ Conclusions



Historique et contexte

PANTHERE (*Prévision & Analyses THéoriques de l'Exposition dans les Réacteurs*):



logiciel 3D de calculs de DED gamma pour des installations industrielles complexes

PanthereV1: (exploitation jusqu'en 2011)

-> Développé et qualifié depuis 12 ans par : **SEPTEN/TE/RP**

- Code plus développé (dernière version Panthere v1.7); juste correction de bugs.
- OS: Windows 2000 et plus;

PanthereV2: (exploitation à partir de 2011) : Décision EDF en 2006 de remplacer PanthereV1 par PanthereV2 avec comme amélioration majeure (mis à part gain en productivité) :

Une IHM CAO et base de données commune donnant accès à tous les codes de RP utilisés par EDF (γ , β , voire neutron).



Objectifs et fonctionnalités de PANTHERE

- ❑ **Optimisation ALARA** de la radioprotection lors d'interventions en CNPE
- ❑ Les études de radioprotection; consistent en:
 - les calculs de débit de doses = (Flux de particules)x(Fonction Réponse);
 - estimation de la dosimétrie d'une intervention (en prenant en compte les temps d'exposition (VTE) aux postes de travail.

❑ Périmètre fonctionnel de PANTHERE

- ❑ une géométrie 3D
- ❑ des données nucléaires (matériaux, sections efficaces)
- ❑ des sources de rayonnements (**gamma**, neutron, **bêta**, α)
- ❑ des points/zones d'intérêt (*résultats par: source/nucléide/points/fct réponse*).



Résultat: Dose intégrée déduite à l'aide des VTE



Utilisation de PANTHERE

Utilisations fortes dans les ingénieries EDF (UTO, CNEN, SEPTEN, CIDEN, CIPN) et bureaux d'études de proximité
Utilisations plus réduite au CEA et AREVA-NC

- Études de conception :
 - Dimensionnement et zoning des locaux de l'EPR (France, Angleterre, ...);
 - Qualification des matériels en conditions accidentelles;
 - ...
- Évaluation de **prévisionnel dosimétrique** en intervention chantier dosant :
 - Maintenance : circuit primaire en arrêt de tranche;
 - Modification : remplacement de générateurs de vapeur;
 - Assainissement : décontamination de circuits;
 - Déconstruction.
- **Caractérisation radiologique** :
Calculs de fonctions de transfert, par exemple pour des applications liées au transport et aux déchets nucléaires.



Caractéristiques génériques de PANTHERE

- ❑ IHM CAO 3D avec conception multicouche des objets (5 milieux);
- ❑ Noyau de calcul :
 - ❑ Utilisant la méthode d'atténuation en ligne droite avec facteur de build-up multicouches (**méthode SERMA**);
 - ❑ calculant les contributions au DED des: a) **flux directs**; b) **flux réfléchis**; c) par « **effet de ciel** ».
 - ❑ une bibliothèque géométrique de lancer de rayon.
- ❑ base de données pour la gestion administrée des données des études et des résultats.
- ❑ Pre-traitement : possibilité d'importation de modèles CAO (SolidWorks p.ex) à l'aide d'une « passerelle » adaptée.
- ❑ Post-traitement :
 - ❑ tableurs résultats intégrés;
 - ❑ fonction de calage des sources par rapport à des mesures sur site;
 - ❑ Zoning 3D et isodoses.



Étude PANTHEREV1 au SEPTEN : Qualification de matériels en conditions accidentelles

□ Contexte :

- Démarche sûreté à la conception : => qualification de matériels nécessaires au confinement ou la conduite en conditions accidentelles.
- Profils de qualification spécifiques (*irradiation, pression et température*):
 - Éléments présents dans les rapports de sûreté;
 - Les profils tiennent compte :
 - de la durée de vie de fonctionnement;
 - des accidents.
- Pour EPR -> Prise en compte de l'accident grave
=> nécessité d'affiner des calculs d'irradiation pouvant être très pénalisants.

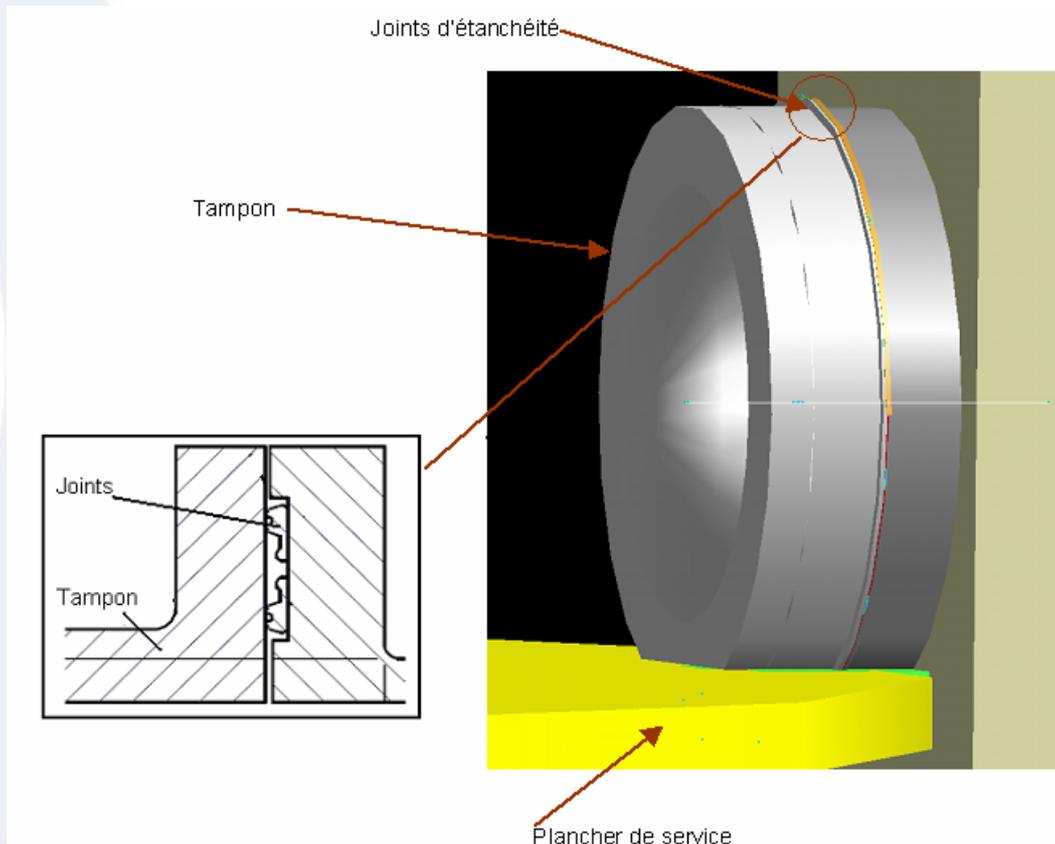


Méthode et hypothèses

- ❑ Conditions de fonctionnement :
 - ❑ normal (manutention du combustible, p.ex);
 - ❑ accidentelle (avec produits de fission relâchés du combustible).
- ❑ Sources de contamination :
 - ❑ volumiques dans l'atmosphère des bâtiments (fuites aux traversées mécaniques);
 - ❑ volumiques dans le circuit primaire, et les circuits/piscines de **sauvegarde**;
 - ❑ Surfaciques : **dépôts des aérosols** en suspension dans les bâtiments (BR, BP, ...).
- ❑ Démarche de calcul:
 - ❑ Détermination de l'inventaire cœur en PF (*en fonction des caractéristiques des gestions*);
 - ❑ Transport des PFs depuis le combustible jusqu'au local/matériel étudié + refroidissement;
 - ❑ **Transport des rayonnements** (effectués avec des spectres unitaires) :
 - Calculs PANTHERE (γ); calculs DOBERMANV2 (β)
 - ❑ **Calcul enveloppe** (modélisation simplifiée d'un local);
 - ❑ **ou réaliste** (valorisation de la géométrie des matériels).

Qualification des matériels – Exemple 1/2

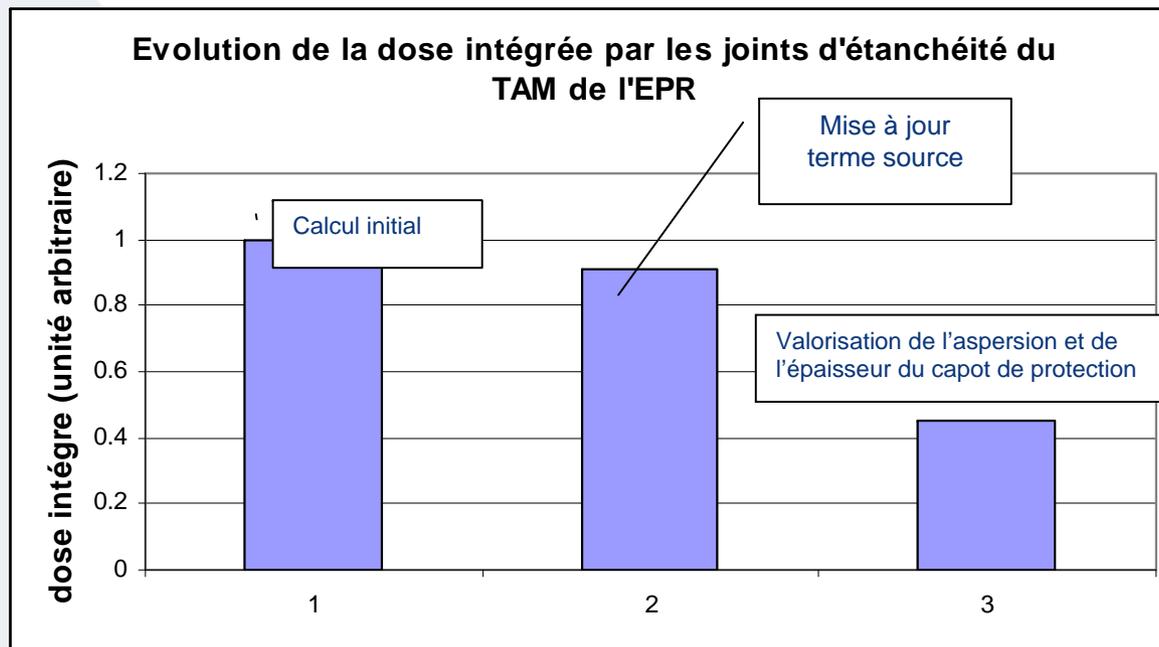
- ❑ Tampon d'Accès Matériel (TAM) de l'EPR Flamanville 3
 - ❑ Partie sensible à l'irradiation : **joints d'étanchéité** inter-brides
 - ❑ Sources de contamination : **dépôt d'aérosols** sur toutes les surfaces



Qualification des matériels – Exemple 2/2

❑ **Modifications de design** (orientation aspersion, capot de protection des joints) afin d'obtenir une dose acceptable.

- Modifications de terme source
- Impact sur les calculs PANTHERE :

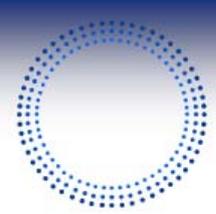


=> Fort intérêt de PANTHERE dans les calculs 3D réalistes



Améliorations dans PANTHEREV2

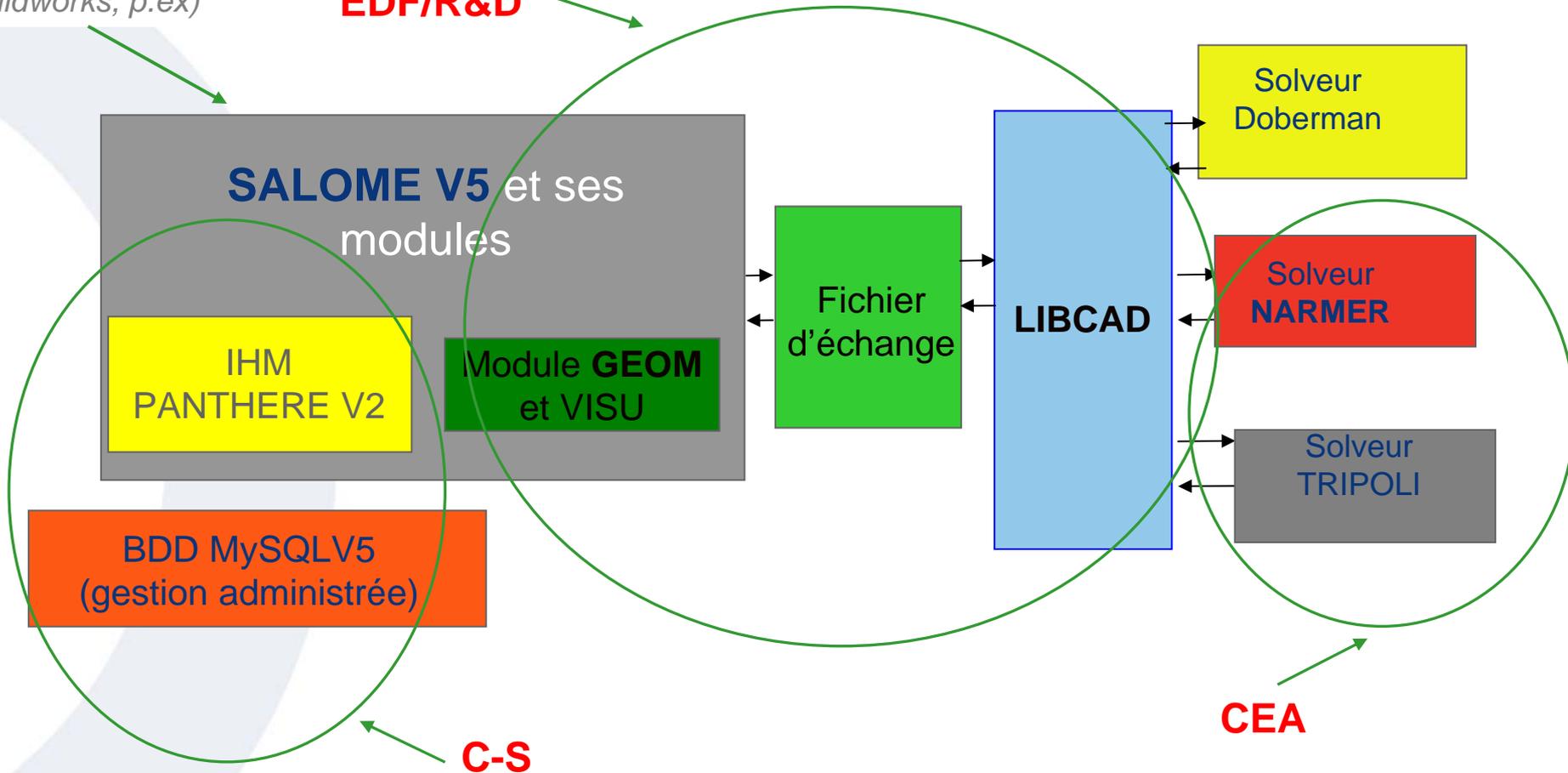
- ❑ Décision en 2006 de développer PANTHEREV2 pour remplacer PANTHEREV1 avec :
 - a) une IHM commune ; b) Une structure en OpenSource ;
- ❑ Développements en deux temps :
 - Court terme : Iso-fonctionnalité PANTHEREV1 avec :
 - améliorations de productivité et ergonomie ;
 - prise en compte des derniers développements R&D.
 - Développements ultérieures:
 - Utilisation « directe » des modèles CAO (**Solidworks**, ...) dans PANTHERE.
 - Intégration d'autres codes de RP.
- ❑ Diffusion du code
 - Décision d'EDF de commercialiser PANTHEREV2
-> **essaimage le plus large possible pour améliorer les performances du code.**
 - Lancement d'un projet de commercialisation par un distributeur.
 - Date probable de commercialisation de PANTHEREV2 : début 2011.



Architecture du logiciel PANTHEREV2

Modeleur CAO
(Solidworks, p.ex)

EDF/R&D





CONCLUSION

- ❑ Le logiciel PANTHERE est un logiciel industriel convivial permettant le **calcul rapide** de DED et **prévisionnels dosimétriques** dans des géométries 3D complexes;
- ❑ Il est largement utilisé dans les ingénieries EDF (*agrée par l'ASN comme **code de référence** pour le dimensionnement de l'EPR*).
- ❑ La nouvelle version PANTHEREV2 présente des améliorations notables par rapport à PANTHEREV1 en terme de :
 - a) productivité et ergonomie pour l'utilisateur ;
 - b) de performance avec son nouveau noyau de calcul (*intégrant les dernières avancées R&D*)
- ❑ PANTHEREV2 est un logiciel modulaire, ce qui permet l'**intégration** in fine **de tous les codes de RP** (γ , β , voire neutron) dans une IHM commune.
- ❑ Le logiciel se situe dans la continuité de PANTHEREV1 avec la volonté d'EDF d'une diffusion large du code pour gains de performance et maintien du niveau de « code référent ».
- ❑ Démonstration de PANTHEREV2 disponible pendant la Conférence.