



INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire

Avant-projet VENUS-EXPRESS

(*VENUS-EXPeriments*
in REactor Supporting Safety)

2014-2015

Atelier Bilan NEEDS

Projet fédérateur Systèmes
Nucléaires et Scénarios

7 et 8 janvier 2016



Plan

- Présentation de l'avant-projet VENUS-EXPRESS
- Etude de faisabilité et pré-dimensionnement d'expériences
- Bilan du projet et perspectives



☐ Les partenaires du projet :



☐ Les objectifs :

- ☐ Etude de faisabilité d'expériences d'intérêt dans le réacteur VENUS-F du SCK-CEN
- ☐ Définition des types de mesures envisageables et des moyens à mettre en œuvre
- ☐ Engager les discussions avec le SCK-CEN pour des éventuelles expériences à partir de 2017

L'installation **VENUS-F** (*Vulcan Experimental Nuclear System*) du SCK-CEN, Belgique

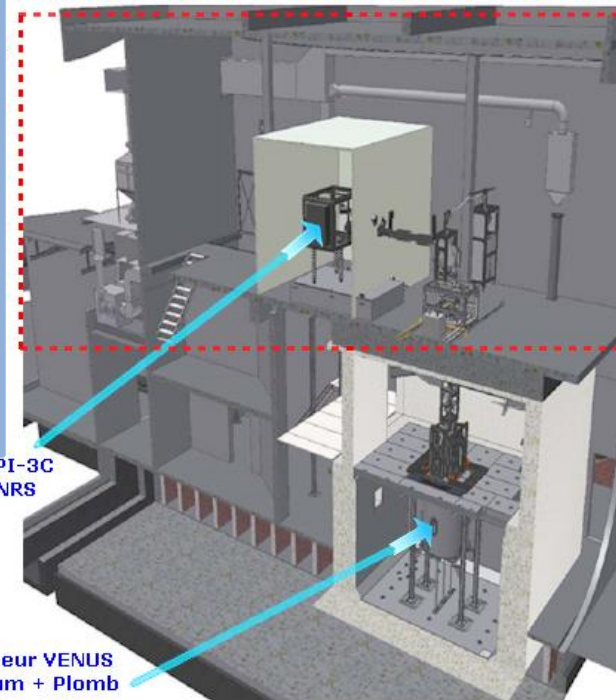
- Cœur plomb solide et U enrichi à 30% en ^{235}U

Spectre rapide

- Projets européens GUINEVERE (*Generator of Uninterrupted Intense NEutrons at the lead VENus Reactor*)
FREYA (*Fast Reactor Experiments for hYbrid Applications*),
et MYRTE

Maquette d'ADS
en vue de MYHRRRA
(*Multi-purpose hYbrid Research Reactor
for High-tech Applications*)

A partir de 2016, le taux d'occupation de
l'installation devrait permettre la réalisation
d'autres expériences en parallèle



Accélérateur GENEPI-3C
construit par le CNRS

Réacteur VENUS
Uranium + Plomb

❑ Les compétences des partenaires du projet :



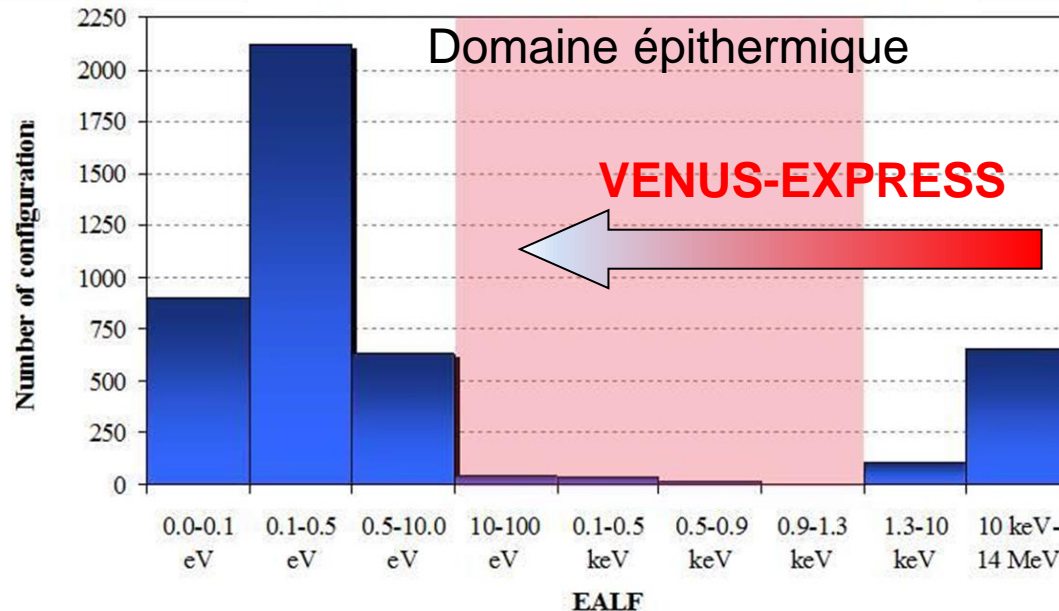
- Participation aux programmes expérimentaux dans VENUS-F (GUINEVERE, FREYA...)
- Réalisation d'expériences sur réacteurs et pour données nucléaires
- Analyse de données
- Simulation
- ...



- Conception de programmes expérimentaux en support à la sûreté
- Analyse de données
- Simulation
- Validation codes et données nucléaires
- Estimation de biais
-

☐ Le domaine d'intérêt

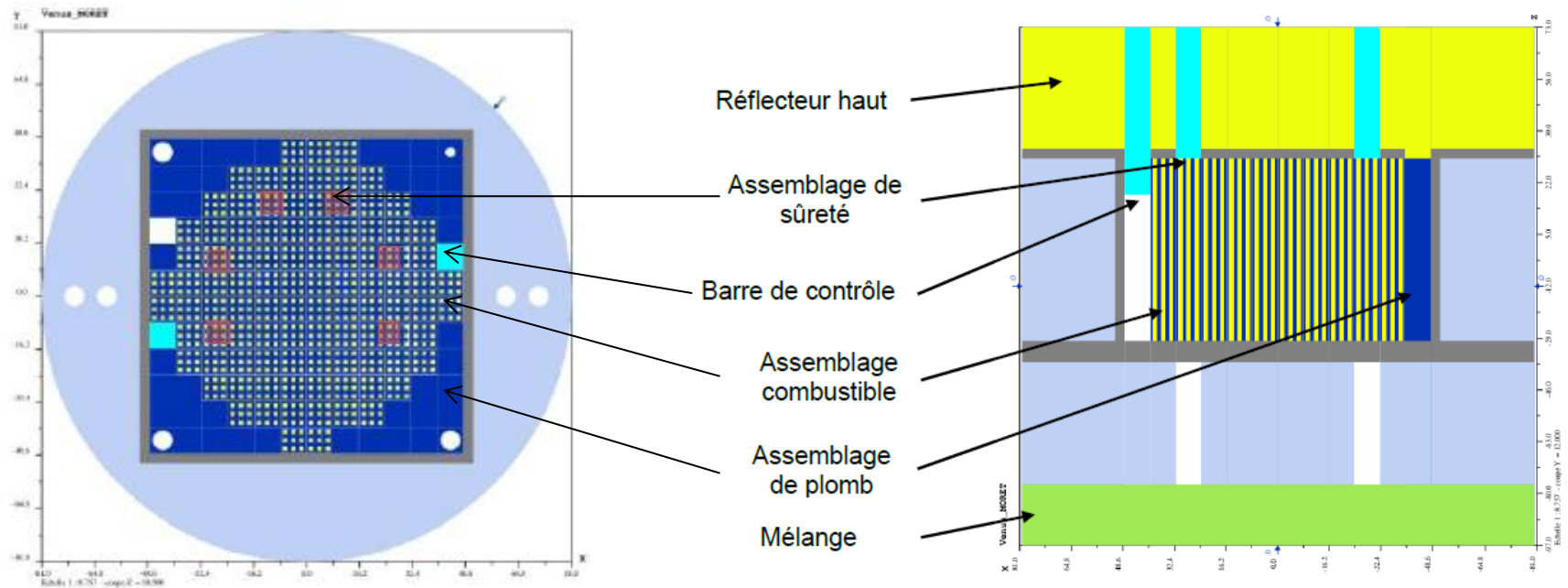
*EALF : léthargie moyenne
des neutrons induisant des
fissions (EALF)*



☐ Les contraintes

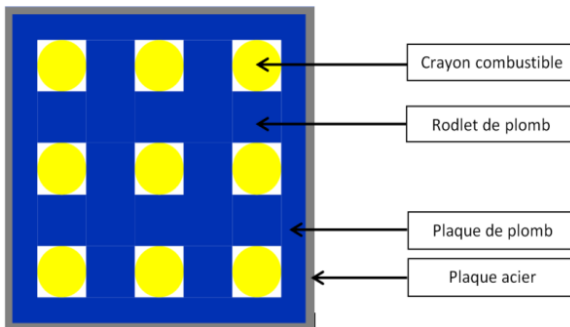
- ☐ Utilisation des données publiques (publications, hypothèses)
- ☐ Programmes en cohabitation
 - ☐ Remaniement du cœur partiel
 - ☐ Position de l'accélérateur
- ☐ Nombre de barreaux combustibles limités

Modélisation d'une configuration de référence



Coupes de la modélisation du cœur VENUS de référence avec le code MORET

MORET 5C1 JEFF 3.1



Coupes de l'assemblage combustible

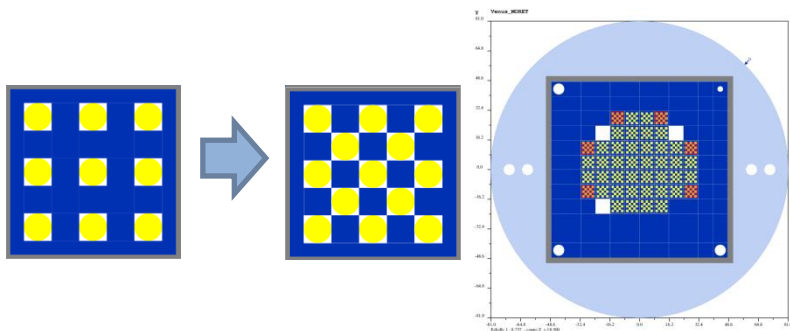
Référence		Poids des 4 assemblages centraux (pcm)	Poids des 6 assemblages de sûreté (pcm)	Poids des 2 barres de contrôle (pcm)
k_{eff}	σ (pcm)			
1,00243	35	- 4 122	- 9 793	- 613

Autres calculs :

- Comparaison des k_{eff} , spectre et sensibilités entre MORET, SCALE et MCNP
- Comparaison des évaluations ENDF/B-VII.0 et JEFF3.1

Etude de faisabilité et pré-dimensionnement d'expériences

Recherche de configurations critiques pour des assemblages à 13 crayons

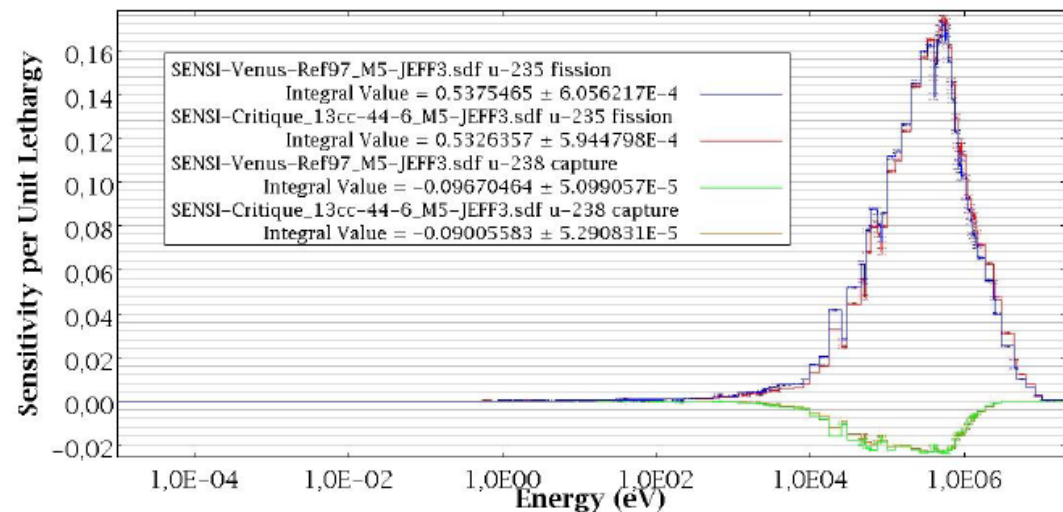
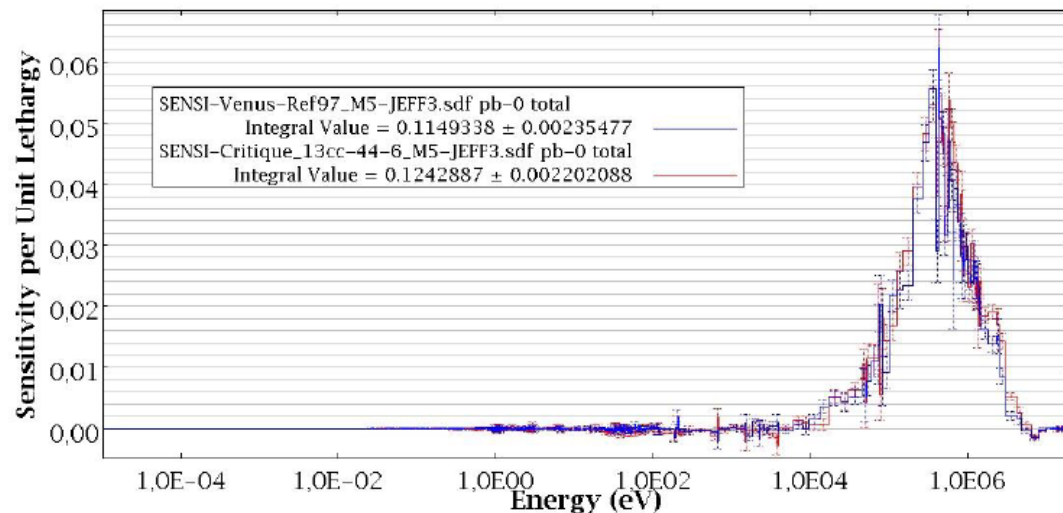


Coupe du cœur pour une configuration critique avec des assemblages à 13 crayons

Augmentation du nombre de barreaux combustibles par assemblage

- Cœur plus réactif avec moins de barreaux
- Pas d'effet notable sur le spectre

Possibilité de tester des matériaux de structure dont l'absorption sera compensée par les crayons disponibles en conservant un spectre rapide

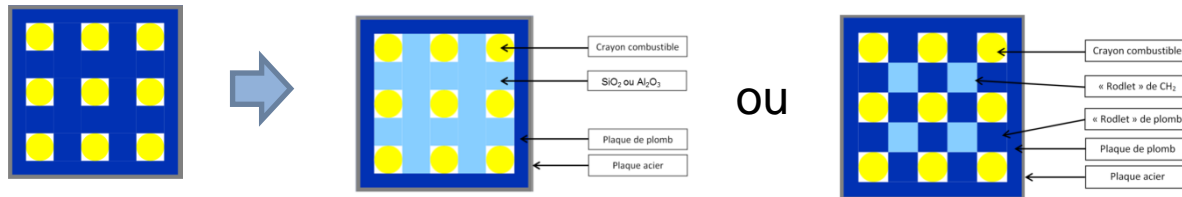


Sensibilité aux sections efficaces du Pb et de l'U

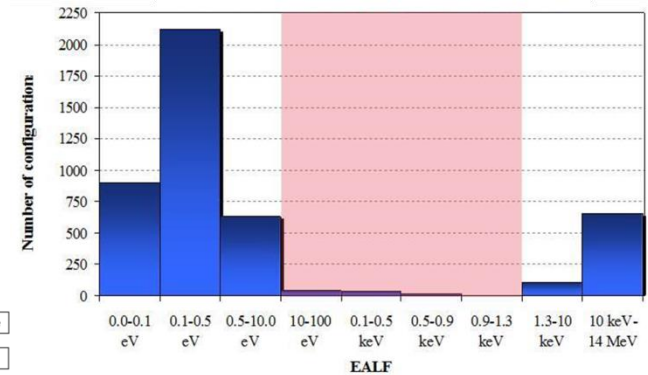
Etude de faisabilité et pré-dimensionnement d'expériences

Modification du spectre et recherche de configurations critiques

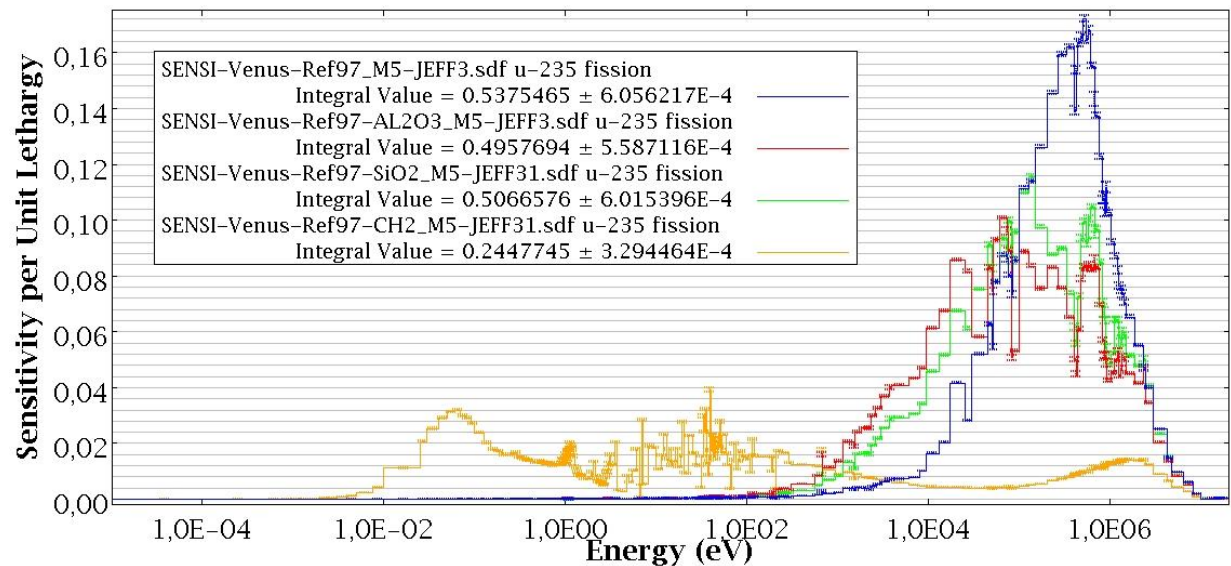
Remplacement des rodlets de plomb par différents matériaux dans les assemblages combustibles :
 Al_2O_3 , SiO_2 , CH_2 , C, Be



Assemblage avec de l' Al_2O_3 ou du SiO_2 à gauche et du CH_2 ou C ou Be à droite



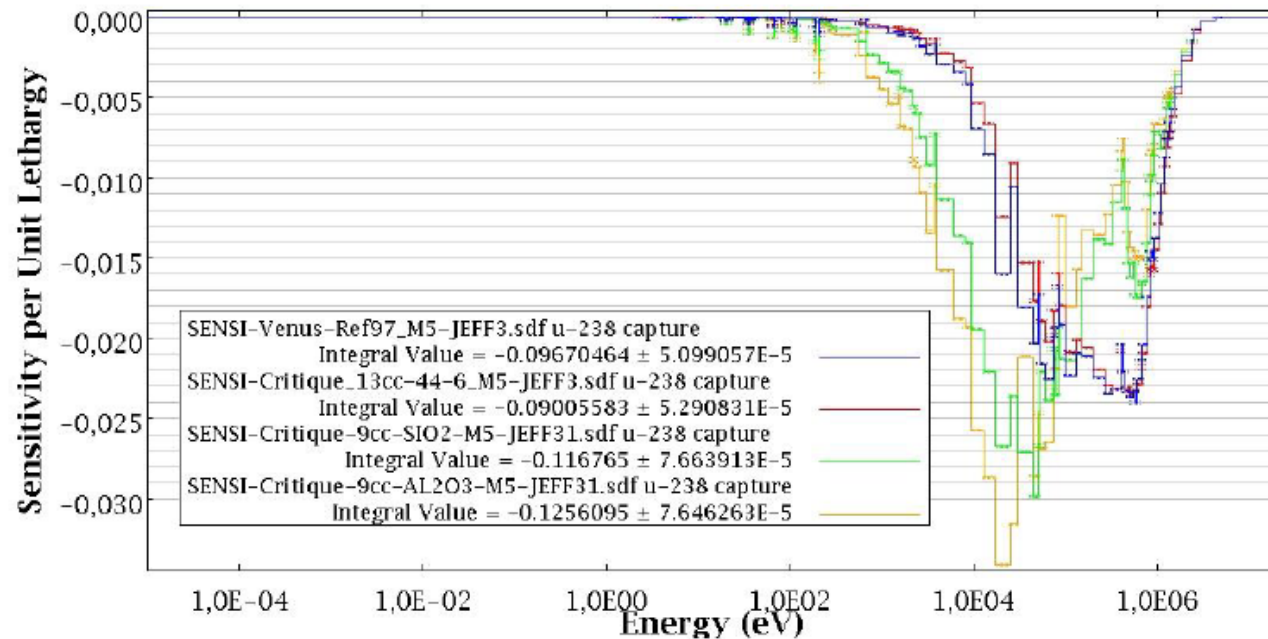
Sensibilité à la section efficace de fission de l' ^{235}U pour les configurations avec des rodlets de Pb, Al_2O_3 , SiO_2 et CH_2



Etude de faisabilité et pré-dimensionnement d'expériences

Modification du spectre et recherche de configurations critiques

Sensibilité à la section efficace de capture de l' ^{238}U pour les configurations avec des rodlets de Pb (avec 9 ou 13 crayons/assemblage), Al_2O_3 et SiO_2



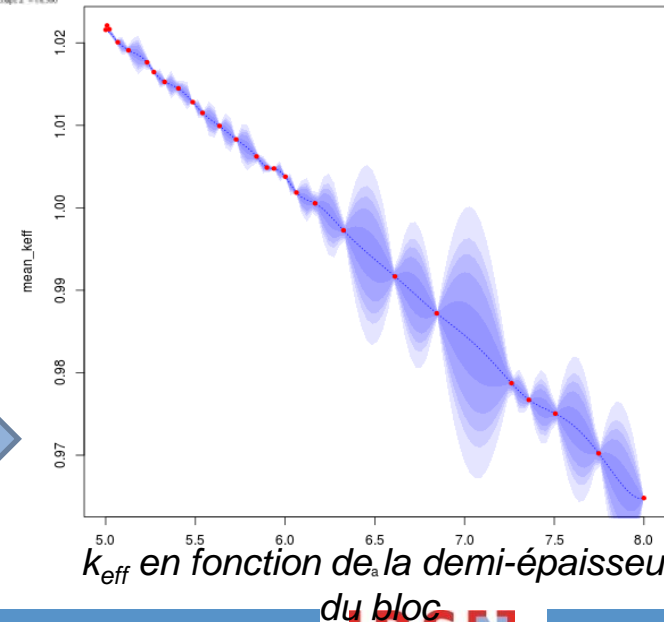
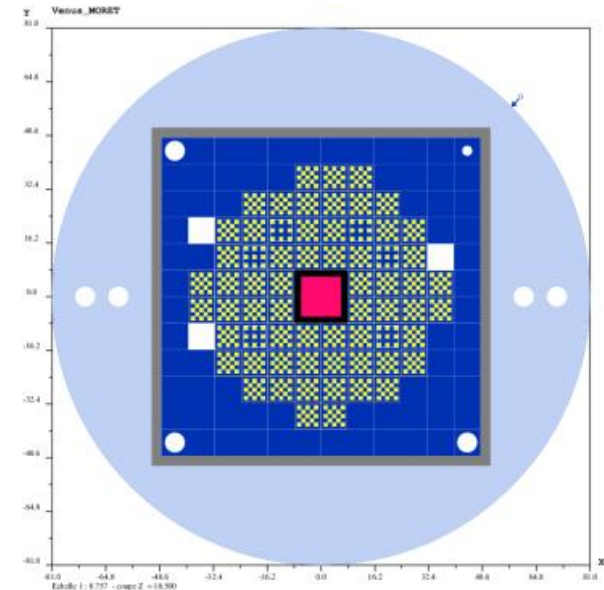
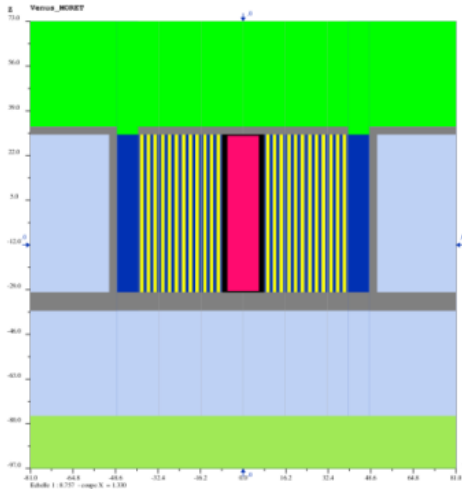
Configurations	Taux de fission		
	19,6 MeV – 100 keV	100 keV - 0,625 eV	0,625 eV - 1,1E-04 eV
Référence	74,03%	25,95%	0,02%
Critique - 13cc	77,43%	22,54%	0,02%
Critique Al_2O_3 - 9cc	47,97%	52,01%	0,02%
Critique SiO_2 - 9cc	55,02%	44,95%	0,02%

Possibilité de décaler le spectre du rapide vers l'épithermique

Etude de faisabilité et pré-dimensionnement d'expériences

Insertion de matériaux d'intérêt pour la sûreté

- Bloc du matériau dans la zone centrale dédié à la source externe (Remplacement des 4 assemblages centraux par un bloc)
- Matériau d'intérêt dans l'assemblage combustible

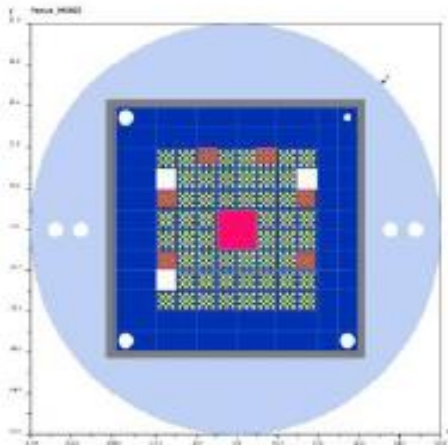


exemple

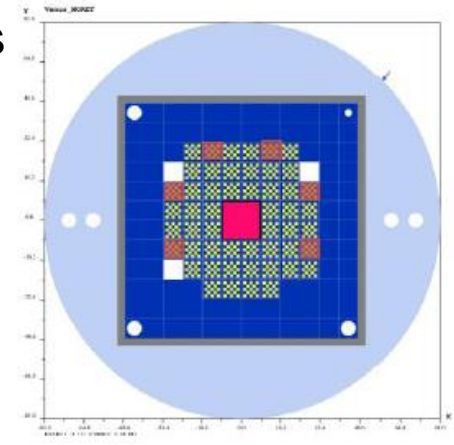
Utilisation de Prométhée et de l'algorithme EGO pour optimiser les épaisseurs du bloc et de la boîte pour maximiser la sensibilité et être critique

Etude de faisabilité et pré-dimensionnement d'expériences

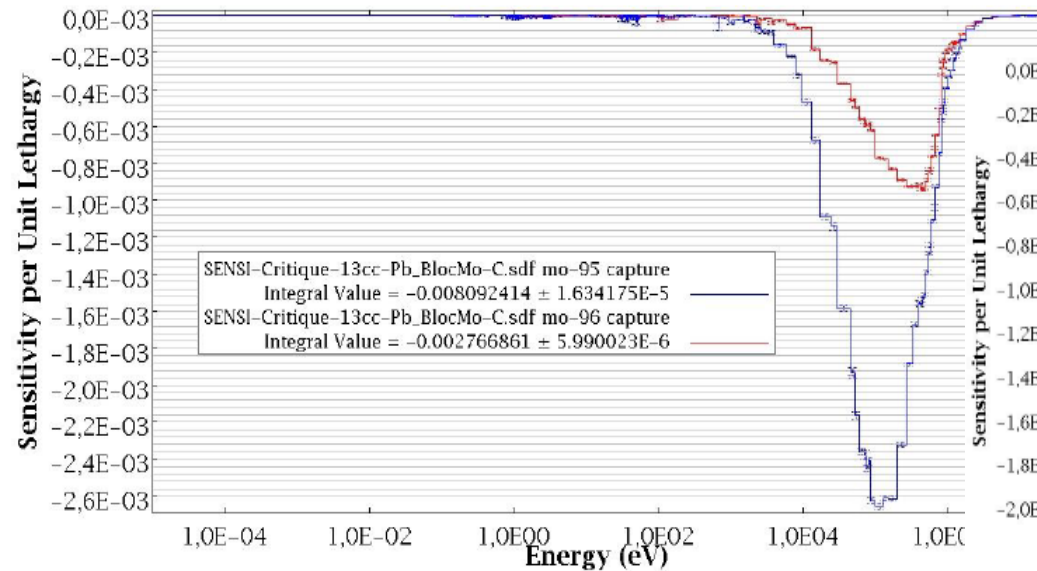
Insertion de matériaux d'intérêt pour la sûreté



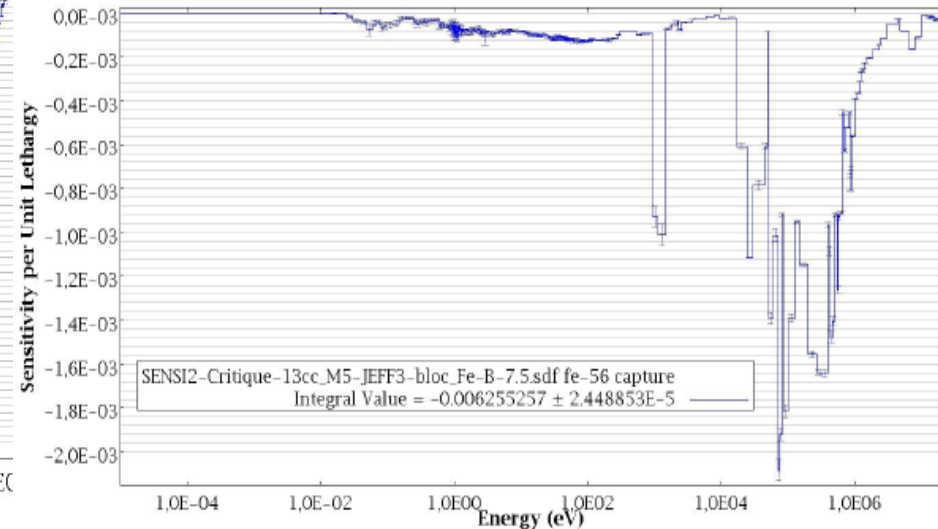
Exemples de configurations critiques
Mo (gauche) et le fer (droite)



Sensibilité aux sections efficaces de capture du ^{95}Mo et du ^{96}Mo pour la configuration avec un bloc de Mo au centre



Sensibilité aux sections efficaces de capture du ^{56}Fe pour la configuration avec un bloc de Fe au centre



- Echanges scientifiques inter-instituts sur les activités, les méthodes et les outils de simulation
- Faisabilité de programmes expérimentaux d'intérêt dans le réacteur VENUS-F
 - Possibilité de couvrir une large gamme de spectre
 - Possibilité de tester des matériaux de structure
 - Peu de modification du cœur → possibilité de programmes en cohabitation pour optimiser le planning de l'installation
- Plusieurs type de mesures envisagées (Taille critique, effet en réactivité, beff, traverses, etc.)
- Une prise de contact avec le SCK a été initiée :
 - Rencontres SCK, CNRS et IRSN le 28/11/2014
 - Réunion SCK et IRSN le 5/11/2015