Modélisation des effets d'historique dans un REP

Benjamin Toueg

29 avril 2011

INSTITUT DE GÉNIE NUCLÉAIRE

Plan

1. Introduction

2. Validation des outils avec le modèle classique

3. Création du modèle novateur

4. Comparaison du modèle classique avec le nouveau modèle

5. Conclusion

Modélisation des effets d'historique dans un réacteur à eau pressurisée

Projet

- Réacteur à Eau Pressurisée
- Une longueur de campagne

Outils

Un code d'assemblage

- DRAGON4

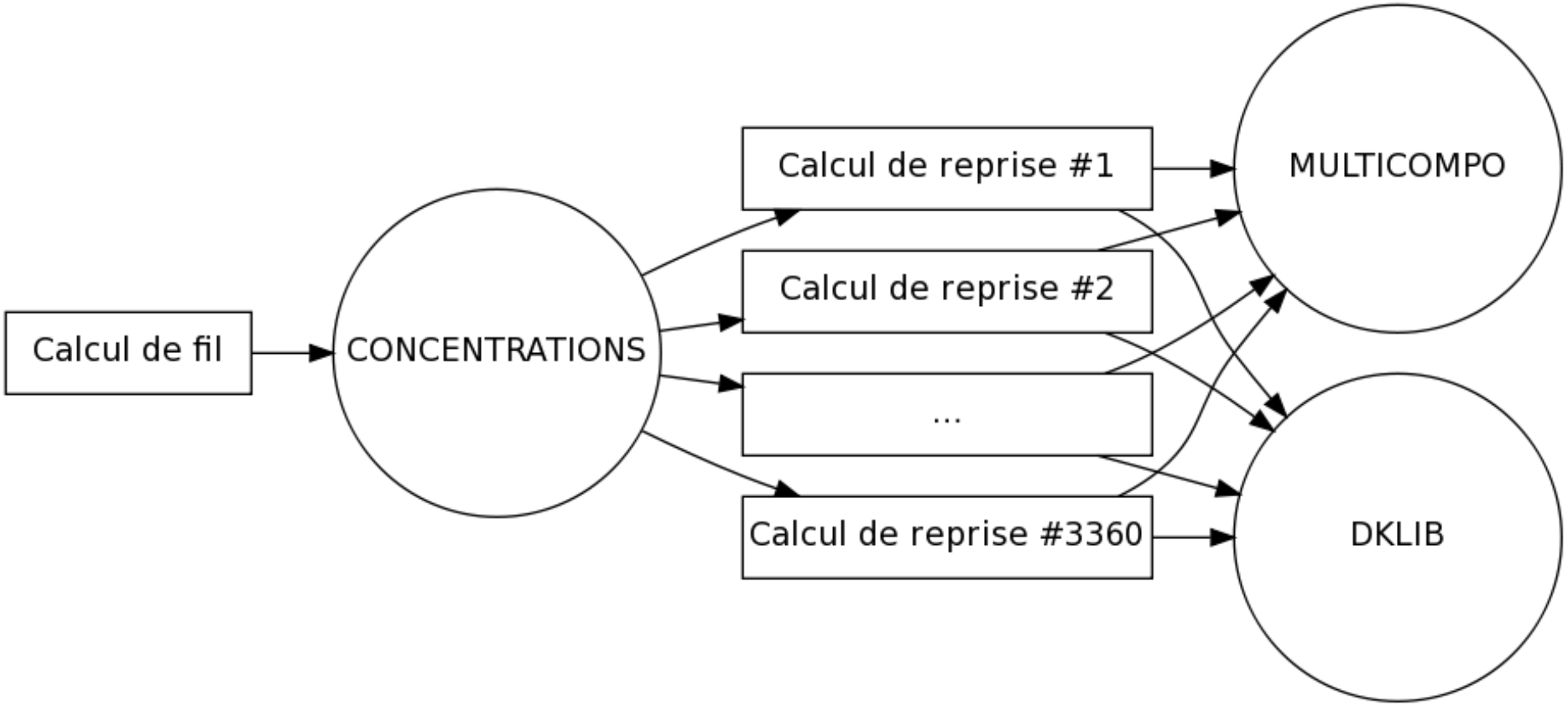
Deux codes de cœur

- DONJON4
- COCAGNE

Modèles

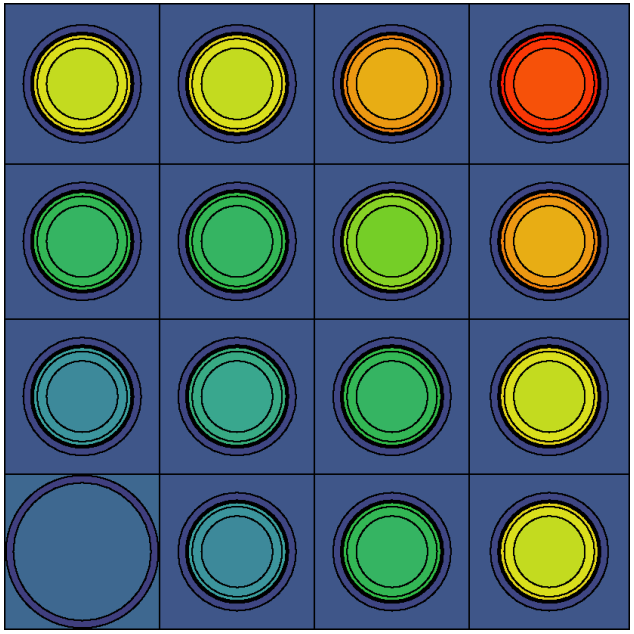
- Modèle **classique** : calcul avec bibliothèque
- Modèle d'**historique** : calcul avec effets d'historique

Schéma de Calcul

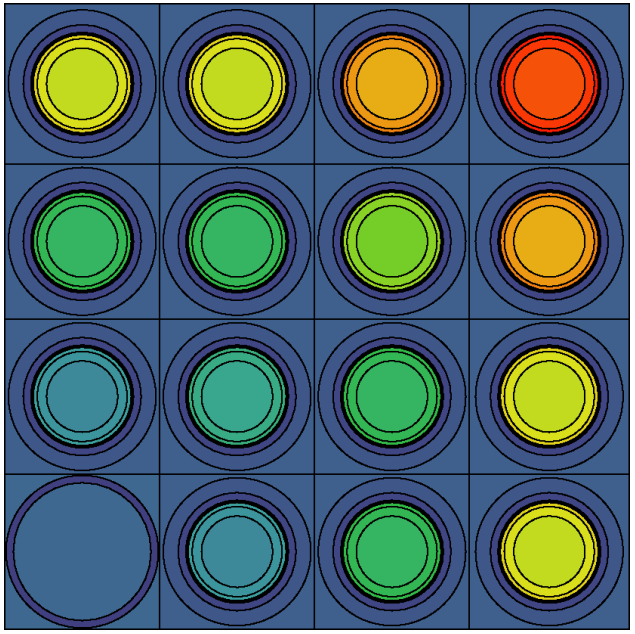


Création des bibliothèques

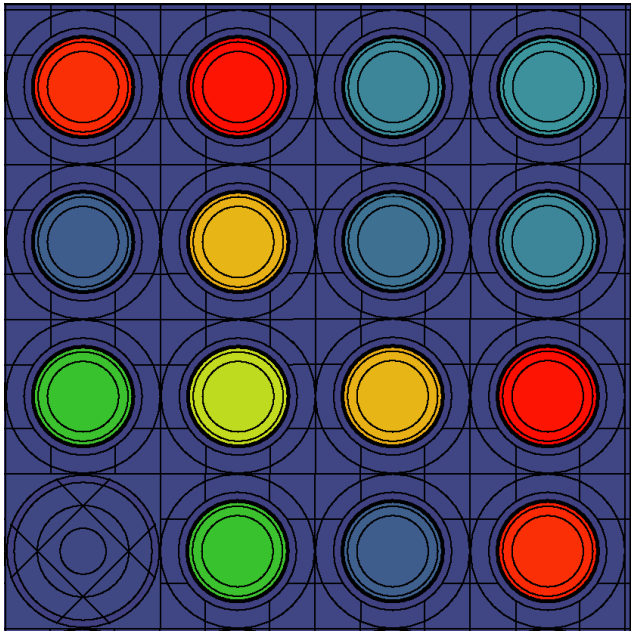
Géométrie de l'assemblage



Autoprotection

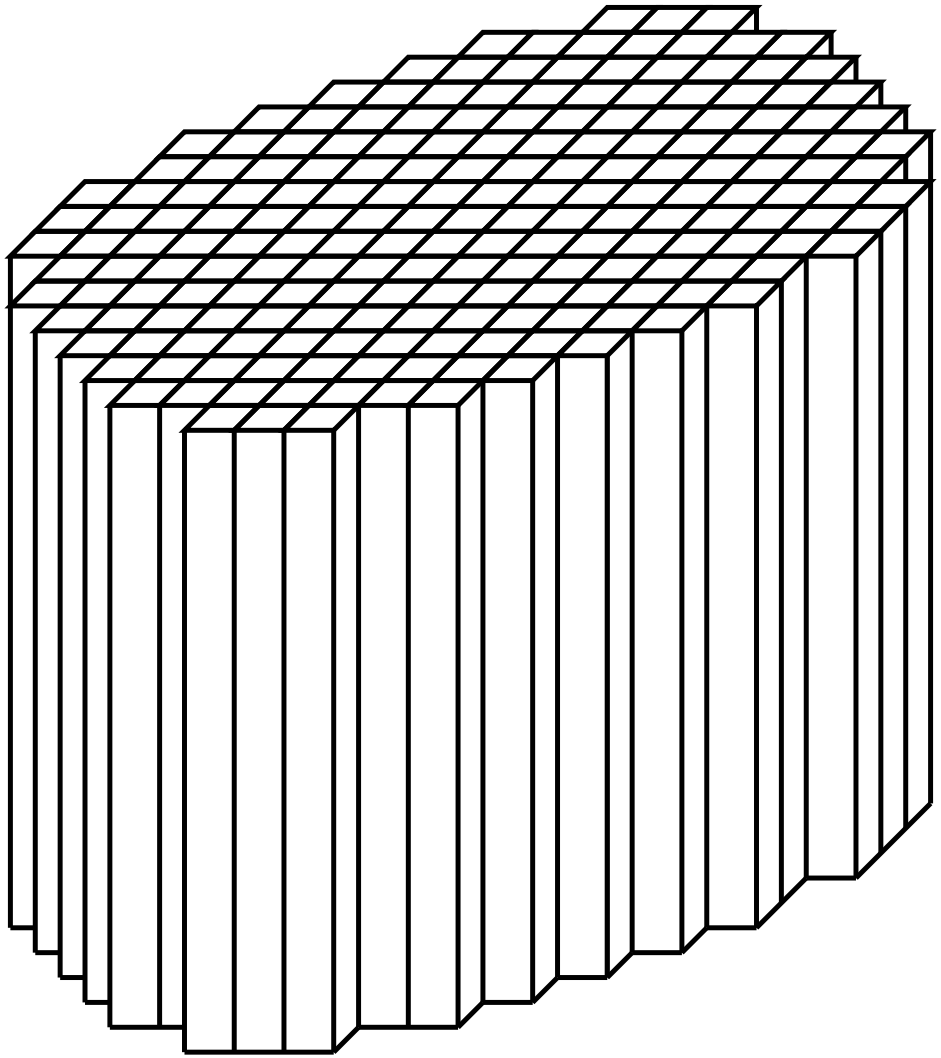


Niveau 1



Niveau 2

Géométrie du Cœur



Cartésien 3D

Modèles

Cas test

- Bibliothèque microscopique CEA 281 groupes
- Cube simple avec conditions de réflexion
- Maillage $1 \times 1 \times 1$

Longueur de campagne

- Bibliothèque microscopique CEA 281 groupes
- Puissance du cœur 2775 kW
- Maillage $17 \times 17 \times 28$ en flux et en fuel map

Modèles - Cas test

Milieu infini - Théorie

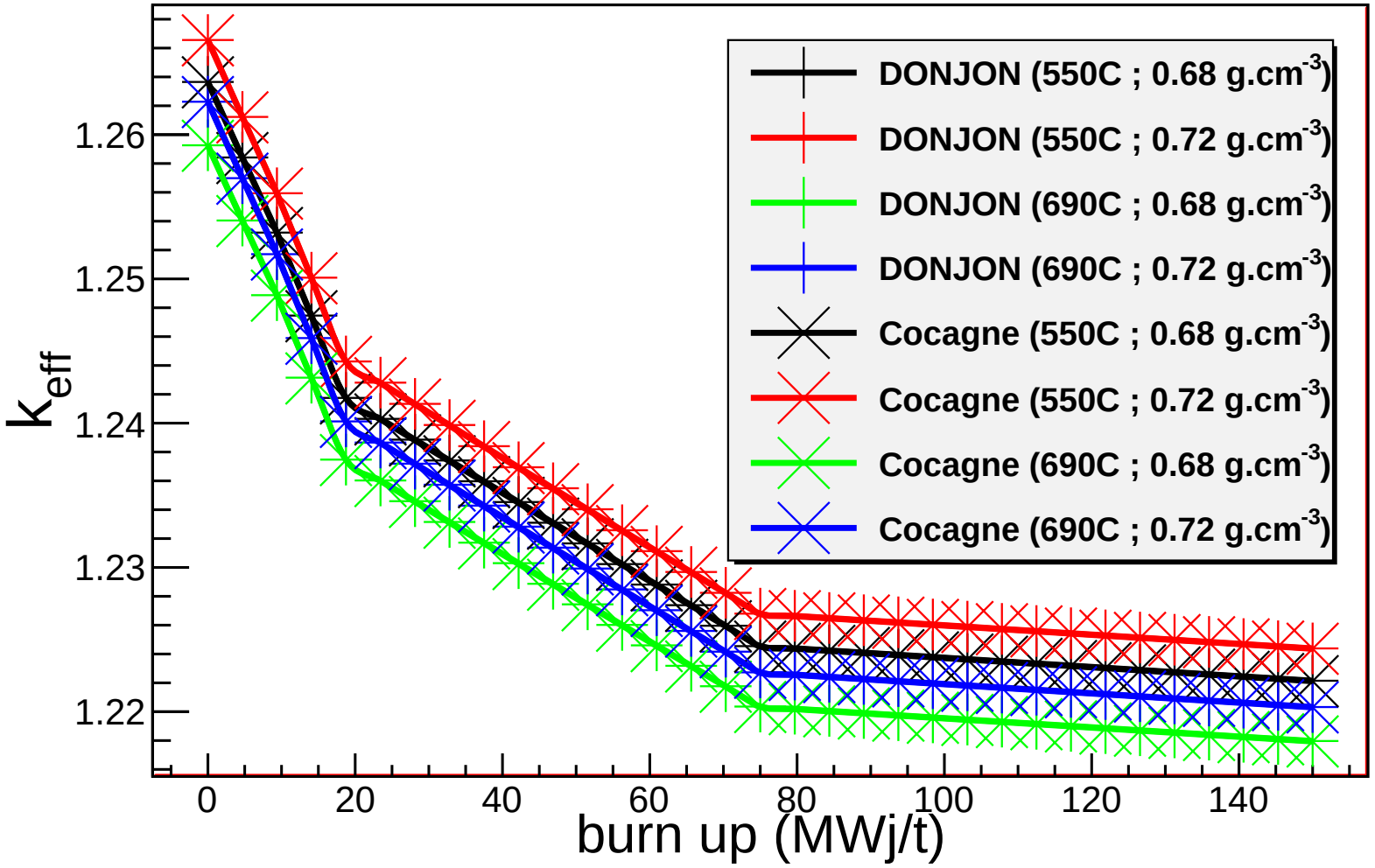
Diffusion à 2 groupes en milieu homogène infini :

$$\begin{cases} k_\infty = \frac{\nu\Sigma_f^1(\Sigma_a^2+\Sigma_s^{1\leftarrow 2})+\nu\Sigma_f^2\Sigma_s^{2\leftarrow 1}}{(\Sigma_a^1+\Sigma_s^{2\leftarrow 1})(\Sigma_a^2+\Sigma_s^{1\leftarrow 2})-\Sigma_s^{1\leftarrow 2}\Sigma_s^{2\leftarrow 1}} \\ \frac{\phi_2}{\phi 1} = \frac{\Sigma_s^{2\leftarrow 1}}{\Sigma_a+\Sigma_s^{1\leftarrow 2}} \end{cases}$$

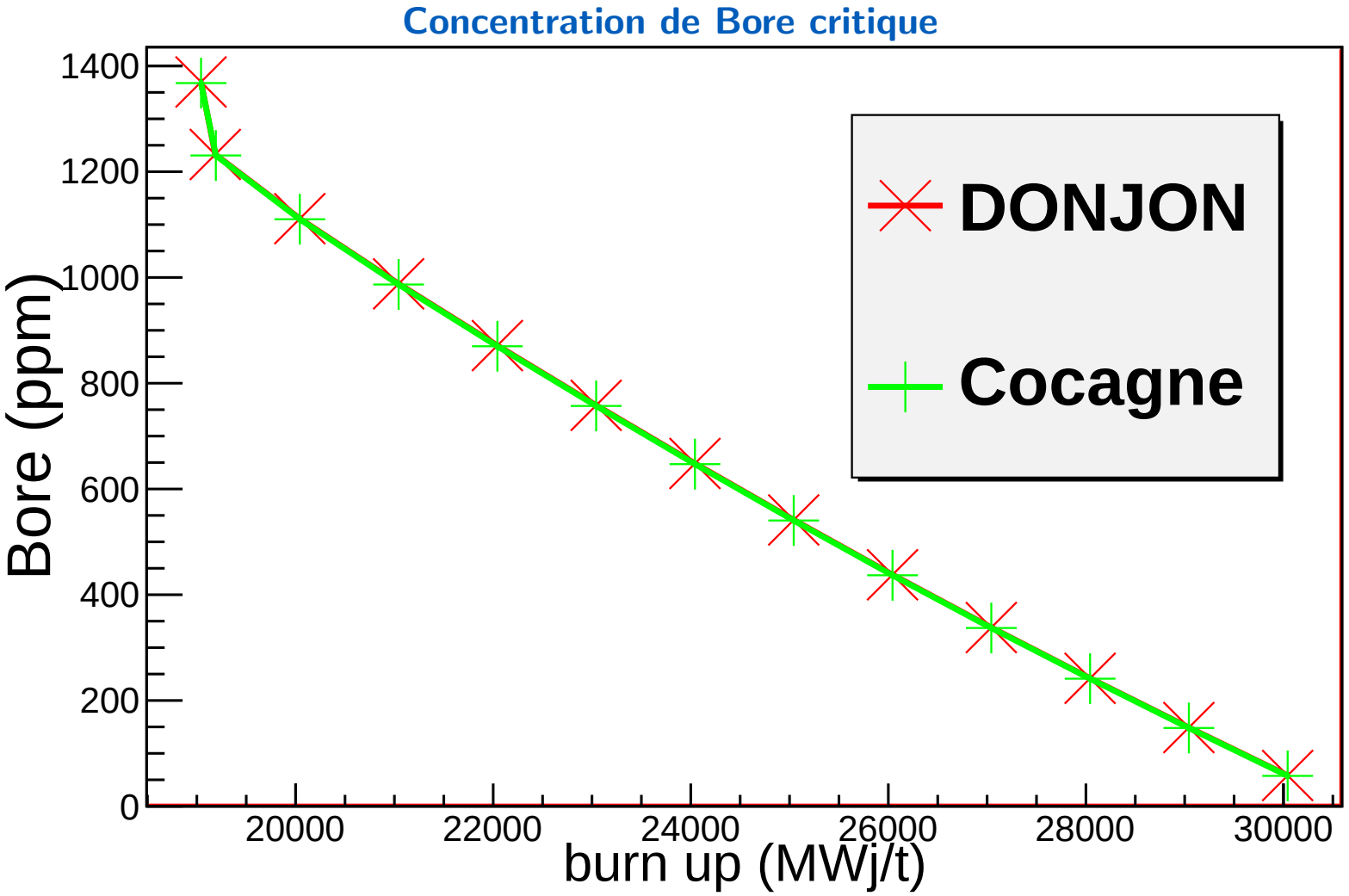
- k_∞ est **indépendants** des facteurs de Selengut.
- $\frac{\phi_2}{\phi 1}$ **dépend** des facteurs de Selengut.

Résultats - Milieu infini

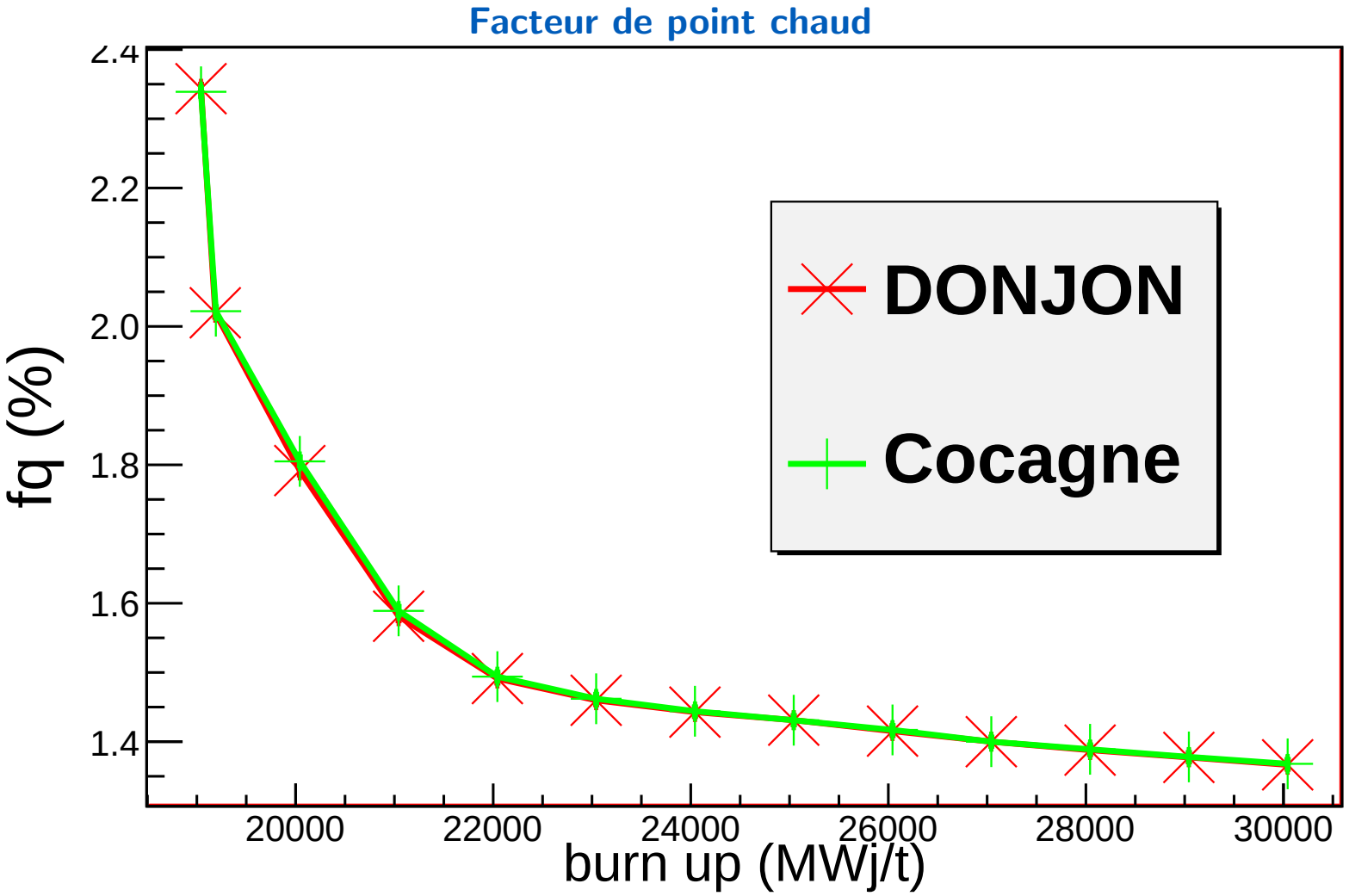
DONJON = COCAGNE (température combustible ; densité modérateur)



Résultats - Concentration de bore critique



Résultats - Facteur de point chaud



Création du modèle novateur

Travaux précedents

- Historique avec DRAGON3 sur un CANDU
- Bibliothèque avec DONJON3 sur un REP
- Microévolution
- Historique avec DONJON4/MPI sur un REP

Difficultés

- Implémenter les modules MPI
- Manipuler de grosses quantités de données

Environnement Technique

- Accès VPN au cluster Clamart2
- Jusqu'à 64 à 8 cœurs
- Passage de 32 bits à 64 bits

Schémas de Calcul

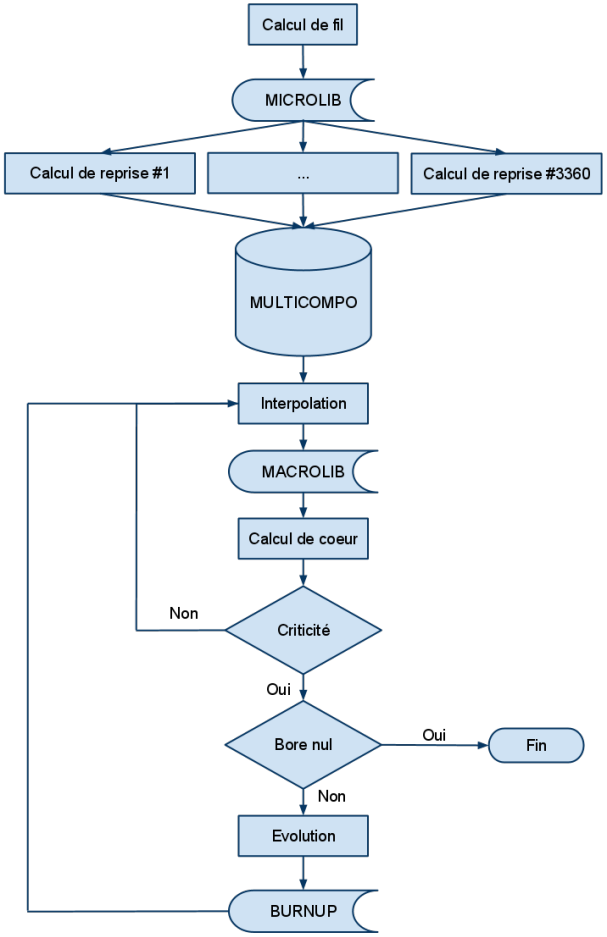


Diagramme classique

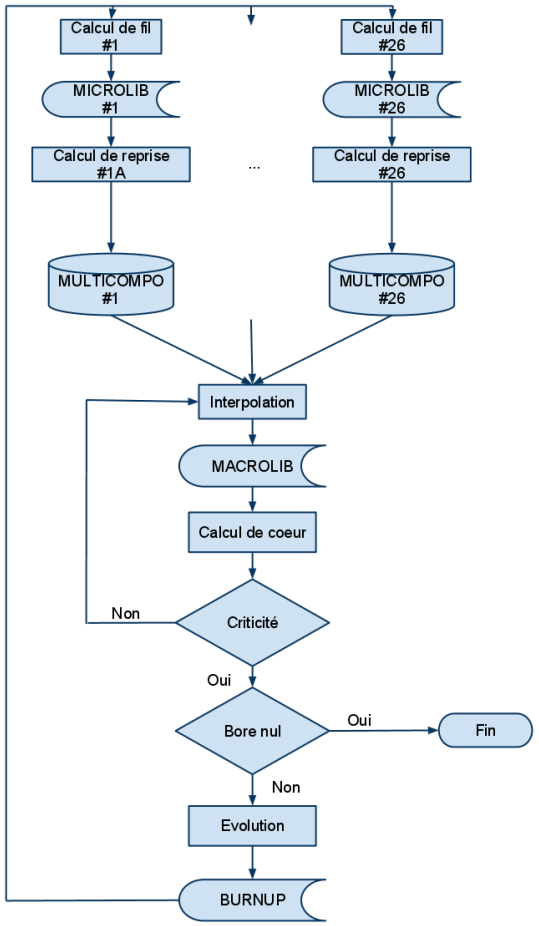


Diagramme historique

Modèles

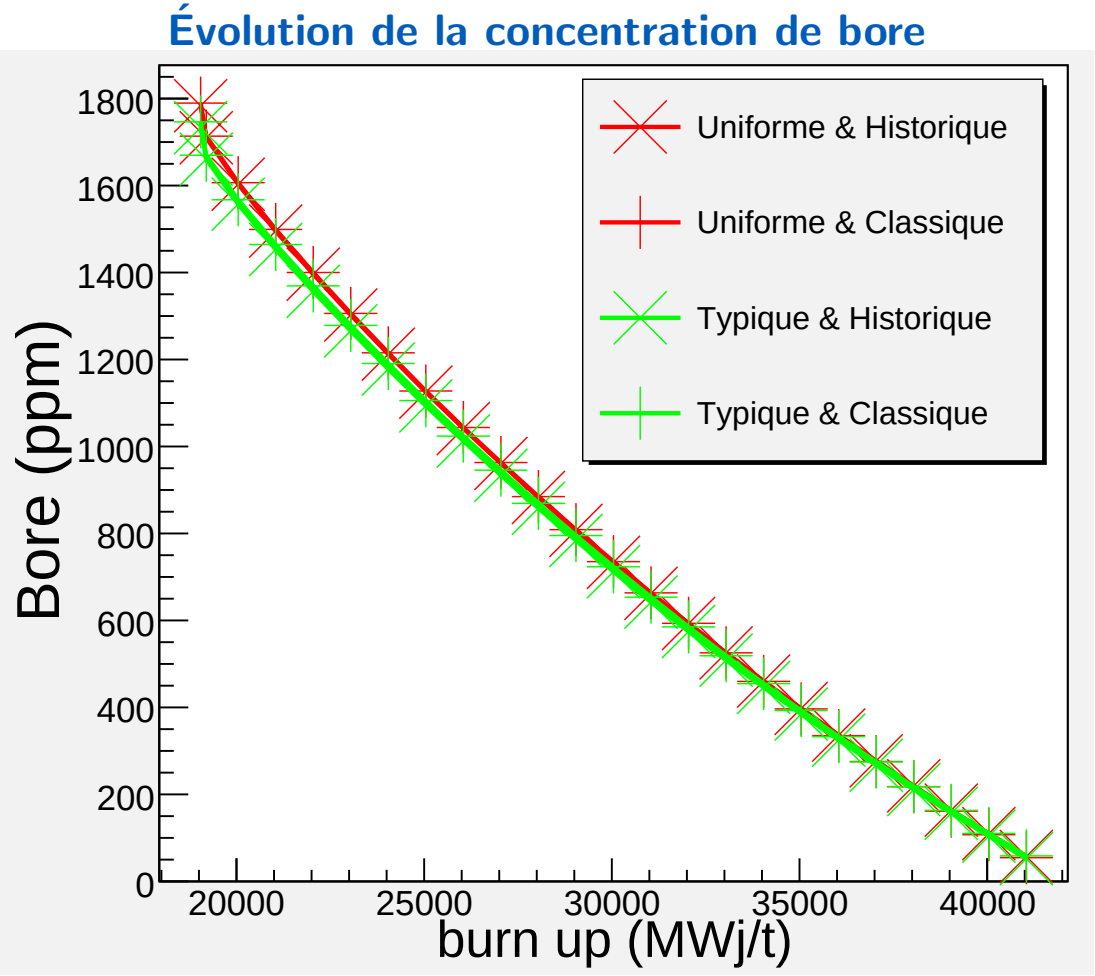
Longueur de campagne

- Bibliothèque microscopique DRAGLIB 281 groupes
- Puissance du cœur 2775 kW
- Maillage $17 \times 17 \times 28$ en flux
- Maillage $17 \times 17 \times 18$ en fuel map
- Distibution "uniforme" et "typique" en paramètres physiques
- Isotopes lourds évolutants : U^{234}, U^{235}, U^{236}, U^{237}, U^{238}, Np^{237}, Np^{238}, Np^{239}, Pu^{238}, Pu^{239}, Pu^{240}, Pu^{241}, Pu^{242}
- Produits de fissions évolutants : Cm^{242}, Cm^{243}, Cm^{244}, Cm^{245}, Am^{241}, Am^{242M}, Am^{243}, Pm^{147}, Pm^{148}, Pm^{148M}, Pm^{149}, Sm^{147}, Sm^{148}, Sm^{149}, Sm^{150}, Nd^{146}, Nd^{147}, Nd^{148}, B^{10}, B^{11}, Xe^{135}, I^{135}

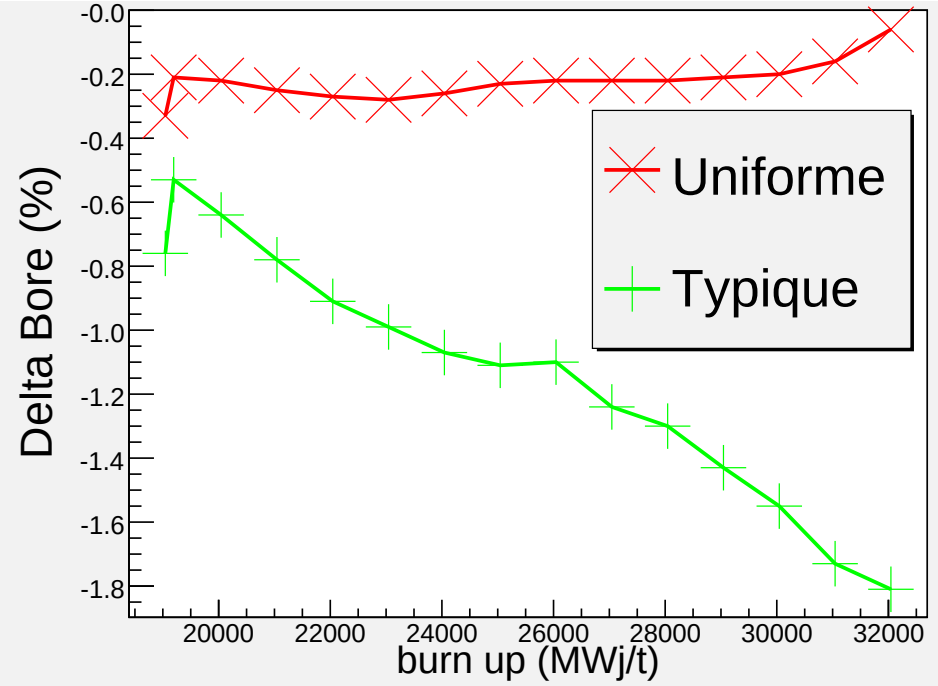
Résultats - Concentration de bore critique

	Distribution uniforme			
Burnup	Concentration de bore critique (ppm)			
(MWj/t)	Historique	Classique	Δ	Pourcentage
19045	1783.6	1789.6	-6.0	-0.33 %
19195	1709.9	1713.6	-3.7	-0.21 %
20045	1603.0	1606.6	-3.6	-0.22 %
21045	1495.3	1499.1	-3.8	-0.25 %
22045	1396.2	1400.1	-3.9	-0.27 %
23045	1302.3	1306.0	-3.7	-0.28 %
24045	1212.2	1215.4	-3.2	-0.26 %
25045	1125.0	1127.6	-2.6	-0.23 %
26045	1041.3	1043.7	-2.4	-0.22 %
27045	960.9	963.1	-2.2	-0.22 %
28045	882.8	884.8	-2.0	-0.22 %

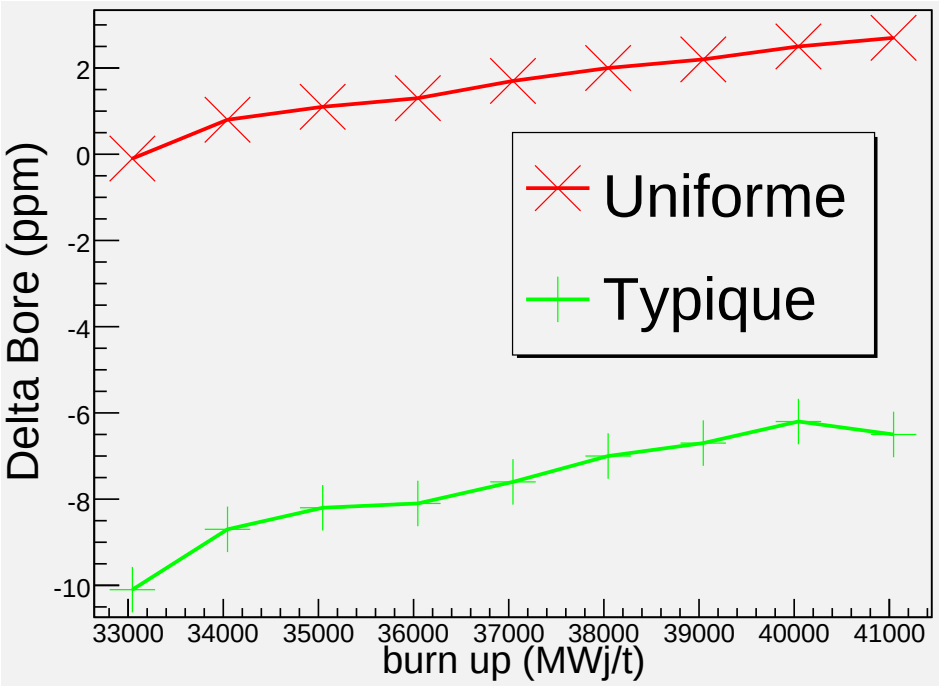
Résultats - Concentration de bore critique



Résultats - Concentration de bore critique

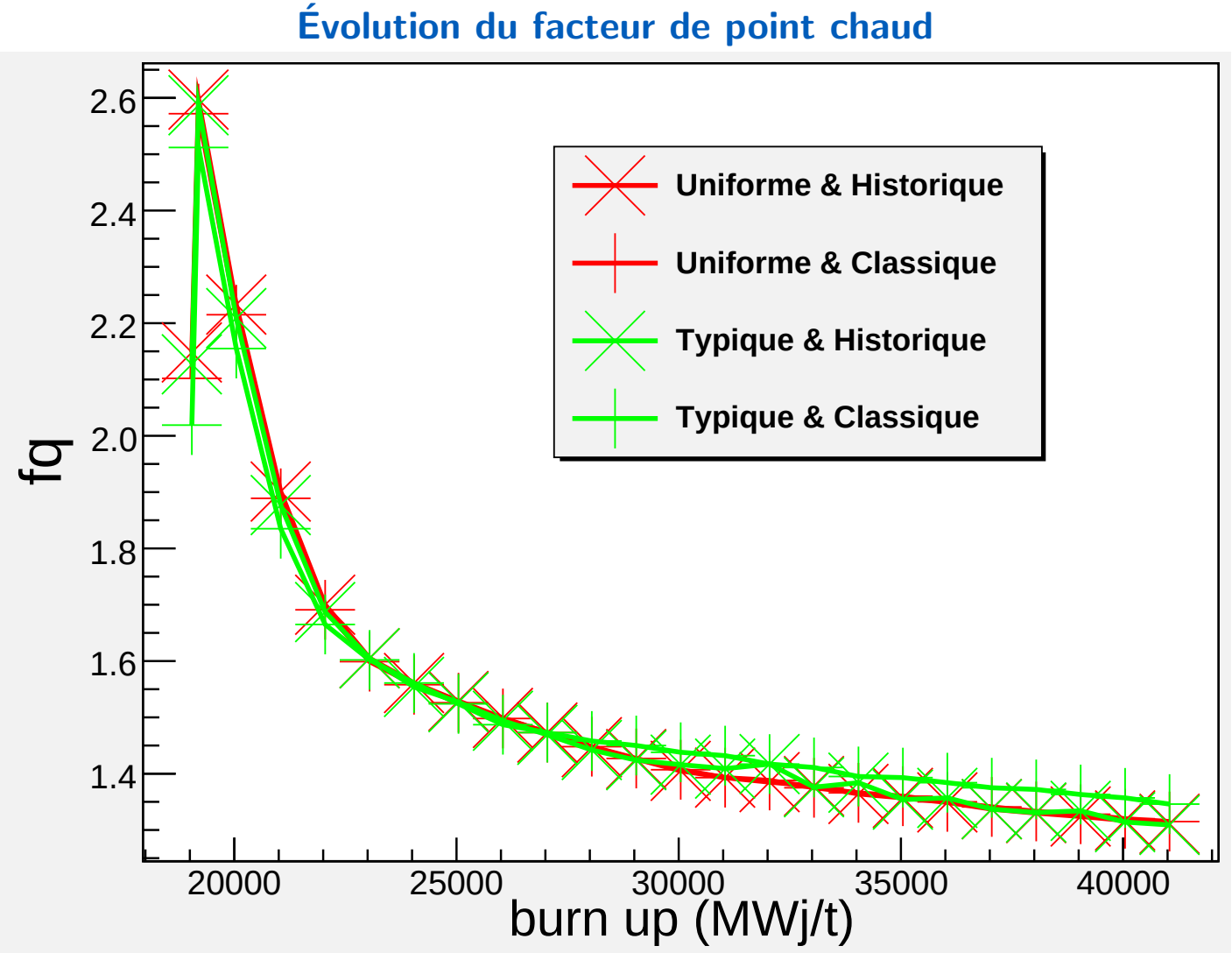


Écart de la concentration en pourcentage

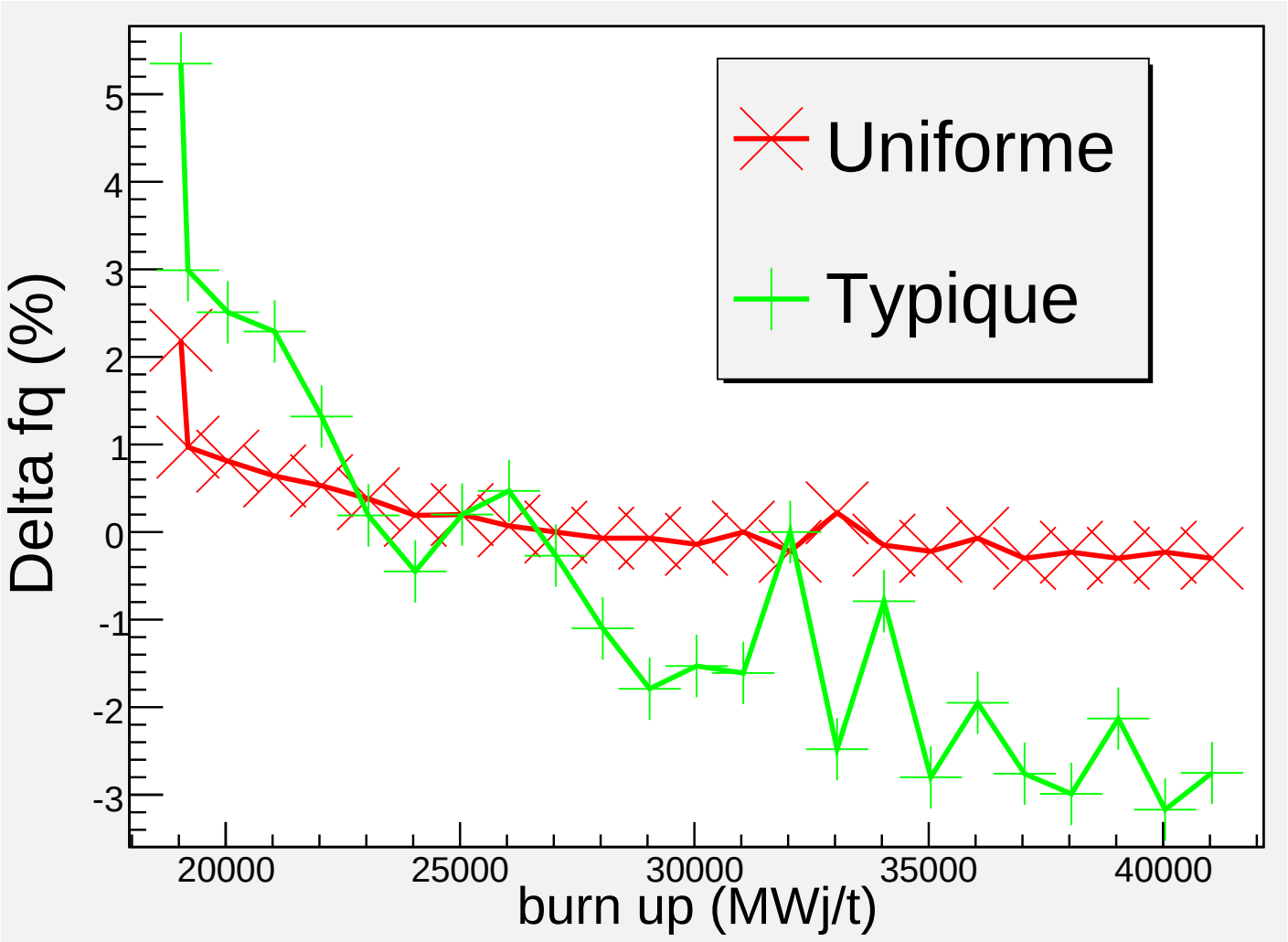


Écart de la concentration en ppm

Résultats - Facteur de point chaud

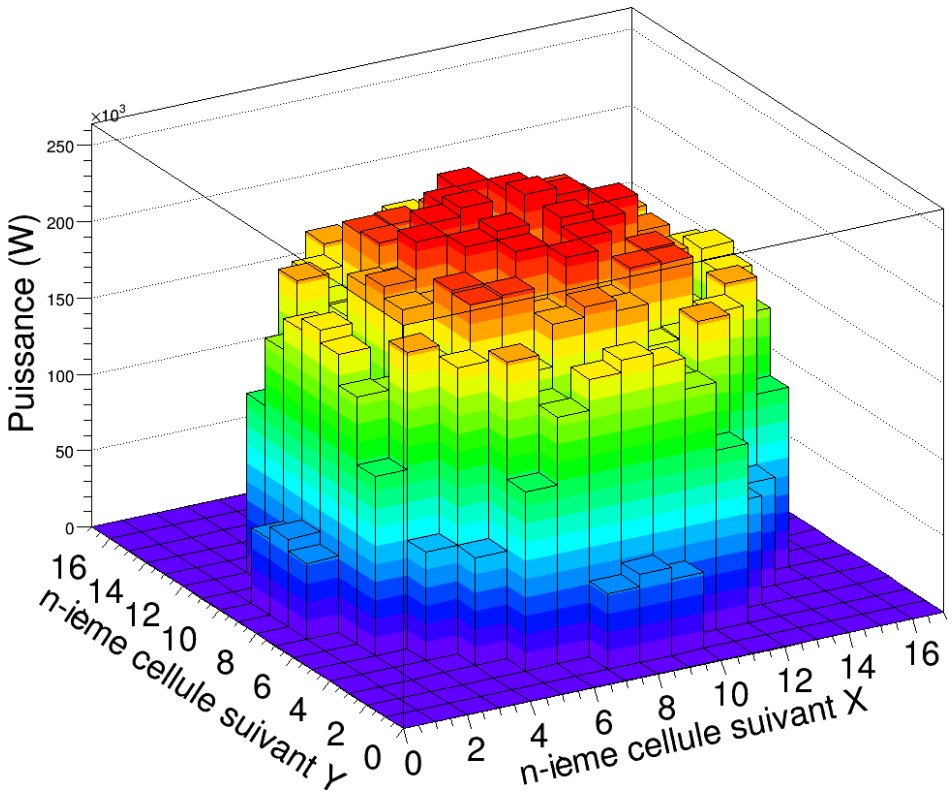


Résultats - Facteur de point chaud

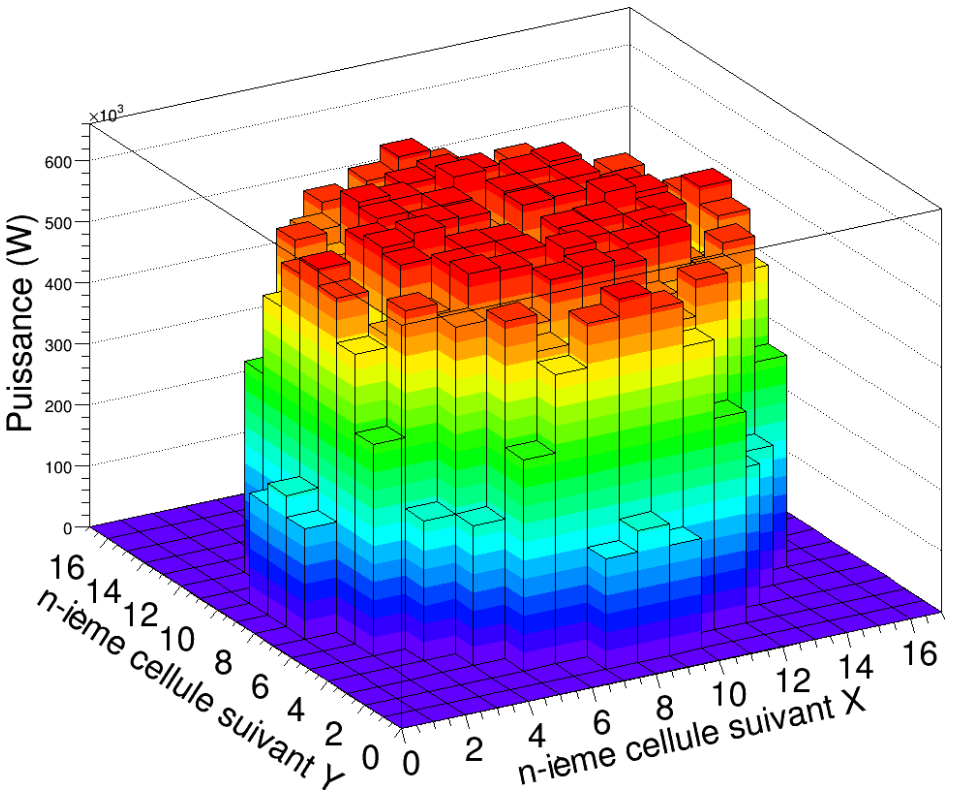


Résultats - Carte de puissance

Puissance - Section centrale



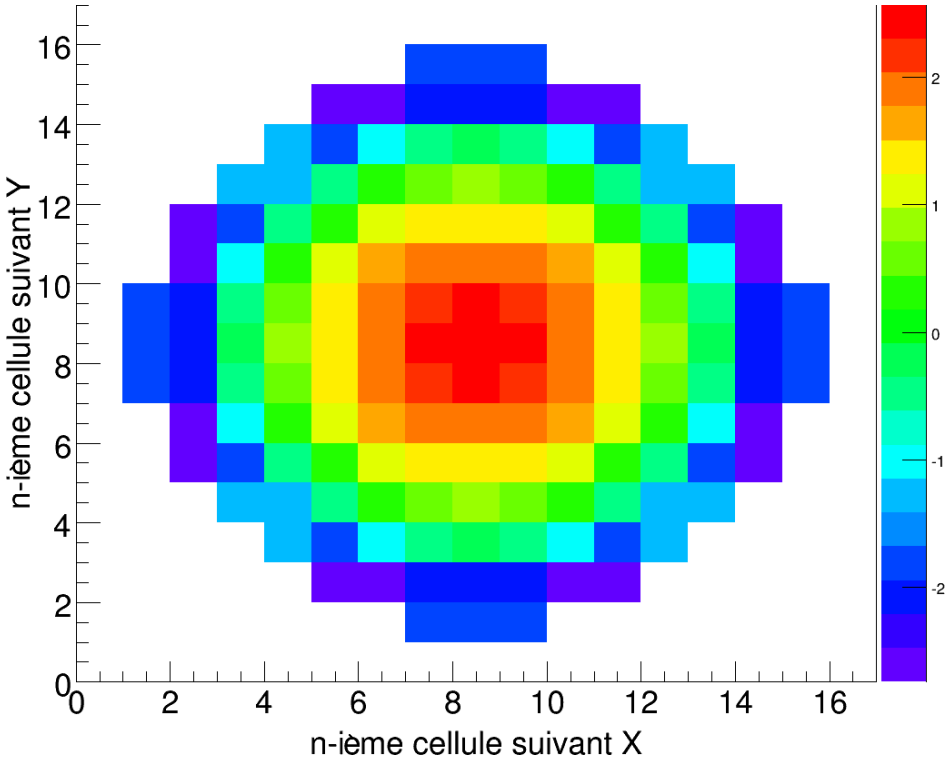
Itération 1 : 20MWj/t



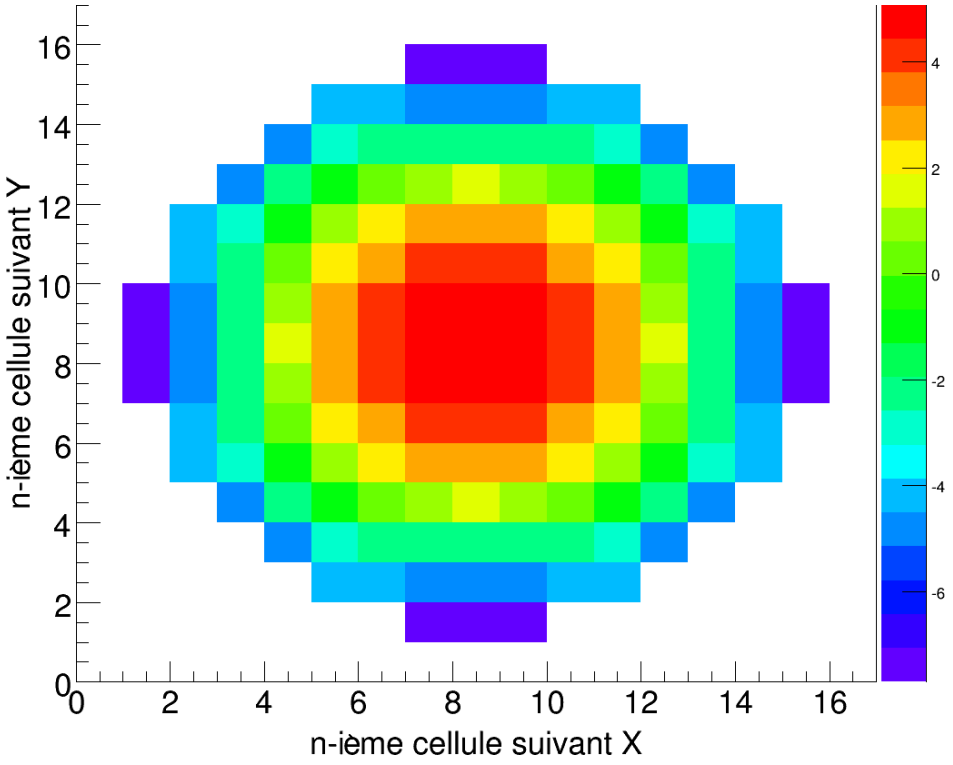
Itération 24 : 40MWj/t

Résultats - Itération 1 : 20MWj/t

Puissance - Section centrale



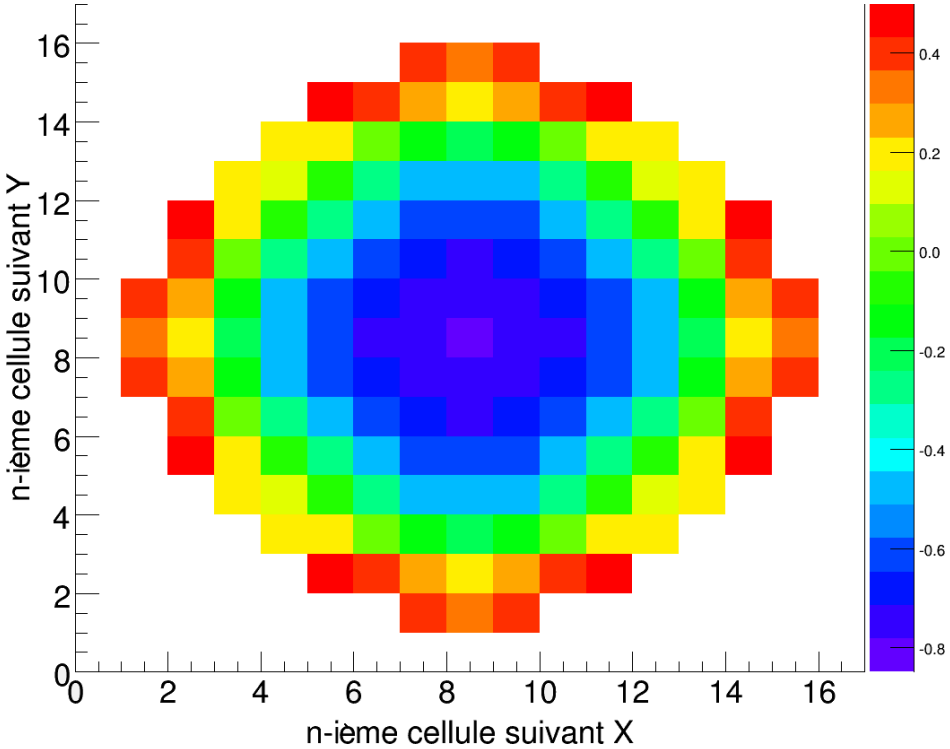
Distribution uniforme



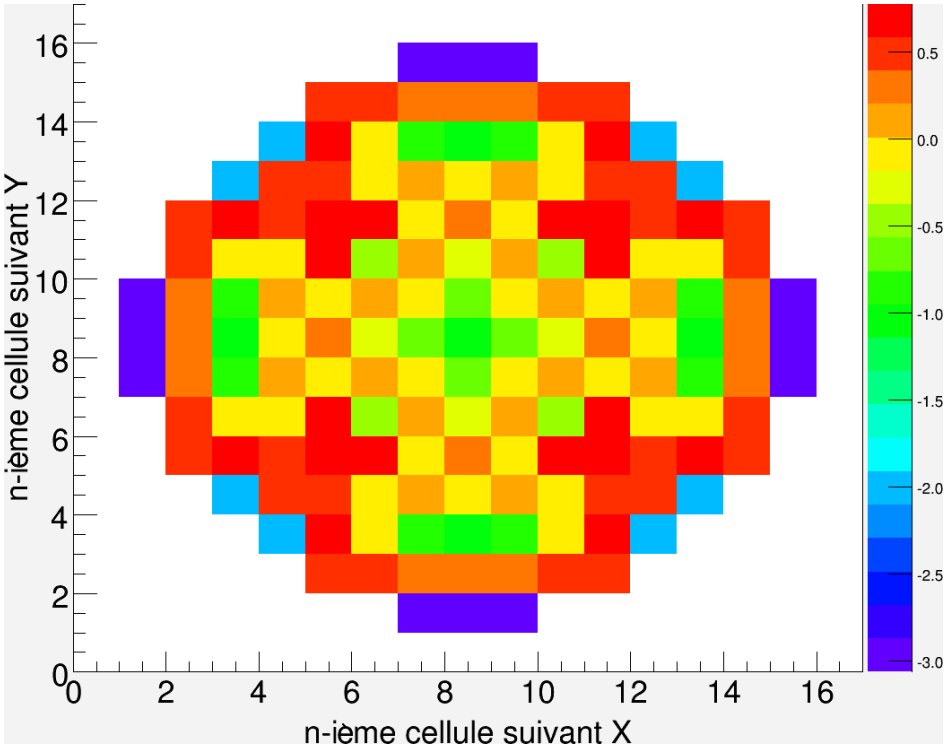
Distribution typique

Résultats - Itération 24 : 40MWj/t

Puissance - Section centrale



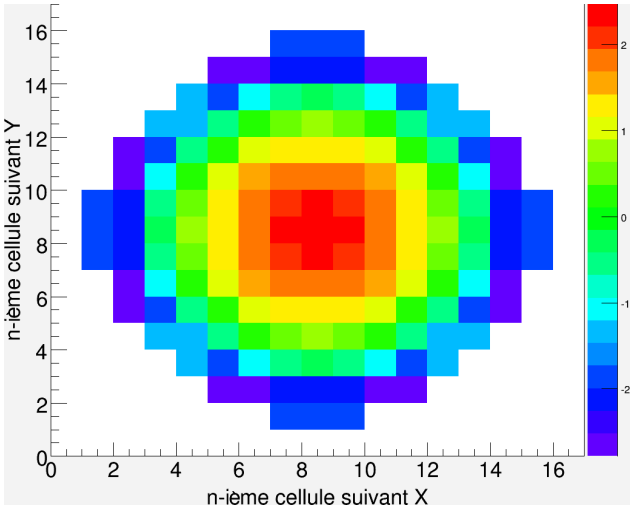
Distribution uniforme



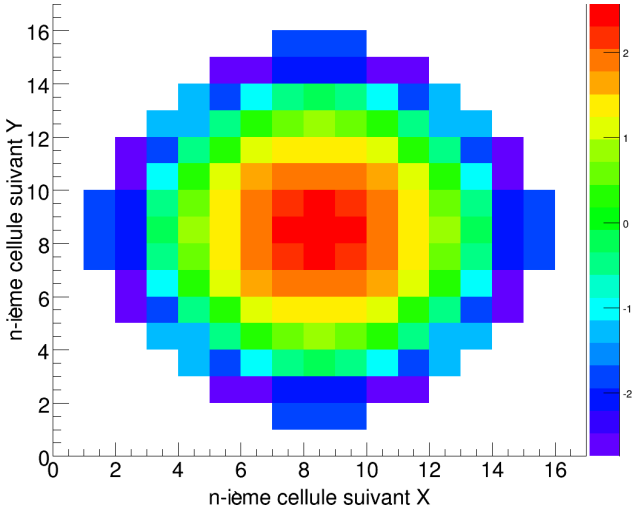
Distribution typique

Résultats - Distribution uniforme

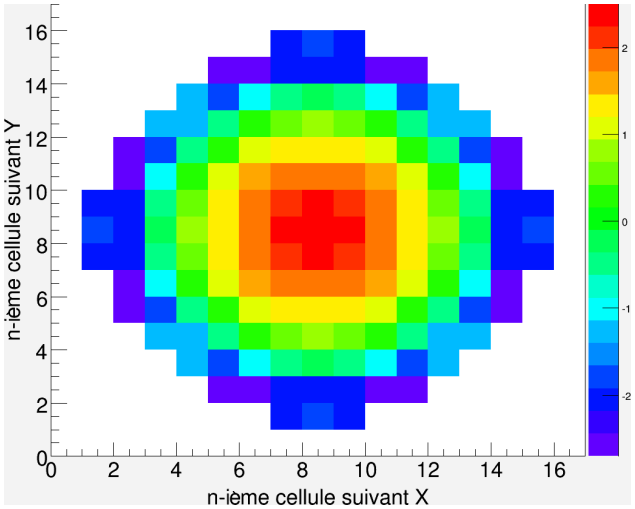
Puissance



Section extrême inférieure



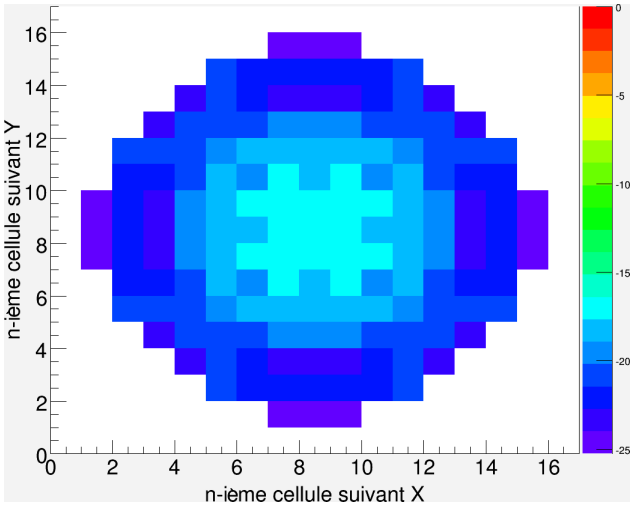
Section centrale



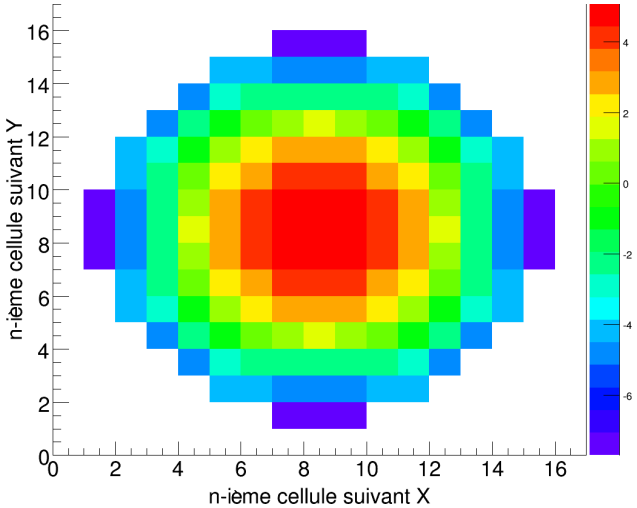
Section extrême supérieure

Résultats - Distribution typique

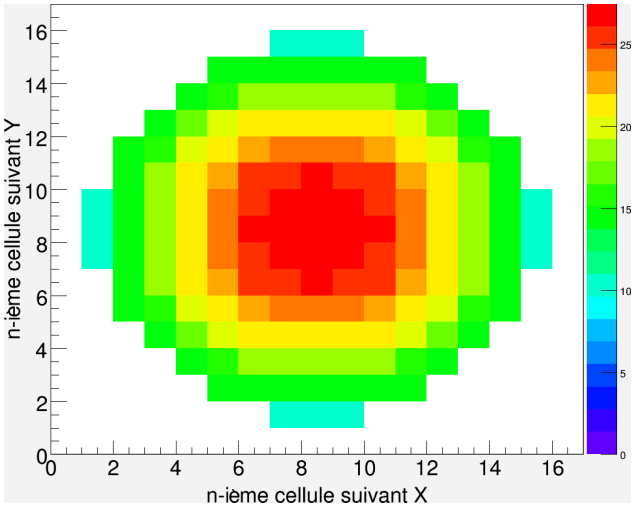
Puissance



Section extrême inférieure



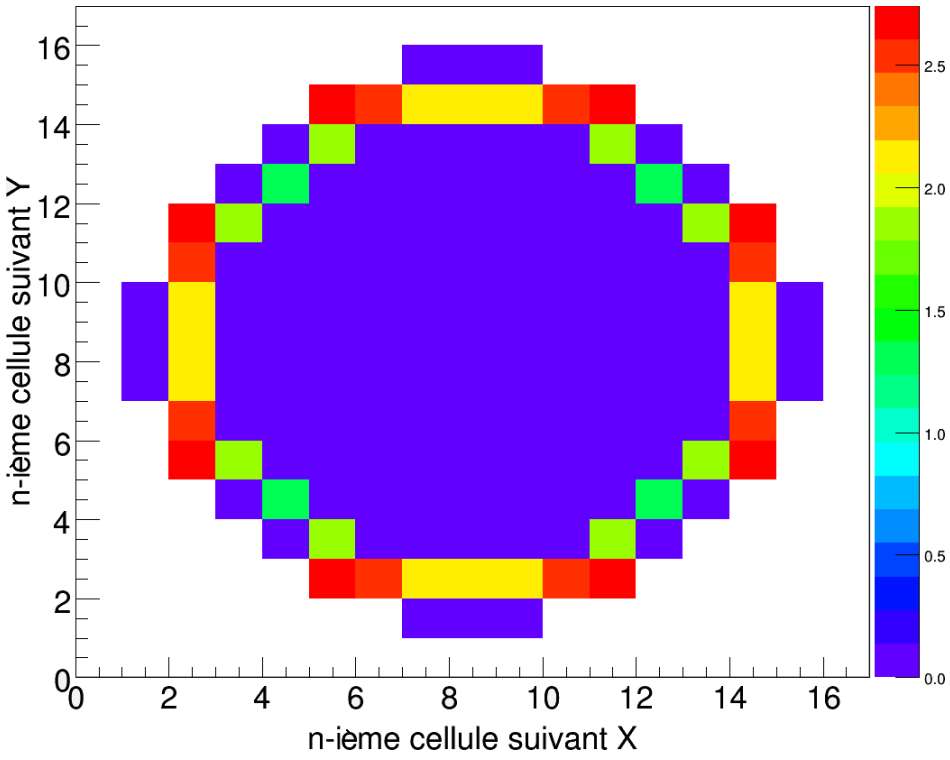
Section centrale



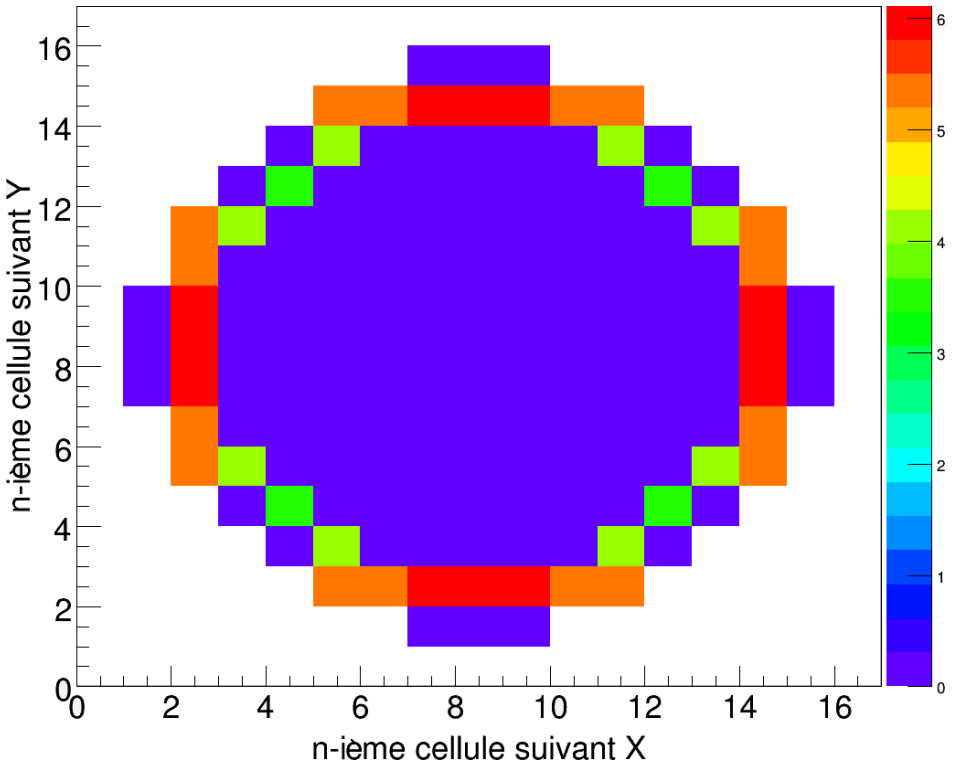
Section extrême supérieure

Résultats - Itération 1 : 20MWj/t

Burnup - Section centrale



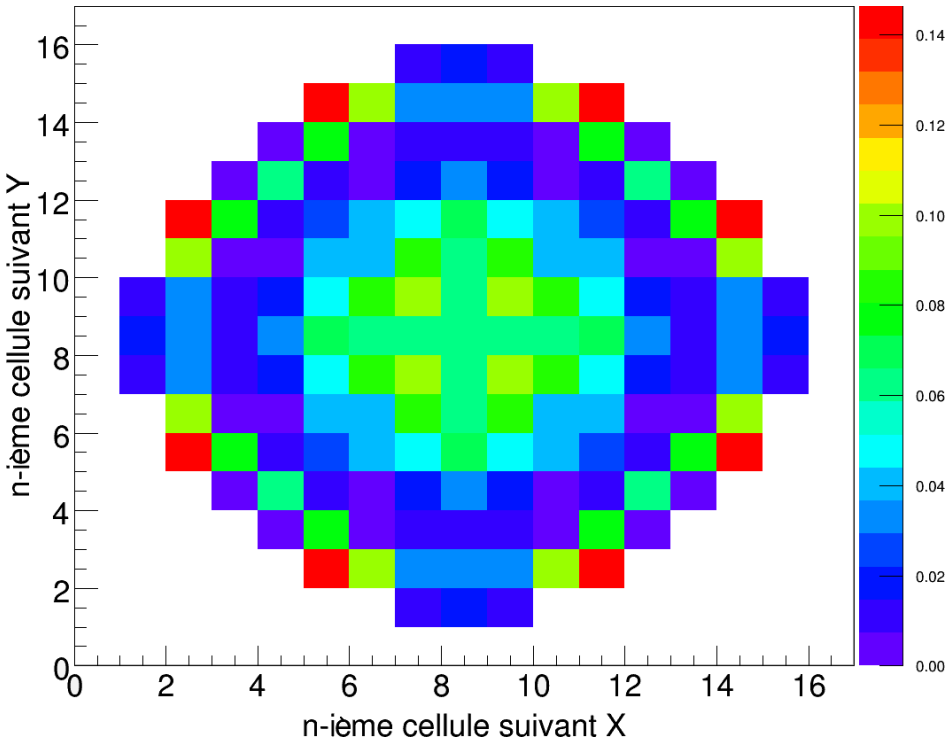
Distribution uniforme



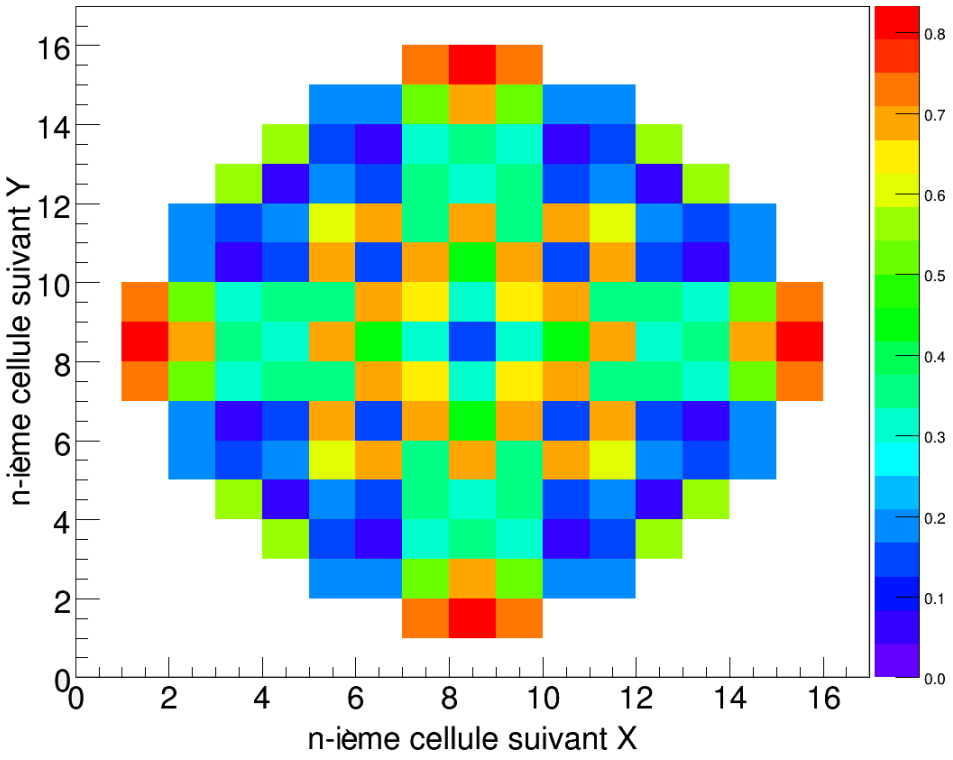
Distribution typique

Résultats - Itération 24 : 40MWj/t

Burnup - Section centrale



Distribution uniforme



Distribution typique

Récapitulatif

- Cohérence donc validation DONJON4 et COCAGNE
- Preuve du fonctionnement de DRAGON4 et DONJON4 avec MPI, en 64 bits
- Réalisation d'un calcul d'historique

Perspectives

- Raffinement de la puissance des assemblages
- Comparaison avec la microévolution DONJON4
- Utilisation du modèle de xénon
- Qualification et correction du bug dans le module MPI

Retombées

- DRAGON4 DONJON4 en 64 bits
- Modules MPI
- Proposition de langage de template en Python
- Interface graphique pour les fichiers XSM...

Retombées

The DRAGON multicompo viewer

File Edit Help

- /home/toueg/Version4_wc/Donjon/data/compo/MultiCompo
  - FUEL
    - COMMENT
    - GLOBAL
    - MIXTURES
      - 00000001
        - CALCULATIONS
        - TREE
          - ARBVAL
          - DEBARB
          - NCALS
          - NVP
          - ORIGIN
    - STATE-VECTOR
  - MODE
    - COMMENT
    - GLOBAL
      - NVALUE
      - PARCAD
      - PARFMT
      - PARKEY
      - PARPAD
      - PARTYP
      - pval00000001
    - MIXTURES
      - 00000001
    - STATE-VECTOR
  - SIGNATURE

FTYPE	All
BURN	All
FLUB	All
RDTPOS	All
RDDPOS	All
Energy group	All
Cross section	USER-KINF

Apply filter

	FTYPE	BURN	FLUB	RDTPOS	RDDPOS	USER-KINF
1	CELL18	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.138439
2	CELL18	32.238464	0.017763	0.000000	0.000000	1.106915
3	CELL18	34.424839	0.018974	0.000000	0.000000	1.106312
4	CELL18	36.759487	0.020267	0.000000	0.000000	1.105719
5	CELL18	39.252460	0.021647	0.000000	0.000000	1.105182
6	CELL18	41.914494	0.023122	0.000000	0.000000	1.104662
7	CELL18	44.757057	0.024697	0.000000	0.000000	1.104214
8	CELL18	47.792389	0.026378	0.000000	0.000000	1.103797
9	CELL18	51.033566	0.028174	0.000000	0.000000	1.103414
10	CELL18	54.494541	0.030092	0.000000	0.000000	1.103071
11	CELL18	58.190227	0.032140	0.000000	0.000000	1.102753
12	CELL18	62.136539	0.034328	0.000000	0.000000	1.102427
13	CELL18	66.350471	0.036664	0.000000	0.000000	1.102120
14	CELL18	70.850174	0.039159	0.000000	0.000000	1.101856

OnItemCollapsed:CALCULATIONS

LCM Object Viewer

Fin de la présentation