PANTHERE V2 : LE COUTEAU SUISSE DU RADIOPROTECTIONNISTE

Gaël PENESSOT, Laurent WERTZ - EDF / DIPNN / DIRECTION TECHNIQUE
Fadhel MALOUCH, Thierry VISONNEAU – CEA/SERMA

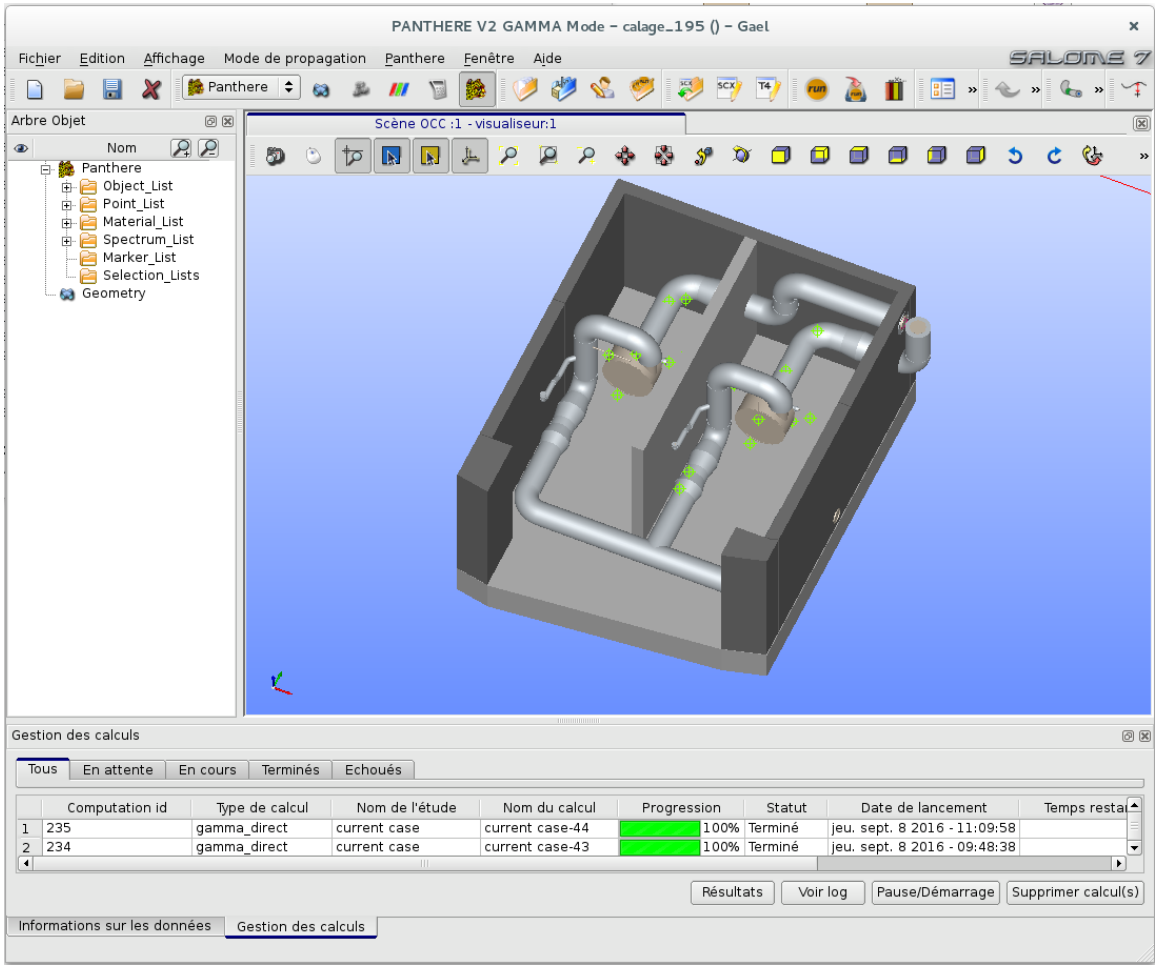
CODES DE CALCUL EN RADIOPROTECTION, RADIOPHYSIQUE ET DOSIMETRIE

SFRP - Sochaux – 1er et 2 févier 2018

SOMMAIRE

1. UN BREF HISTORIQUE DU CODE PANTHERE.
2. PANTHERE V2 - PRÉSENTATION GÉNÉRALE.
3. PANTHERE V2, POUR QUOI FAIRE ?
4. RÉSUMÉ DU CODE PANTHERE V2.

UN BREF HISTORIQUE DU CODE PANTHERE



PANTHERE est un code de calcul qui permet de simuler des environnements complexes en 3 dimensions, comme des centres de production d'électricité nucléaire, et d'y réaliser des calculs de débits d'équivalent de dose gammas.

UN BREF HISTORIQUE DU CODE PANTHERE

PANTHERE = **P**révisions et **AN**alyse **TH**éorique de l'**E**xposition en **RE**acteurs

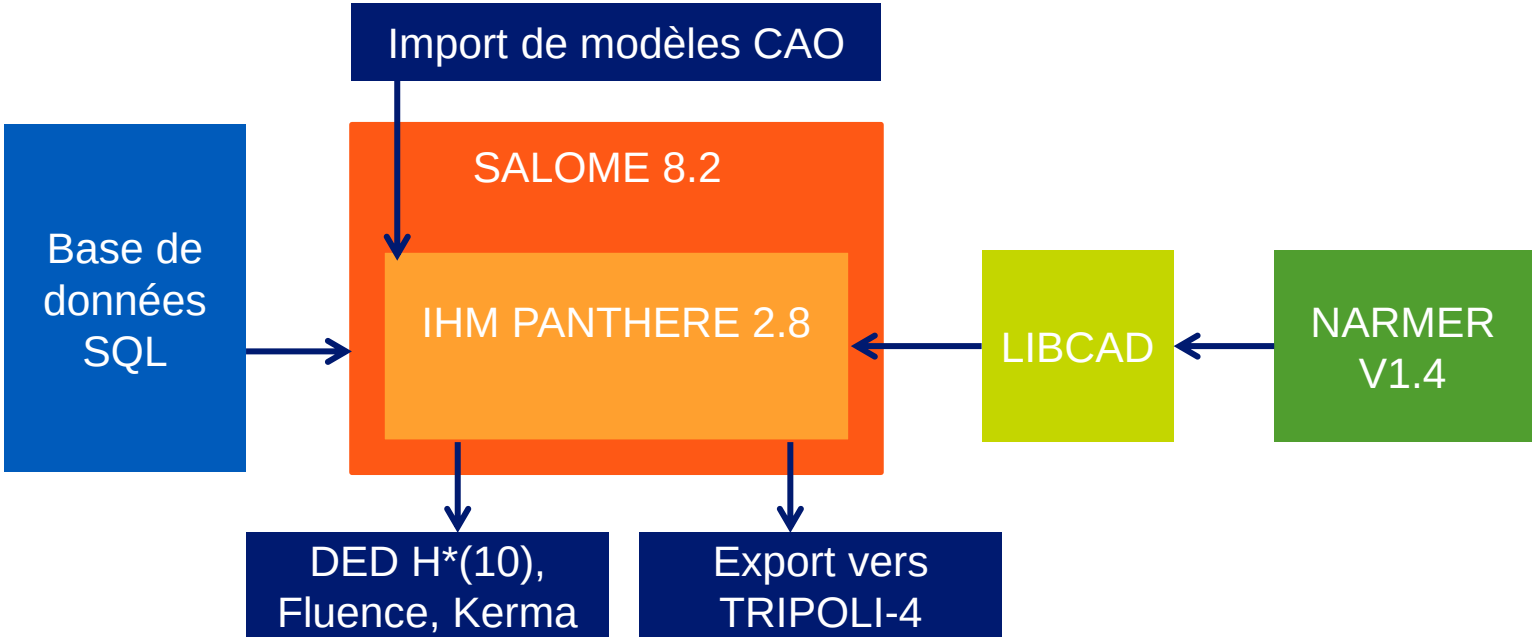
- **Première version du code : PANTHERE v0 :**
  - Pour le Remplacement des Générateurs de Vapeur (RGV) du CNPE de Dampierre 1.
  - Une opération de maintenance lourde ➔ avec un besoin d'optimiser la dosimétrie collective (dose collective prévisionnelle de 4,5 H.Sv avant optimisation pour les 3 GV).

- **PANTHERE v1, première version conviviale avec :**
  - Système d'exploitation : Windows© avec une Interface Homme Machine CADWIN©.
  - Un noyau de calcul développé par le CEA de Saclay et l'université Claude Bernard de Lyon.

- **PANTHERE v2 : un produit intégrant plus de 25 ans d'expérience**
  - Système d'exploitation : Linux Debian.
  - Intégrée dans SALOME© (EDF/CEA/Open Cascade) : logiciel **open-source** qui fournit une plate-forme générique de pré et post-traitement pour les simulations numériques. Elle est basée sur une architecture ouverte et flexible basée sur des composants réutilisables.
  - Basé sur le noyau de calcul du CEA NARMER-1 v4.

PANTHERE V2 – PRÉSENTATION GÉNÉRALE

- **PANTHERE, code déterministe d'atténuation en ligne droite, est basé sur les composants suivants :**
  - SALOME-8.2 : Interface Homme Machine.
  - NARMER-1.4 : noyau développé par le CEA, il s'agit d'un élément clé du code, basé sur une atténuation en ligne droite et des facteurs d'accumulation estimé par réseau de neurones. Lancement des calculs possible sur plusieurs processeurs en parallèle.
  - LIBCAD-4.0 : librairie EDF R&D dédiée à la gestion de la géométrie de la scène et au maillage des objets.
  - PostgreSQL : Base de données permettant la gestion des composants, utilisateurs, etc.

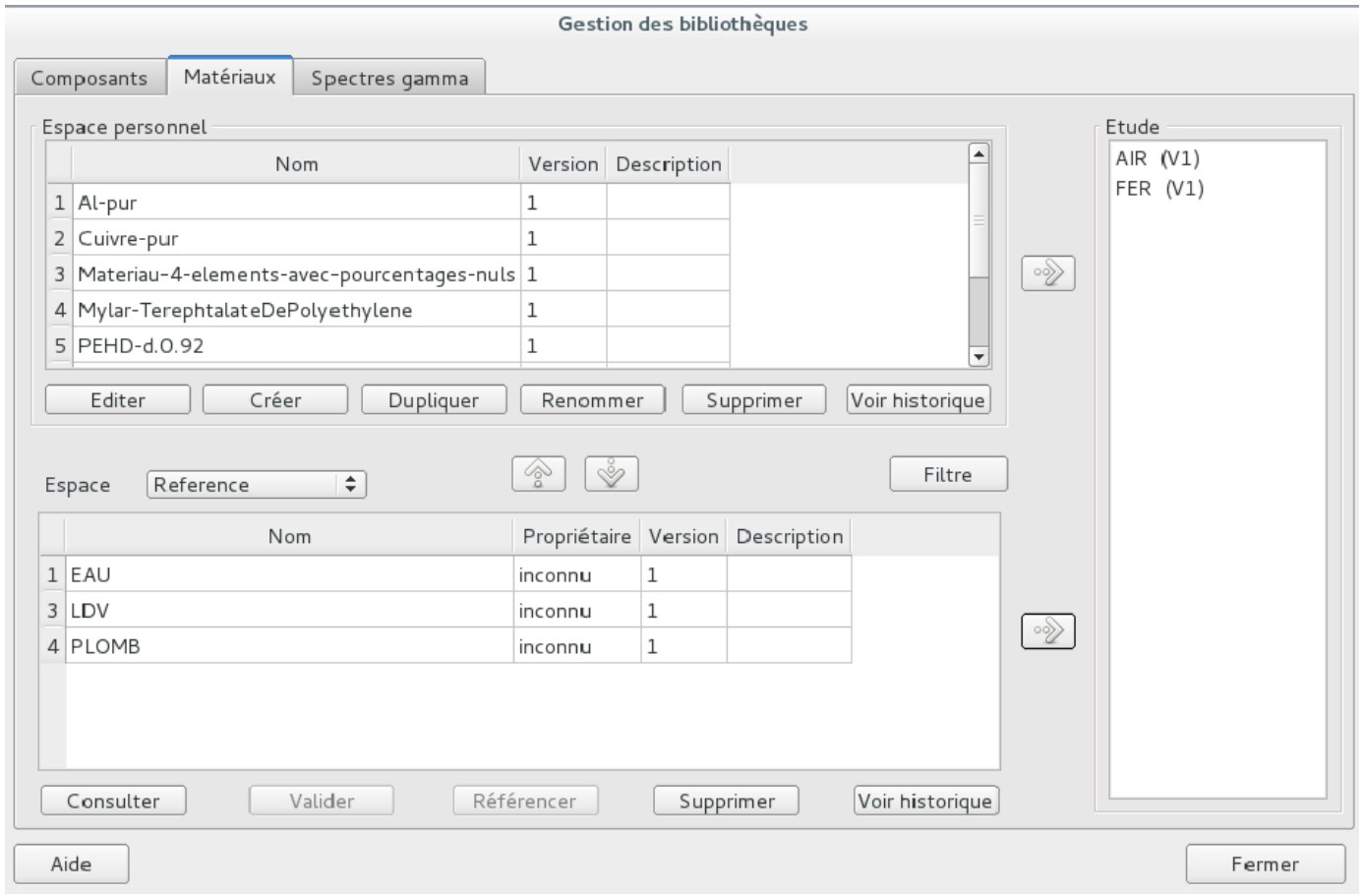


PANTHERE V2 – PRÉSENTATION GÉNÉRALE

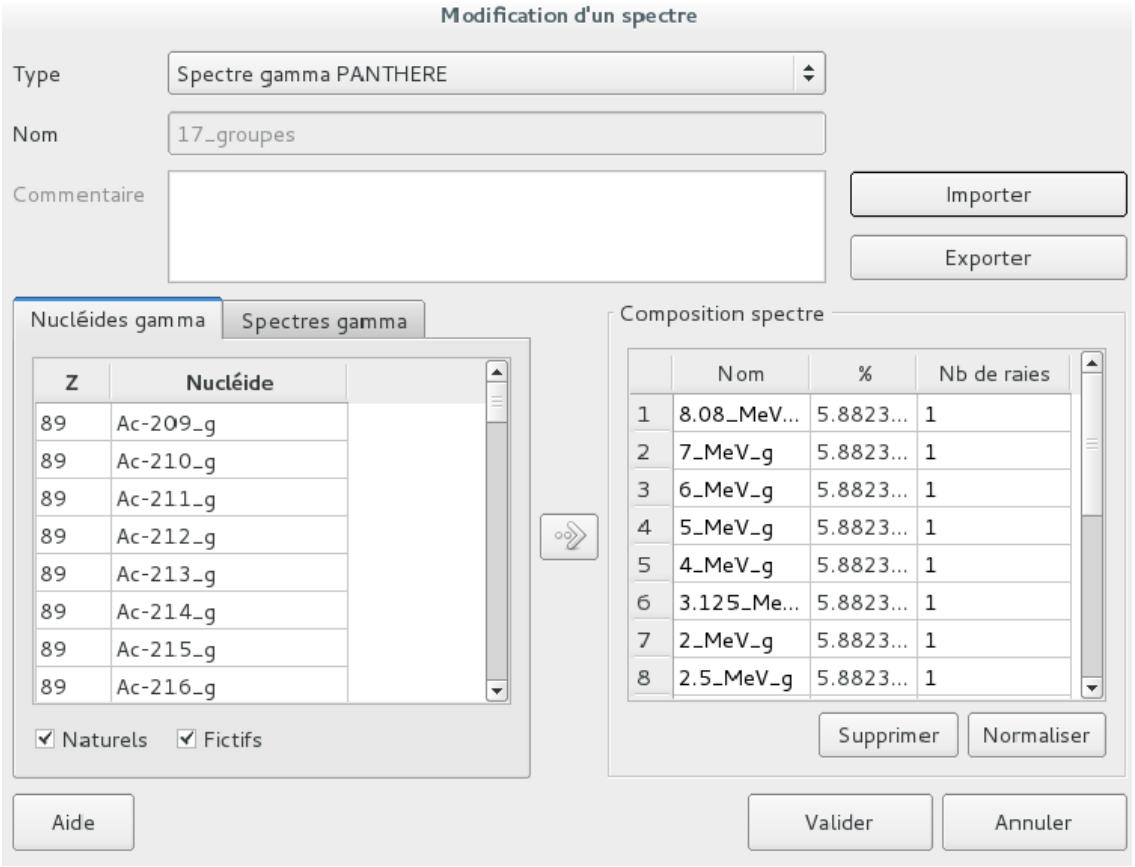
- **Données d'entrées :**
  - Géométries :
    - Import direct possible depuis des logiciels de CAO tels que SolidWorks (format .step, .iges, etc.).
    - Modeleur CAO intégré à SALOME : GEOM.
    - IHM PANTHERE : plusieurs objets avec plusieurs couches : milieu interne en Air ou en Eau (ou autre si besoin) puis 3 couches de protections additionnelles. Les objets possibles sont des cylindres, murs, coudes circulaires ou rectangulaires, cônes, pyramides, sphères et un assistant de création de tuyauterie.
  - Sources :
    - Ponctuelle.
    - Surfacique.
    - Volumique.
    - Spectre : découpage possible en 17 ou 195 groupes ou possibilité de choisir les radioéléments dans une liste (~2200 RN). JEFF-2.2 pour le moment, évolution vers JEFF-3.1 prévue à partir de 2019.
  - Matériaux :
    - Possibilité de créer des matériaux spécifiques en sélectionnant les éléments chimiques.
    - Création possible via la formule chimique.

- **Toutes les données d'entrées peuvent être stockées en local sur l'ordinateur ou dans une base de données accessible à distance (dans des bibliothèques).**

PANTHERE V2 – PRÉSENTATION GÉNÉRALE



PANTHERE V2 – PRÉSENTATION GÉNÉRALE



PANTHERE V2 – PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Results for computation ID '238'

Fonction réponse: DED H*10 | Unité: mSv/h | Type tableau: Sources/Points

Visualisation
- [x] Voir les nucléides
- [x] Voir les incertitudes

Contributions
- [x] Flux direct
- [ ] Flux réfléchi

- [ ] Mode modification
  - Réinitialiser
  - Appliquer

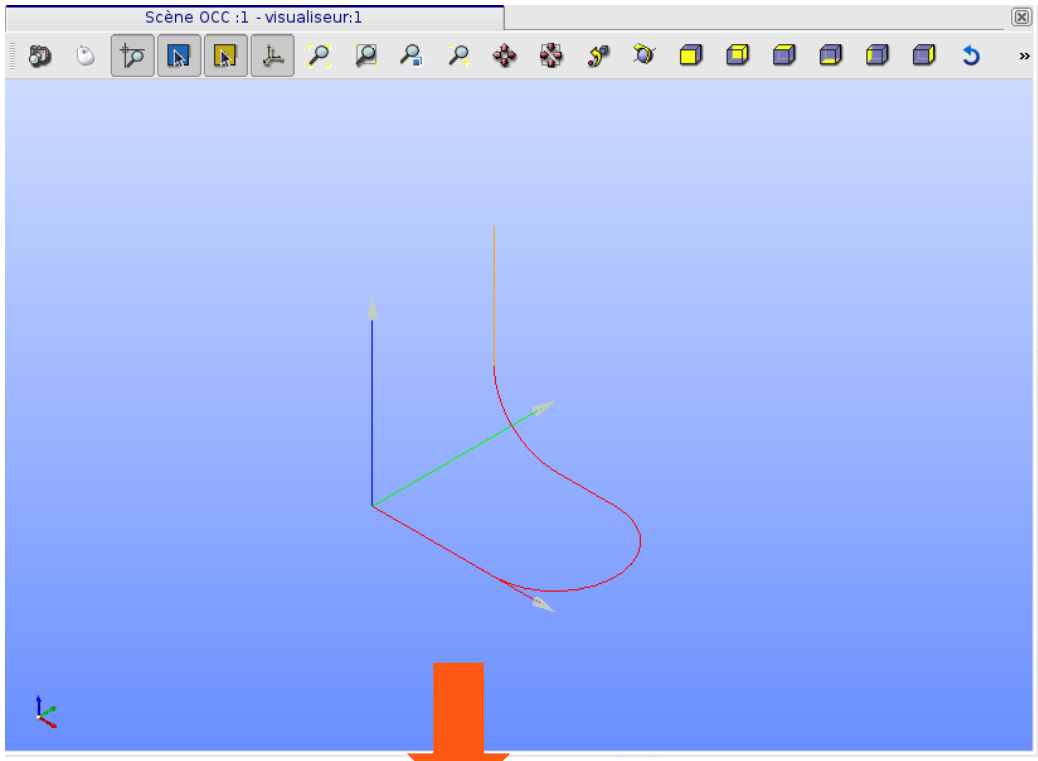
Incertitude > 5% > fixée

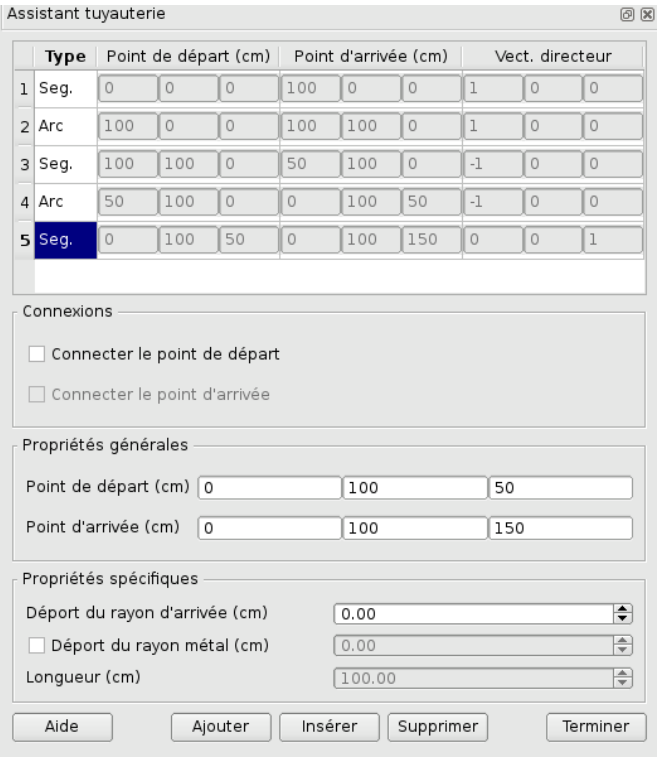
Autres informations
- Volumes des sources
- Conflits de priorités

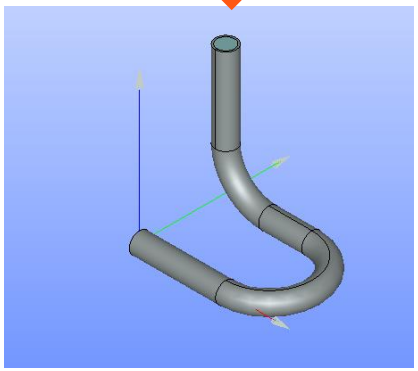
	Pt0_centre_faisceau_tube	%	Pt0c'_centrPuits_ctTub_170cm	%
CaloCallottActiv Source 83470	2.4043e-01	8.6622e-01	1.2972e-01	1.3721e+00
Co-58 g	2.1523e-02	1.7358e+00	1.1195e-02	2.7582e+00
Co-60 g	1.6902e-01	1.1456e+00	9.3477e-02	1.7783e+00
Cr-51 g	2.5947e-02	2.4220e+00	1.1974e-02	4.2929e+00
Fe-59 g	1.6583e-02	1.1479e+00	9.0639e-03	1.9774e+00
Mn-54 g	7.3515e-03	1.7926e+00	4.0075e-03	2.8589e+00
CaloRebordAtivSource 83469	1.1057e-01	1.2149e+00	7.7028e-02	2.1420e+00
Co-58 g	9.9321e-03	2.2810e+00	6.7880e-03	4.2686e+00
Co-60 g	7.7428e-02	1.5968e+00	5.4110e-02	2.9592e+00
Cr-51 g	1.2171e-02	3.7234e+00	8.3763e-03	2.6641e+00
Fe-59 g	7.6529e-03	1.3766e+00	5.3613e-03	2.7692e+00
Mn-54 g	3.3895e-03	2.6771e+00	2.3926e-03	2.1609e+00
VParrivee1 Conta	4.7381e-02	1.7264e+00	4.4902e-02	6.6934e-02
Co-60 g	4.7381e-02	1.7264e+00	4.4902e-02	6.6934e-02
VParrivee2 Conta	1.0831e-02	4.6778e+00	1.0380e-02	2.9036e-01
Co-60 g	1.0831e-02	4.6778e+00	1.0380e-02	2.9036e-01
VParrivee3 Conta	1.4035e-02	2.9553e-01	1.1127e-02	2.5496e-01
Co-60 g	1.4035e-02	2.9553e-01	1.1127e-02	2.5496e-01
VPcoude1 Conta	1.9498e-01	6.6145e-01	1.5252e-01	7.8814e-01
Co-60 g	1.9498e-01	6.6145e-01	1.5252e-01	7.8814e-01
VPcoude2 Conta	1.9556e-01	7.2804e-01	1.5397e-01	7.7790e-01
Co-60 g	1.9556e-01	7.2804e-01	1.5397e-01	7.7790e-01

PANTHERE V2 – PRÉSENTATION GÉNÉRALE

ASSISTANT TUYAUTERIE





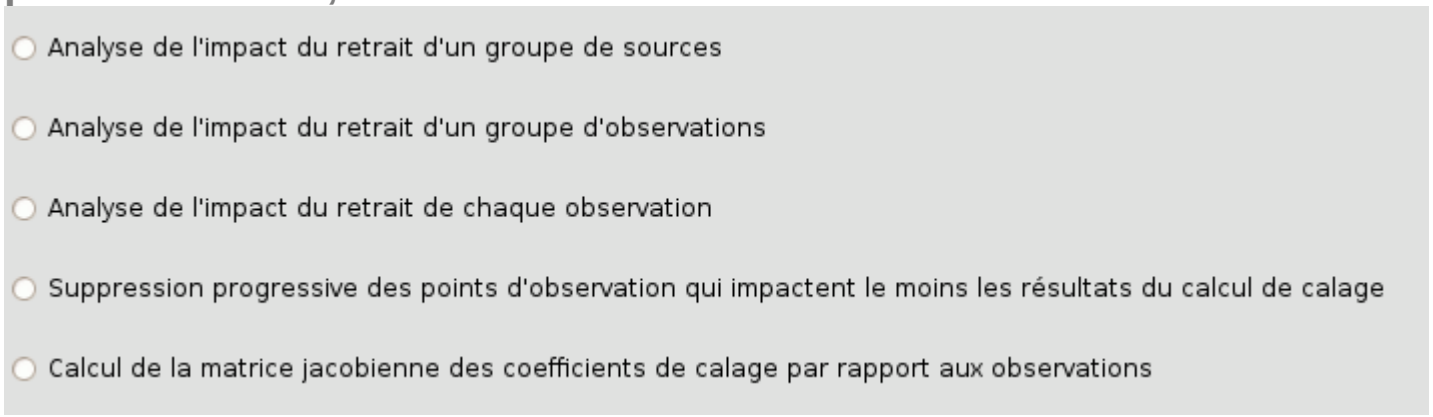


PANTHERE V2 – PRÉSENTATION GÉNÉRALE

MODULE DE CALAGE DES SOURCES

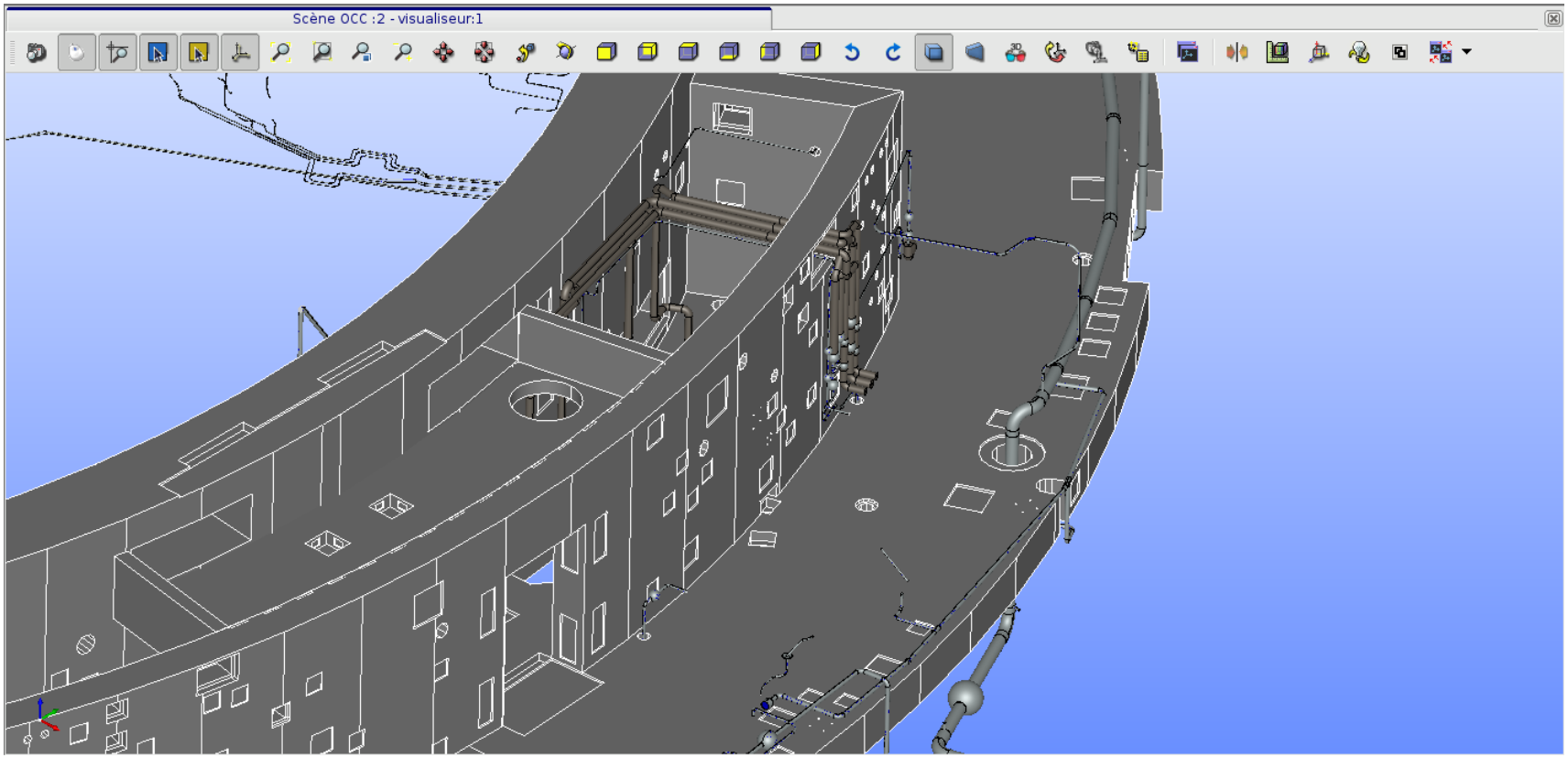
- **Permet de réduire l'écart calcul/mesure sur l'ensemble des points à l'aide d'un algorithme d'optimisation de type moindres carrés sous contraintes**
  - Facteur correctif appliqué à chaque source / groupe de source du modèle
  - Critère de calage ➔ écart calcul/mesure de ± 20%
  - Taux de calage visé : 80%

- **Ensemble d'outils pour le calcul de sensibilité sur l'importance des sources, des points de calcul, etc.**



PANTHERE V2 – PRÉSENTATION GÉNÉRALE

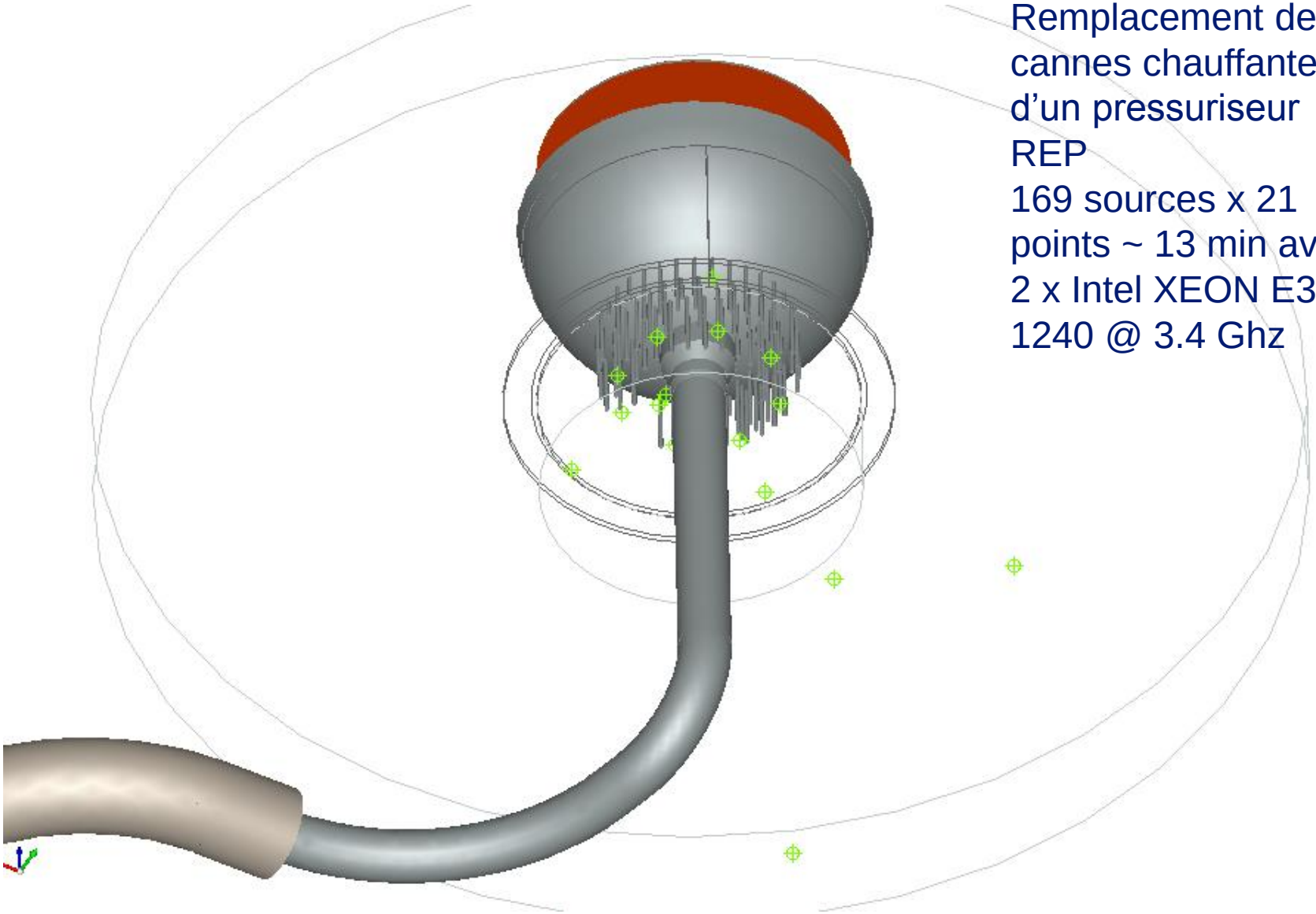
IMPORT CAO



PANTHERE V2, POUR QUOI FAIRE ?

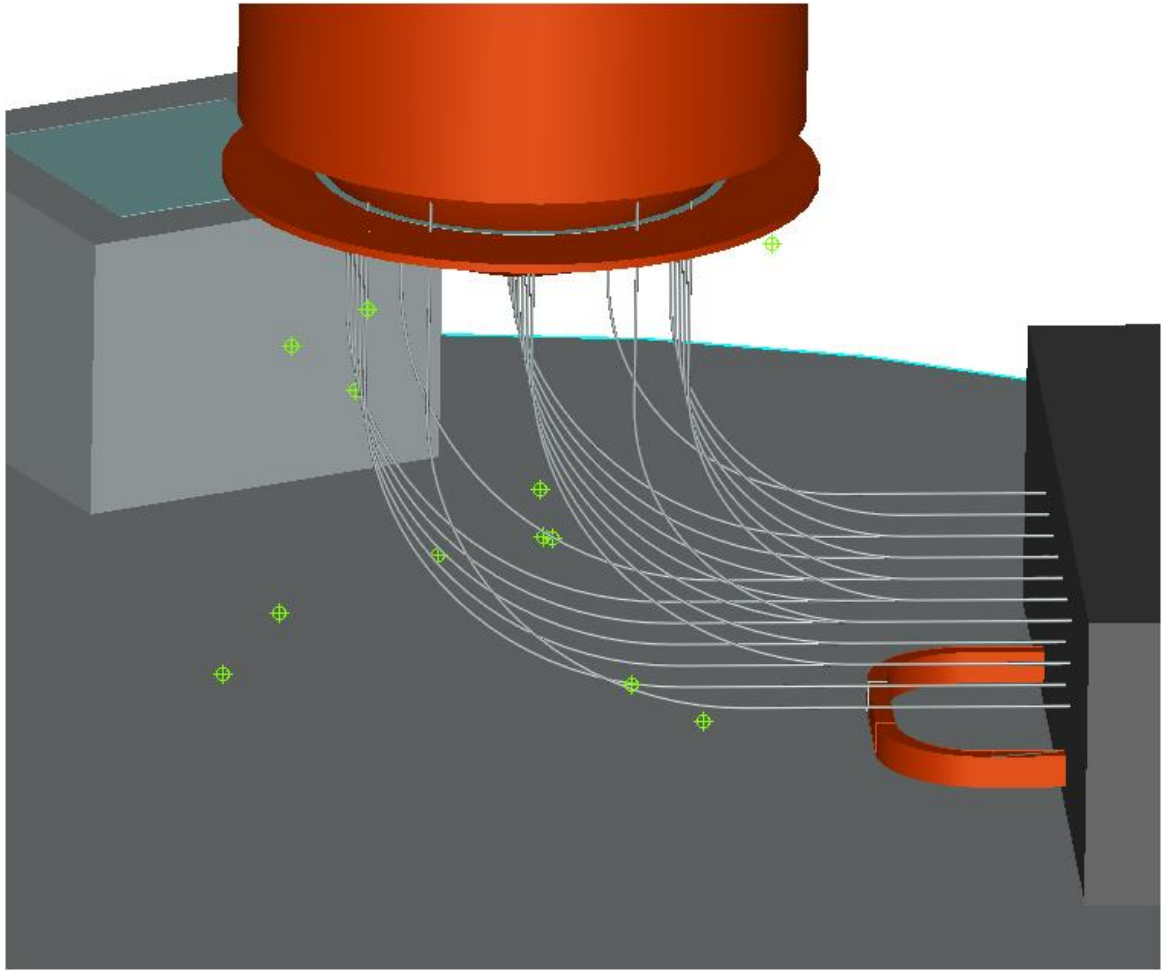
- **Le code PANTHERE est actuellement utilisé :**
  - Dans le domaine de la conception des nouveaux réacteurs :
    - Études de qualification de matériels pour EPR 2
    - Études d'accessibilité des locaux en conditions accidentelles sur Hinkley Point, EPR 2, etc.
    - Zonage et dimensionnement de protections biologiques pour l'EPR de Flamanville 3 (FA3)
  - Dans le domaine de la maintenance et des modifications
    - Simulation de contexte radiologique
    - Etudes de postes et d'optimisation
    - Caractérisation de déchets d'exploitation
    - Données d'entrée du code CADOR
    - Qualification des matériels
    - Études d'accessibilité
    - Transport
  - Déconstruction/Exploitation
    - Scénario de démantèlement
    - Entreposage de déchets
  - Gestion de crise
    - Calcul en situation incidentelle ou accidentelle

PANTHERE V2, POUR QUOI FAIRE ?



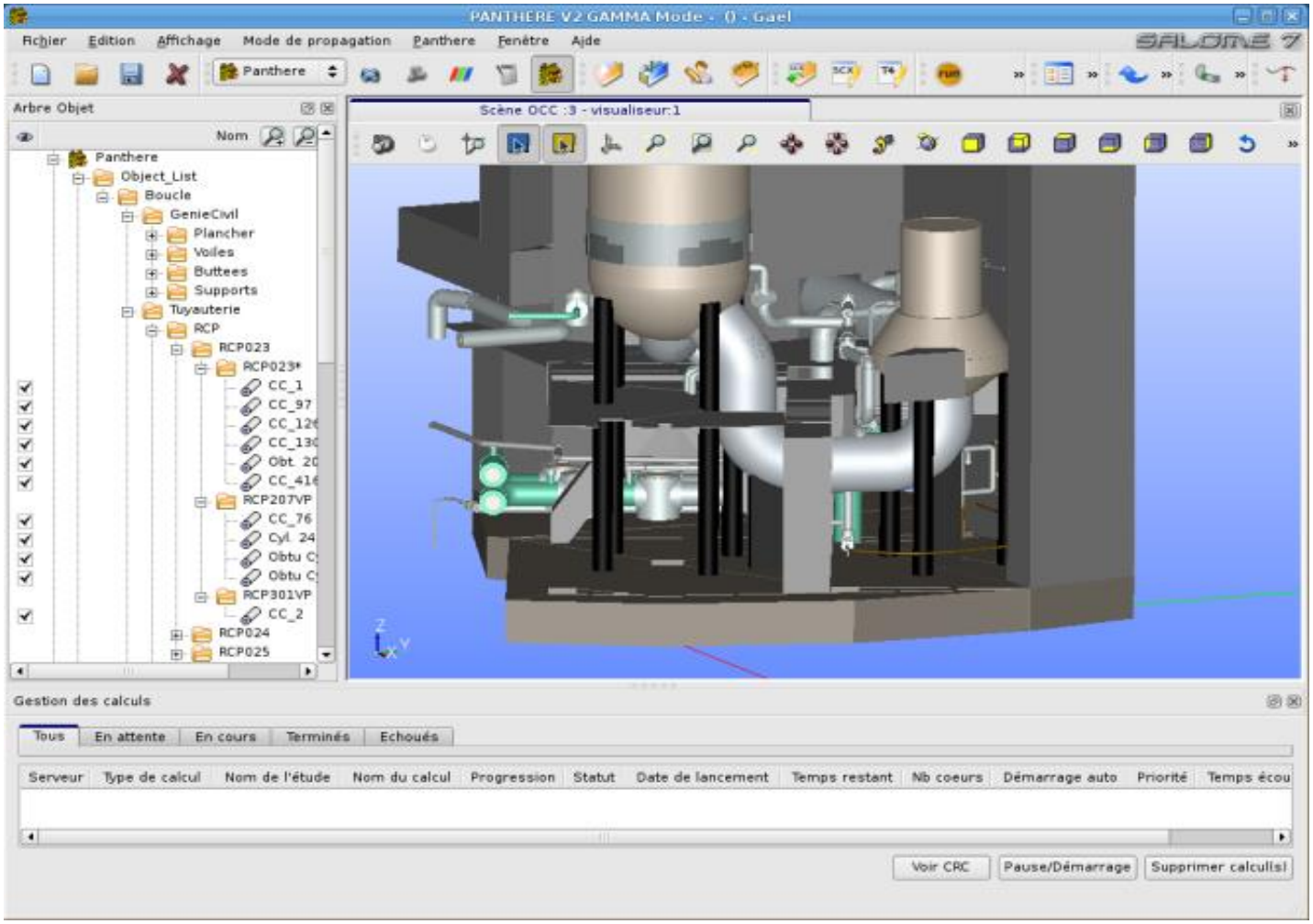
Remplacement des cannes chauffantes d'un pressuriseur REP
169 sources x 21 points ~ 13 min avec 2 x Intel XEON E3-1240 @ 3.4 Ghz

PANTHERE V2, POUR QUOI FAIRE ?



Remplacement de l'instrumentation cœur dans le puits de cuve.
97 sources x 17 points ~ 4 min avec 2 x Intel XEON E3-1240 @ 3.4 Ghz

PANTHERE V2, POUR QUOI FAIRE ?



Boucle complète d'un réacteur à eau pressurisé.
450 sources x 300 points ~ quelques heures avec 2 x Intel XEON E3-1240 @ 3.4 Ghz

CONCLUSION

- **PANTHERE v2 est :**
  - Rapide
  - Fiable
  - Convivial

- **PANTHERE est largement utilisé dans les centres d'ingénierie d'EDF et nos partenaires industriels dès les phases de conception, avec par exemple l'EPR, jusqu'aux calculs pour la déconstruction des anciennes centrales nucléaires.**

- **PANTHERE v2 est modulaire et permet des :**
  - Calculs de Débits d'Equivalent de Doses Gammas.
  - Export possible vers TRIPOLIv4.9 (code Monte-Carlo de référence) pour des calculs gamma spécifiques (avec effet de ciel ou phénomène de réflexion important) ou des calculs neutrons.

- **Evolutif : chaque année, une communauté d'utilisateurs partage son retour d'expérience sur le code et des évolutions sont planifiées pour avoir l'outil le plus efficace possible. Une nouvelle version est disponible chaque année et intègre les dernières évolutions.**

- **Un site Web est prévu pour s'inscrire à des formations, accéder à un forum de discussion sur le code ou demander des évolutions.**

- **Bientôt disponible à la vente ! (2018)**

Merci pour votre attention.

Avez-vous des questions ?