

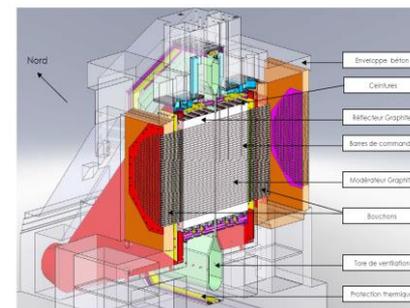


Inventaires en ^{36}Cl des déchets graphites des réacteurs UNGG G1/G2/G3 et des chemises graphites CHA2/CHA3

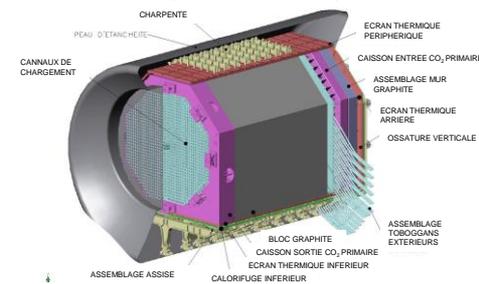
GT PNGMDR 11/09/2019

Jérôme COMTE, Aymeric VAN LAUWE, Magali SALUDEN-MAGNIN

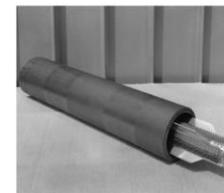
- 4650 tonnes de déchets graphite provenant :
 - **Graphite des empilements** des réacteurs UNGG G1/G2/G3 (modérateur/réflécteur) (3804 tonnes)
 - **Graphite des chemises** des réacteurs EDF CHA2/CHA3 (730 tonnes)
- Activité radiologique : **activation neutronique des impuretés du graphite** ou du gaz caloporteur (réacteurs)
- Variabilité des inventaires des RN en lien avec :
 - nature/qualité du graphite (procédé de purification)
 - faible teneur des impuretés (traces)
 - conditions d'irradiation et de température en réacteur



Maquette numérique G1



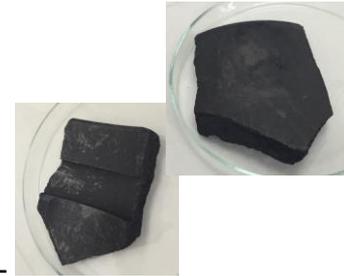
Maquette numérique G2/G3



Chemise graphite CHA2/CHA3

Inventaire actuel (2015) et retenu pour les études du projet de stockage FAVL :

	Réacteur G1	Réacteur G2	Réacteur G3	Total réacteurs	Chemises CHA2/CHA3
Masse (t)	1200	1302	1302	3804	730
	0,0114 TBq	0,229 TBq	0,624 TBq	0,86 TBq	0,008 TBq



Broyats de chemise graphite CHA2/CHA3 (centimétriques)

Depuis 2015, le programme de R&D du CEA considère :

- Un volet expérimental avec des mesures radiochimiques d'échantillons + des opérations de prélèvement (réacteur G1)
- Un volet de modélisation (géométrie, flux neutronique, activation neutronique)



Fosse d'entreposage MAR 400 (Marcoule)

Calculs de flux neutronique (en fonctionnement passé du réacteur) :

- Cartographie de densité de flux
- Calcul d'activation des impuretés à l'origine de l'activité radiologique du graphite

Mesures radiochimiques sur échantillons :

- Nature des RN présents et niveau d'activité
- Hétérogénéité chimique

Approche par ajustement **calcul/mesure** des activités radiologiques des RN :

- Prise compte des phénomènes physico-chimiques (évolution du graphite en réacteur)
- Réduire le nombre de prélèvements

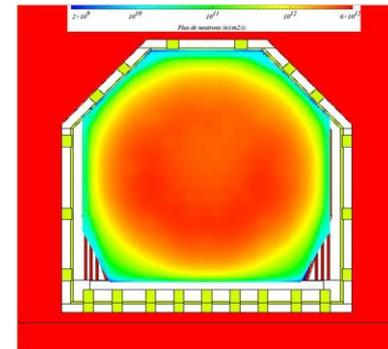
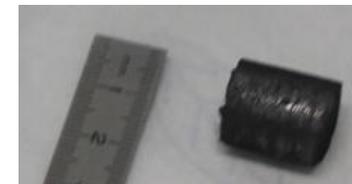


Illustration du flux de neutrons dans G1



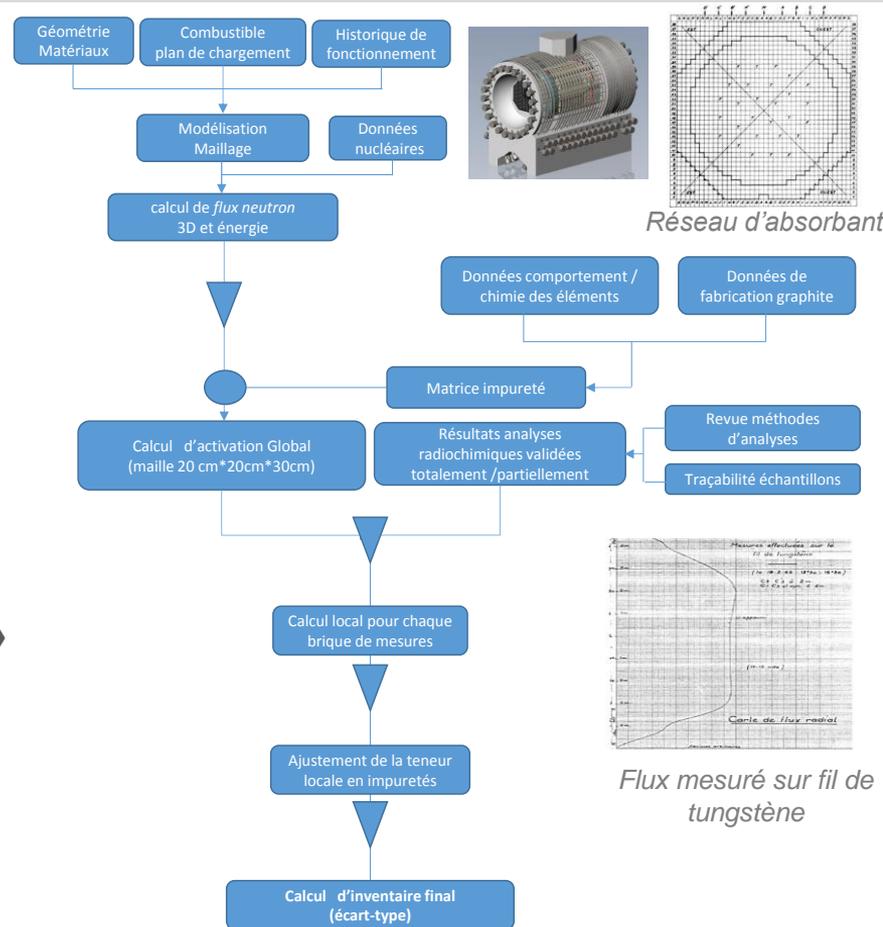
Carotte graphite G1
(canal 36 17 D 2015)



Canal réacteur G1
(36 17 D 2015)

Etapes itératives :

- **Cartographie de flux de neutrons** dans les réacteurs
- **Calcul d'activation des impuretés** et ajustement/validation des paramètres du modèle par les données des mesures radiochimiques
- Ajustement de la teneur en impuretés chimiques : **matrice d'impureté « explicative »**
- **Evaluation de l'inventaire radiologique**
- *Bornage min et max de l'inventaire radiologie*



- Selon la méthodologie calcul/mesure : **baisse d'environ un facteur 2** de l'inventaire ^{36}Cl des graphites G1 et G2 (versus inventaire 2015)

Graphite	Masse	^{36}Cl	Au 01/01/19
G1	1200 t	0,006	TBq
G2	1302 t	0,153	TBq
G3 (Inventaire 2015)	1302 t	0,625	TBq
Chemises CHA2/CHA3	730 t	0,008	TBq

- Inventaire ^{36}Cl conforté pour les chemises graphite à **0,008 TBq**

Graphite des empilements réacteurs :

- Inventaire ^{36}Cl des graphites G1 et G2 revu à la baisse (facteur 2) avec la méthodologie couplée calcul/mesure
- *Evaluation du bornage min et max de l'inventaire radiologique*
- *Extrapolation de l'historique d'irradiation de G2 pour l'évaluation de l'inventaire radiologique du graphite G3*

Graphite des chemises CHA2/CHA3

- Inventaire ^{36}Cl conforté à la valeur de 0,008 TBq

Programme expérimental toujours en cours

Mise à jour complète de l'inventaire radiologique attendue en 2021

