

# INTERCOMPARAISON EUROPEENNE D'UTILISATEURS DE CODES MONTE CARLO POUR LE CALCUL D'INCERTITUDES SUR LE KERMA DANS L'AIR AUPRES D'UNE SOURCE DE CESIUM-137

4<sup>e</sup> JOURNÉES SCIENTIFIQUES FRANCOPHONES  
28 & 29 AVRIL 2010

Codes de calcul  
en radioprotection,  
radiophysique  
et dosimétrie

Loïc de CARLAN, Jean-Marc BORDY  
et Jean Gouriou  
CEA-LIST/LNHB



Uncertainty Assessment in  
Computational Dosimetry:  
**A comparison of Approaches**



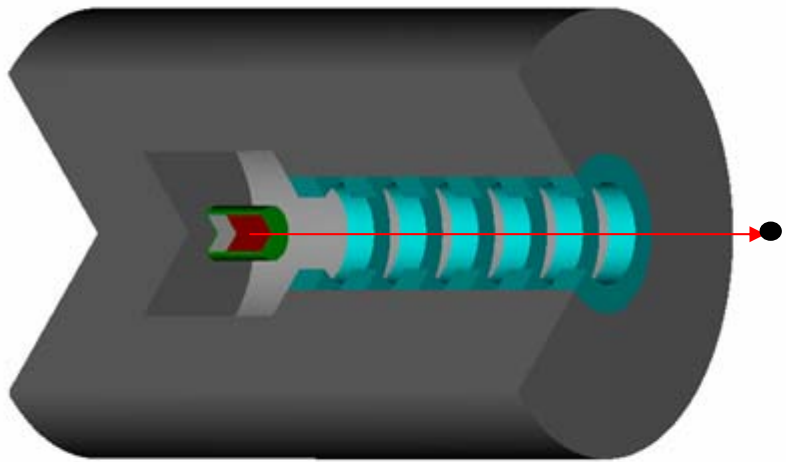
Etude réalisée dans le cadre du 6<sup>ème</sup> PCRD, programme  
CONRAD WP4 coordonné par G. Gualdrini  
Groupe "dosimétrie numérique"

- P4 -  
PHOTON IRRADIATION FACILITY :  
UNCERTAINTY BUDGET ON  
AIR KERMA

Proposé par H. Vincke, C. Hranitsky et J.M. Bordy



# But de l'exercice



kerma  
dans l'air  
(50 cm)

Etude du bilan d'incertitudes  
d'un irradiateur au  $^{137}\text{Cs}$

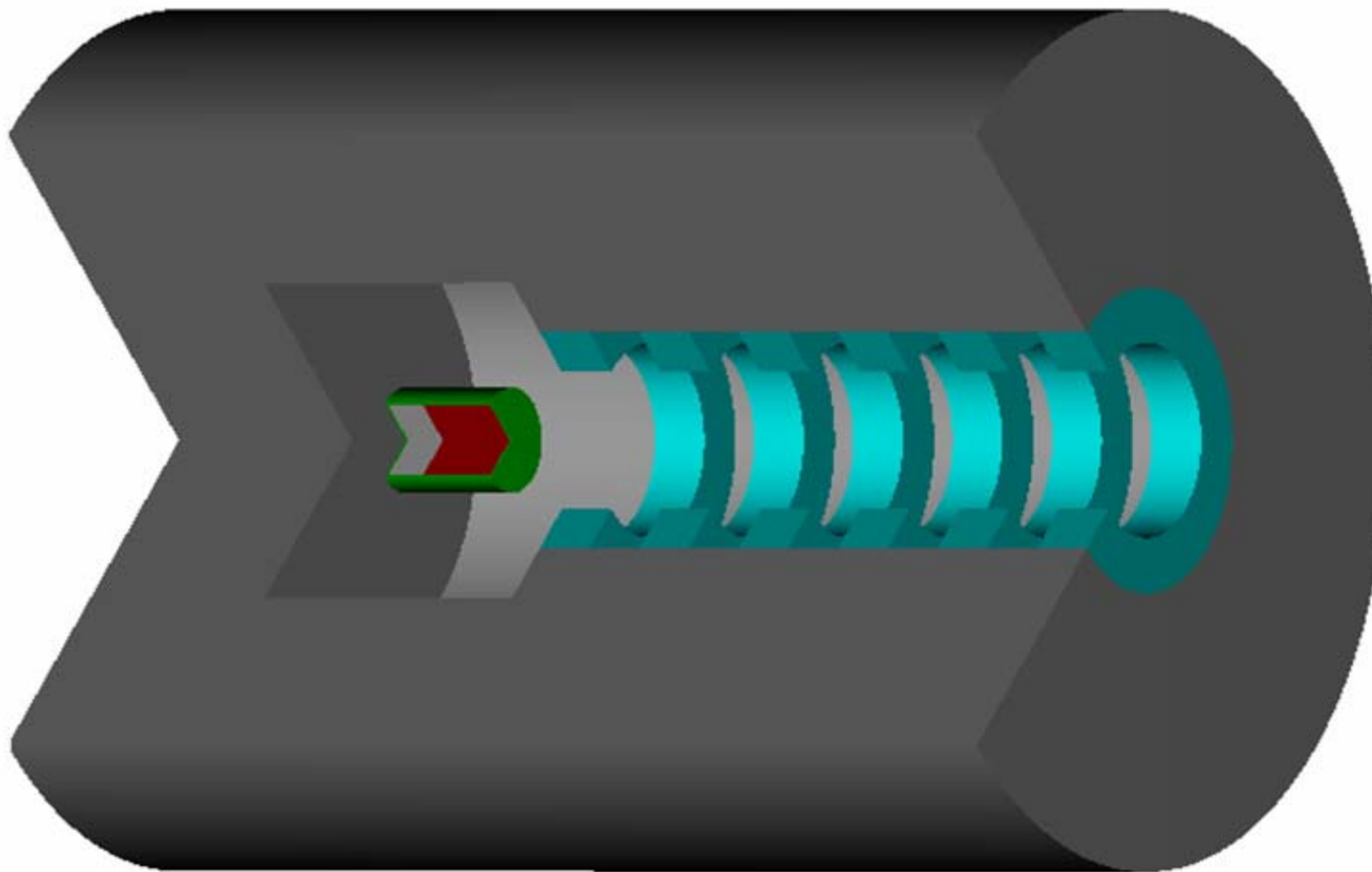
**Grandeurs d'intérêt :** Kerma dans l'air, profil du Kerma et Distribution de la fluence spectrale

**Intérêt de l'exercice :**

pouvoir estimer des incertitudes impossibles à estimer par des mesures grâce au calcul MC.



# Géométrie du problème



●  
Kerma  
dans l'air  
(50 cm)



## Questions aux participants

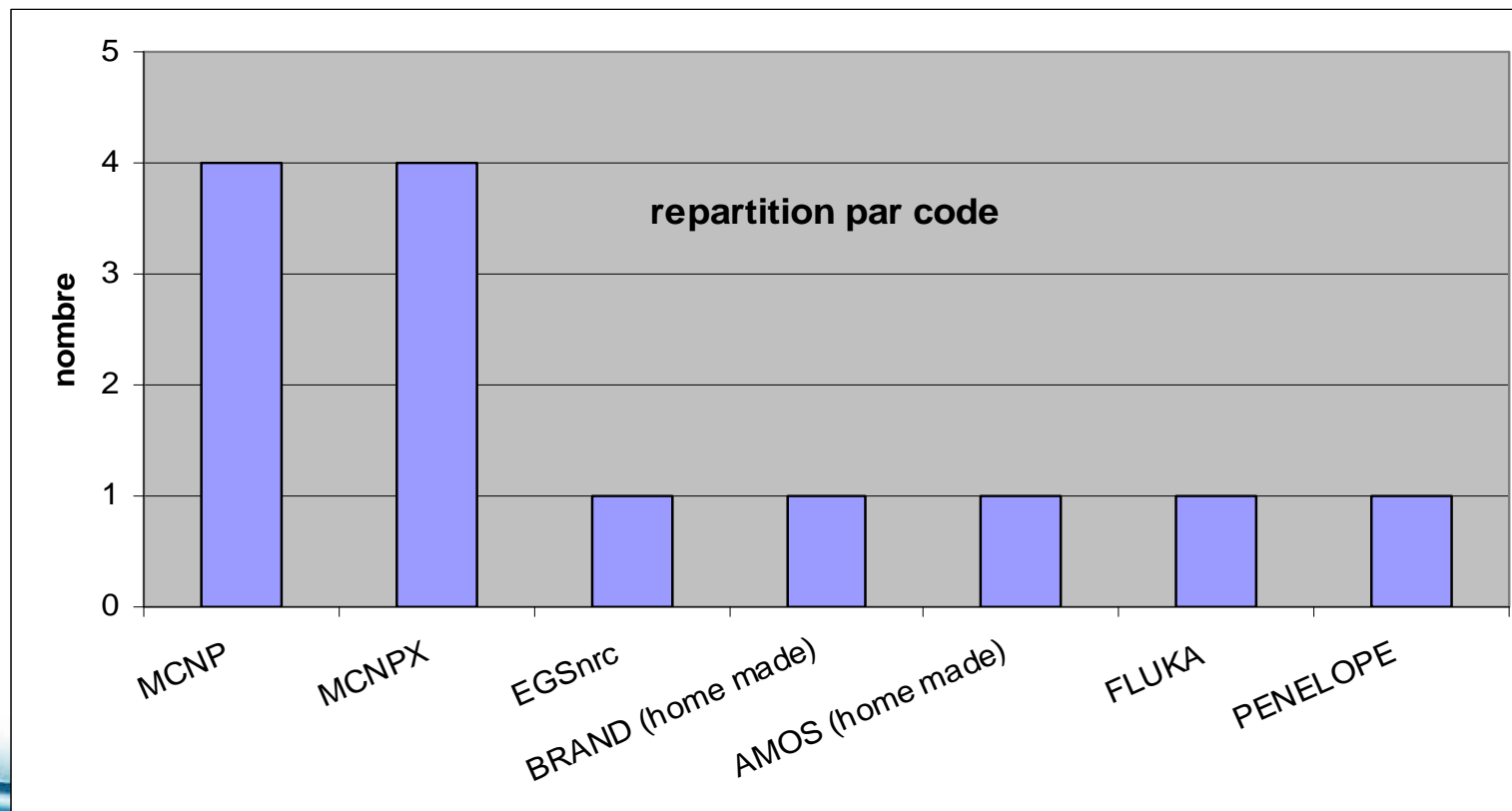
- ✓ Q1 : seule question obligatoire : analyse de l'incertitude sur le kerma dans l'air en faisant varier séparément différents paramètres dans la géométrie : position de la source, densité des matériaux, diamètre du collimateur ...
  - ✓+ Q0 : Valeur de "référence" (conditions initiales) du Kerma dans l'air @50 cm (non demandée mais très utile)
- ✓ Q2 : Influence de l'encapsulation de la source sur le Kerma, la fluence et le profil du faisceau
- ✓ Q3 : influence du collimateur sur le Kerma, la fluence et le profil du faisceau
- ✓ Q4 : influence du volume d'air autour de la source sur le Kerma & la fluence



## Pays participants et codes utilisés

12 instituts / 10 pays

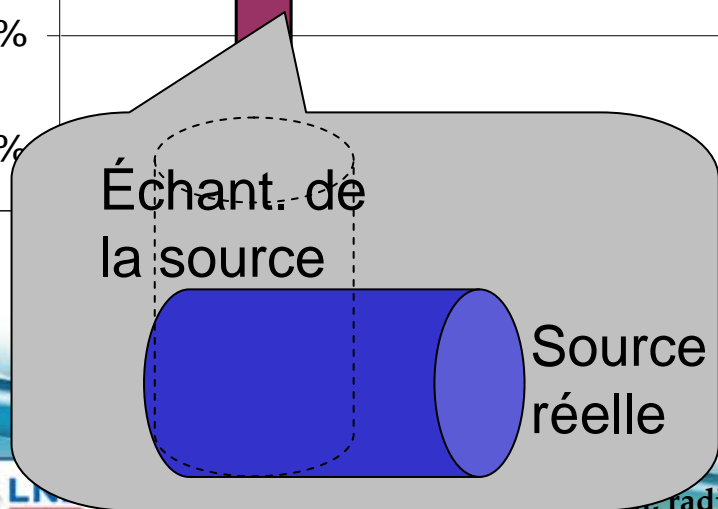
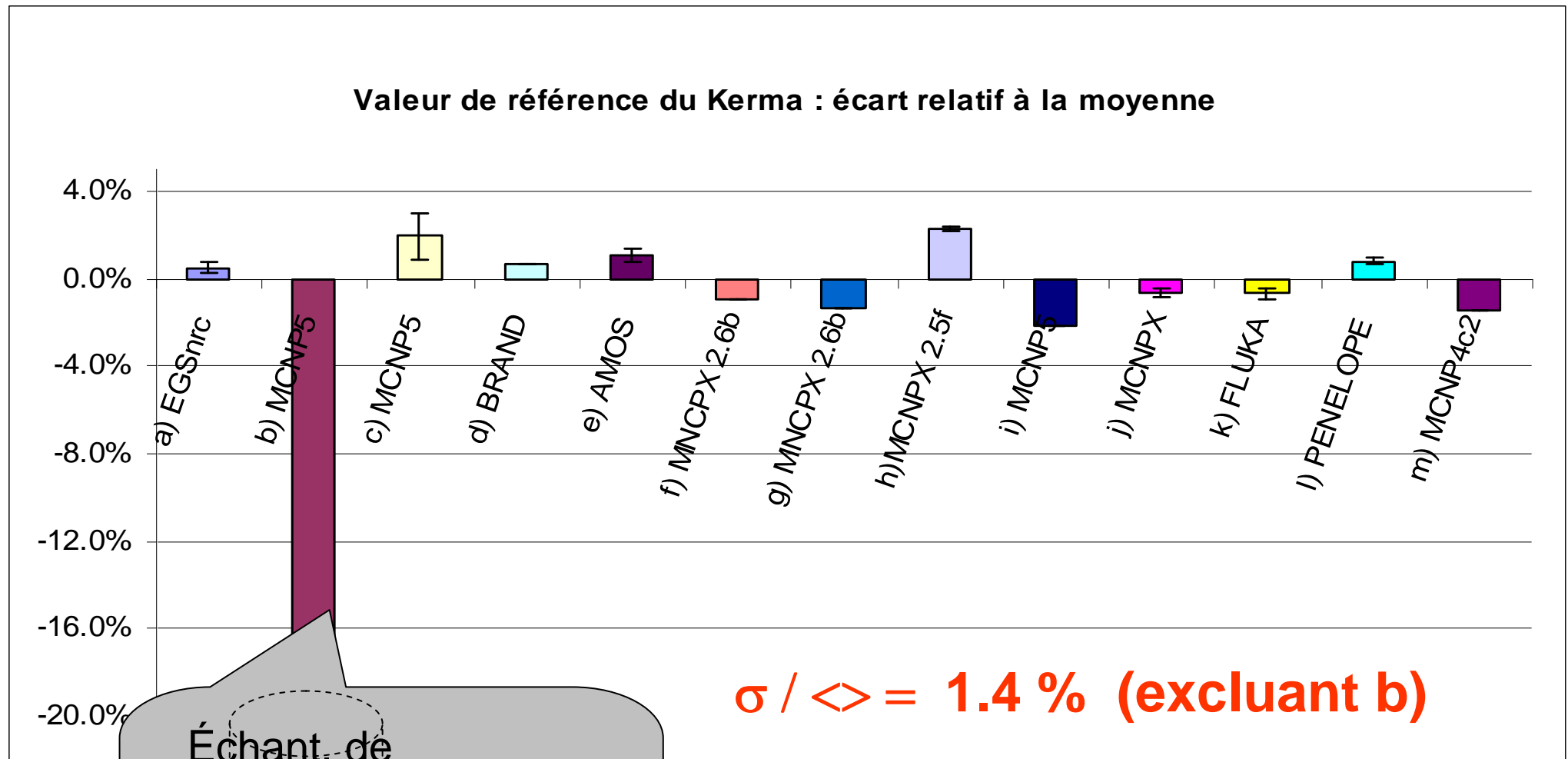
RU (1), REPUBLIQUE TCHEQUE (1), EU (2), RUSSIE (1), ALLEMAGNE (1), POLOGNE (1), ESPAGNE (1), SUISSE (2), PORTUGAL (1), FRANCE (2)



# Q0 : valeur de "référence" dans les conditions initiales du Kerma dans l'air



# QO : valeur de "référence" dans les conditions initiales du Kerma dans l'air



➔ Bon accord

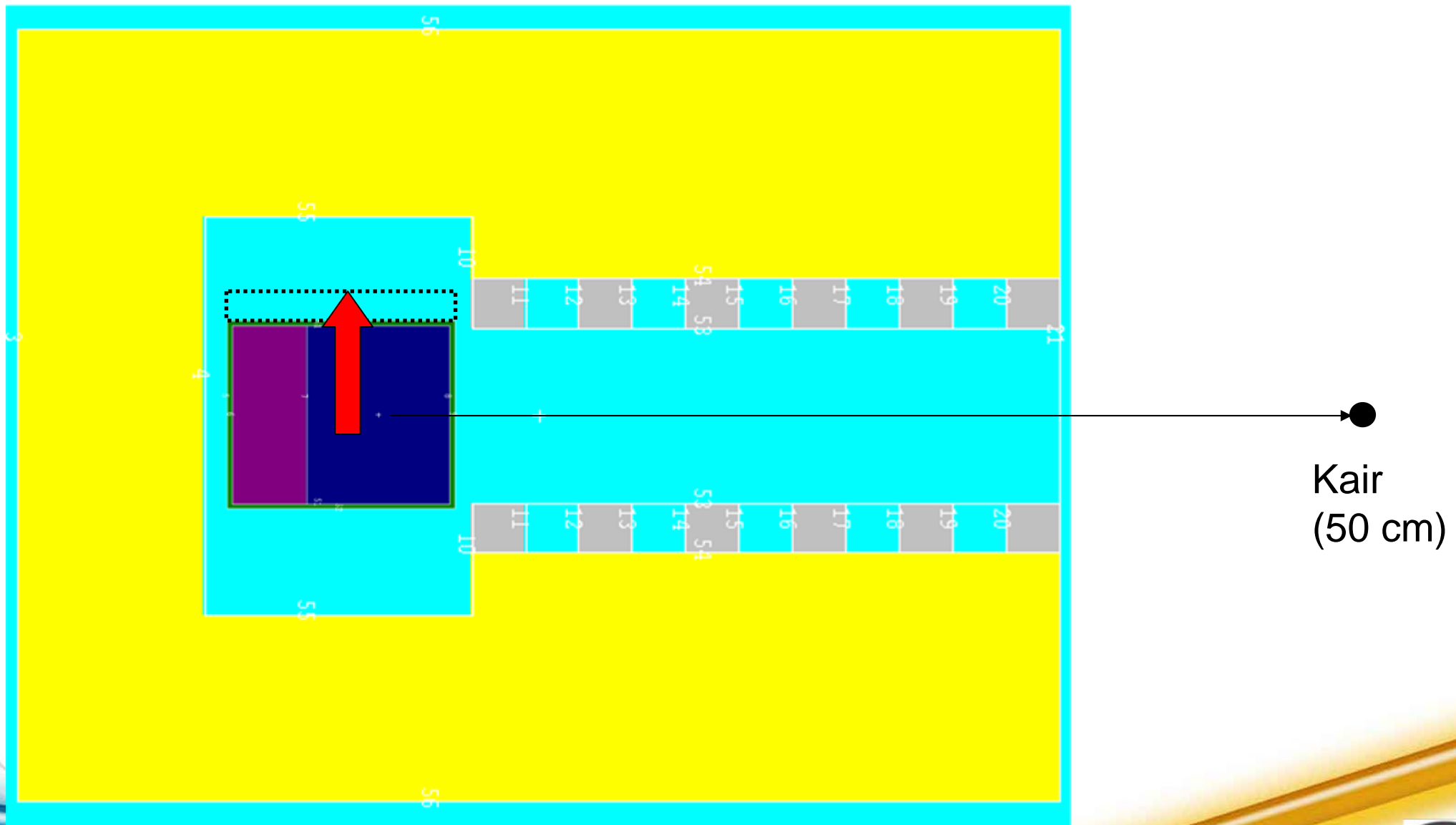




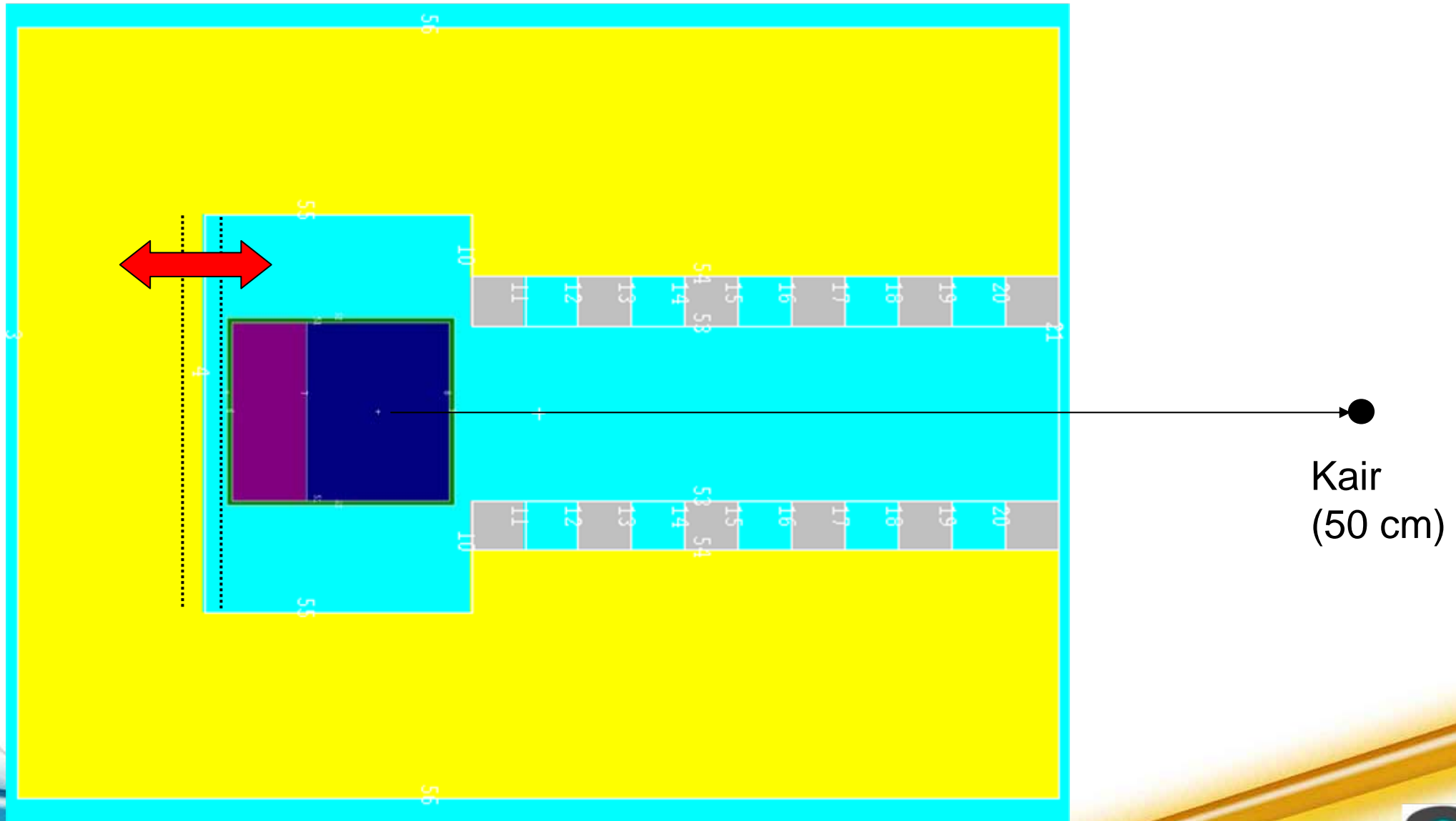
# Q1 : Bilan d'incertitudes en fonction de la variation de différents paramètres



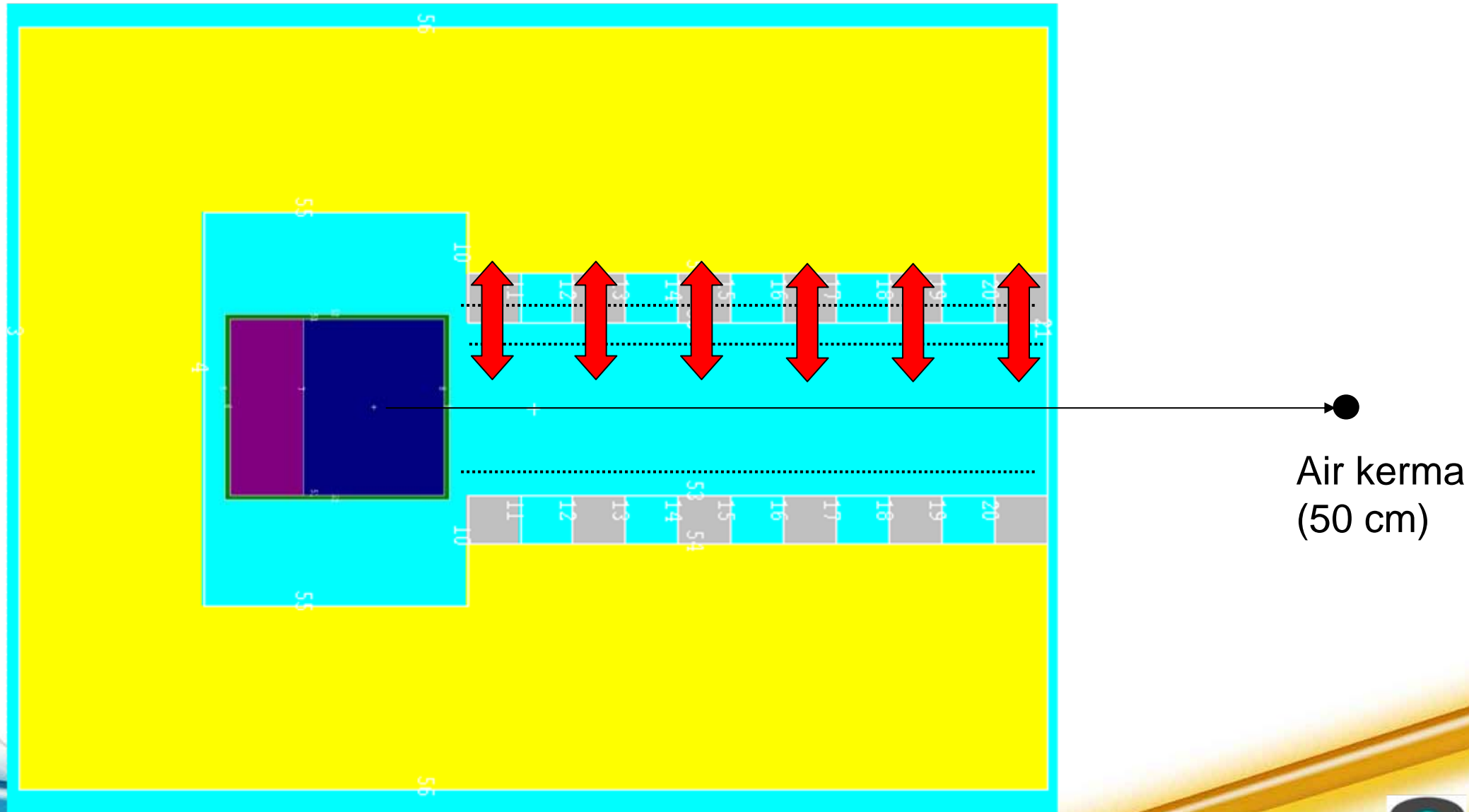
# 1) Position de la source



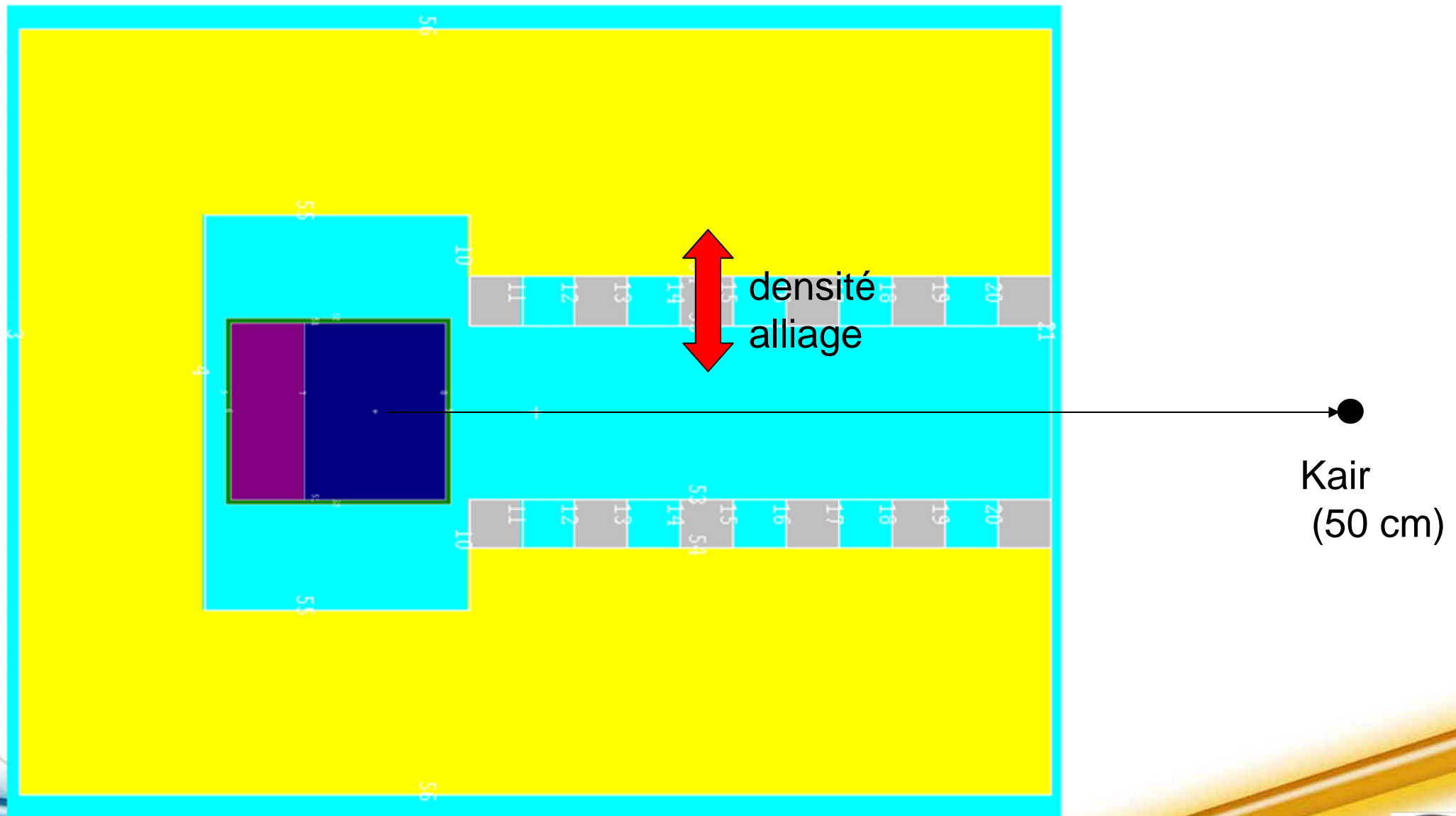
## 2) Position paroi arrière de l'irradiateur



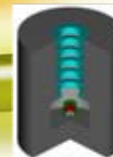
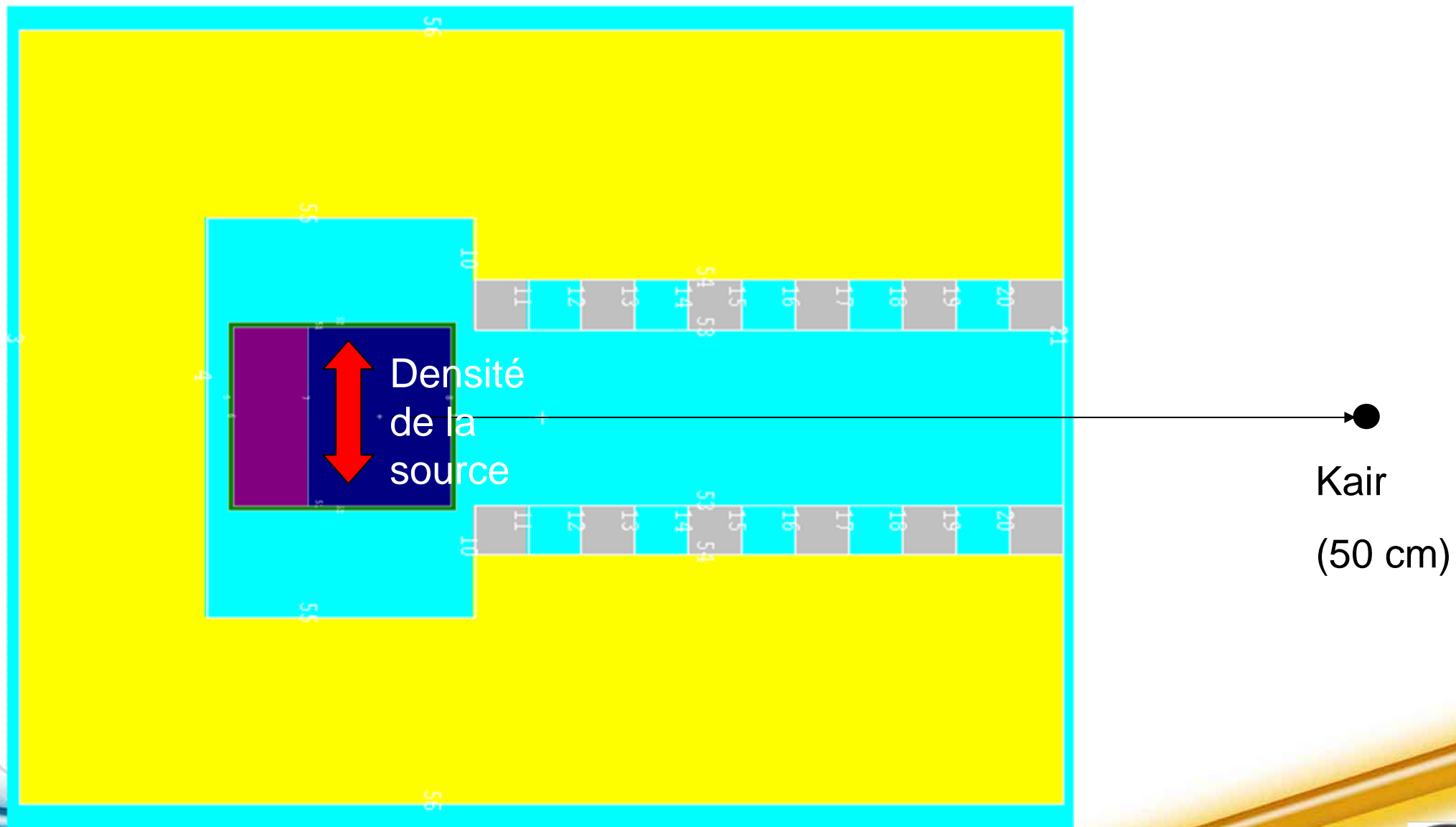
### 3) Diamètre des anneaux du collimateur



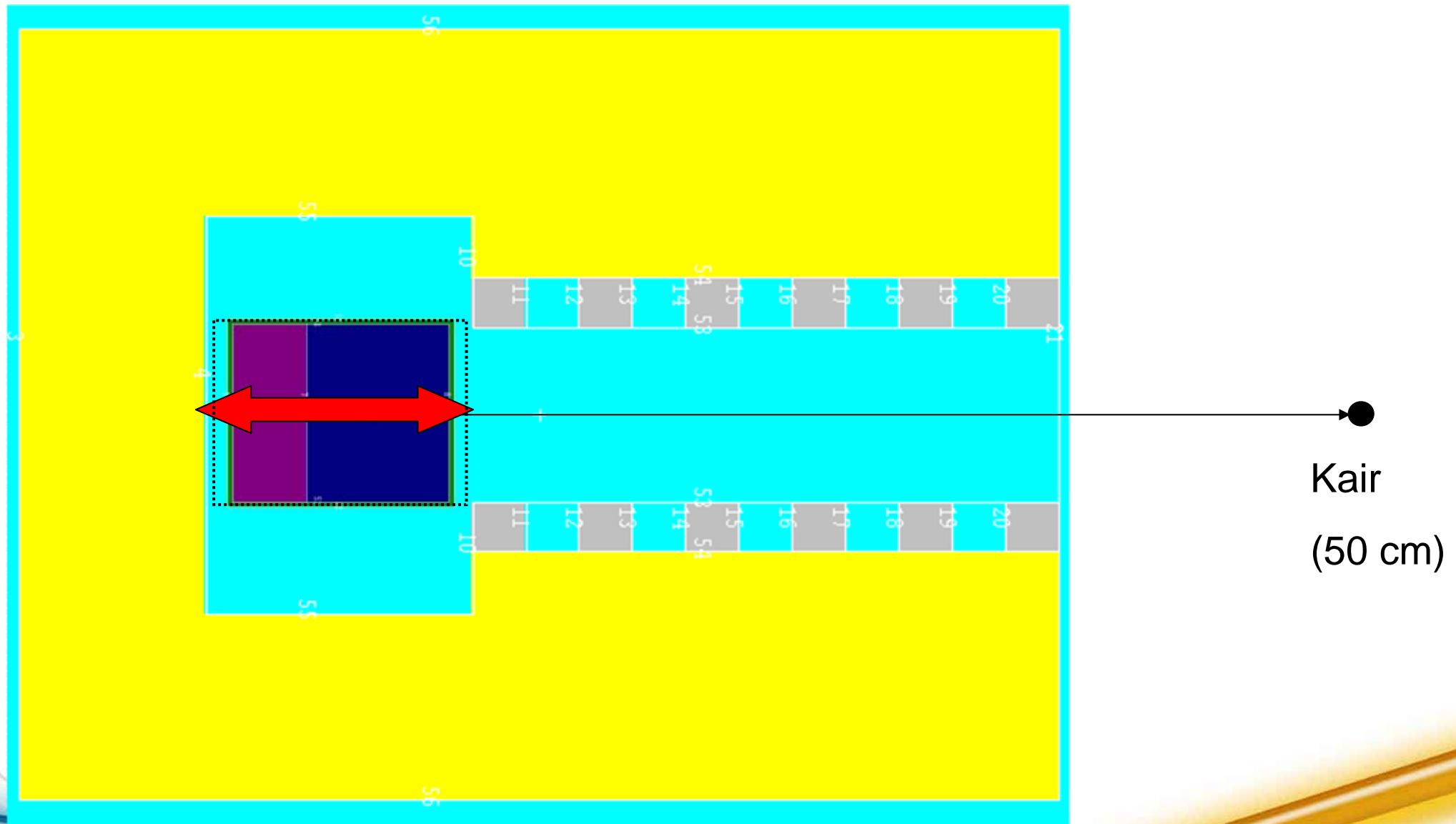
## 4) Densité de l'alliage de tungstène



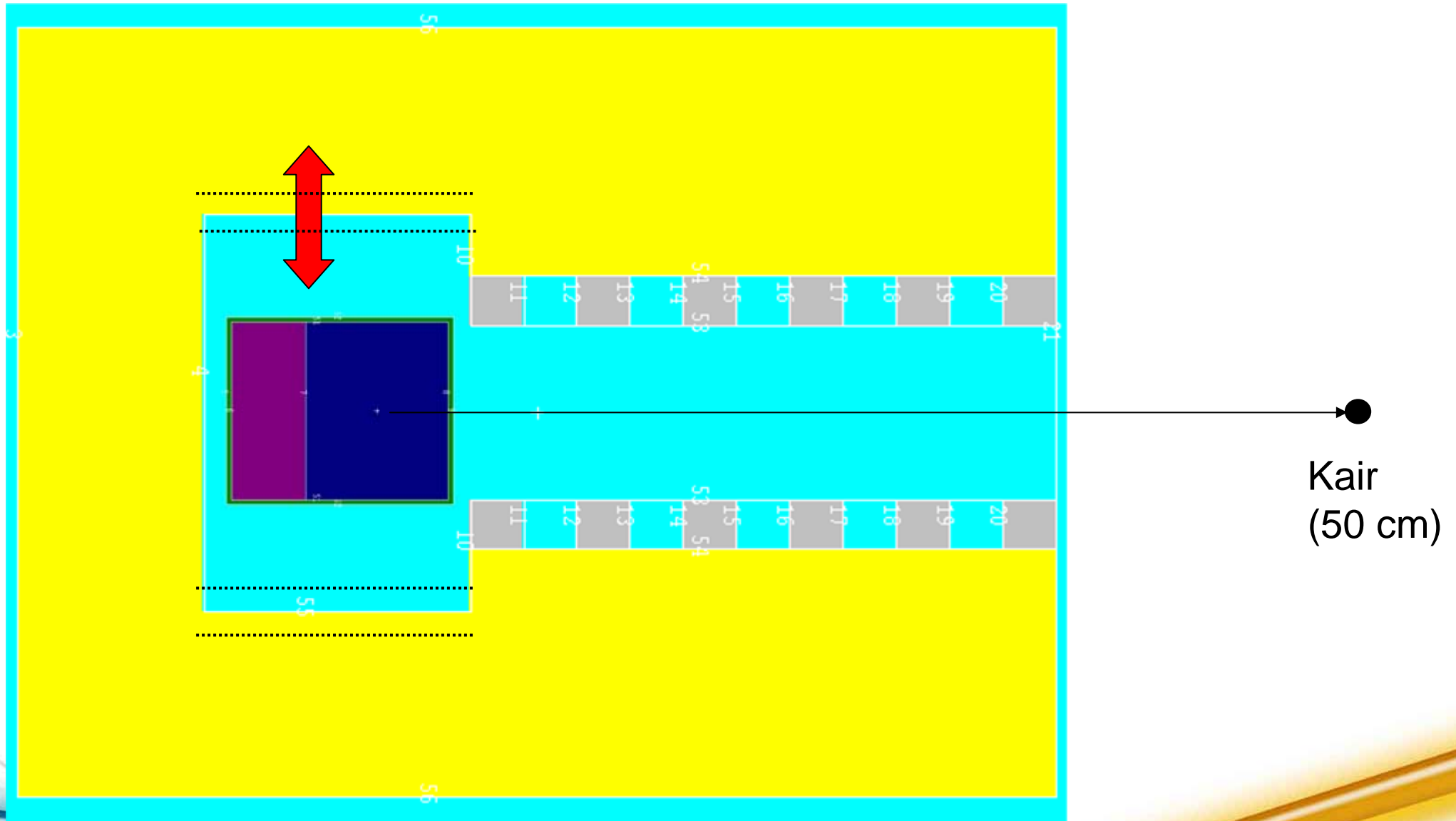
## 5) Densité source (CsCl)



## 6) Position de la source (facultatif)

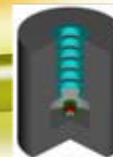
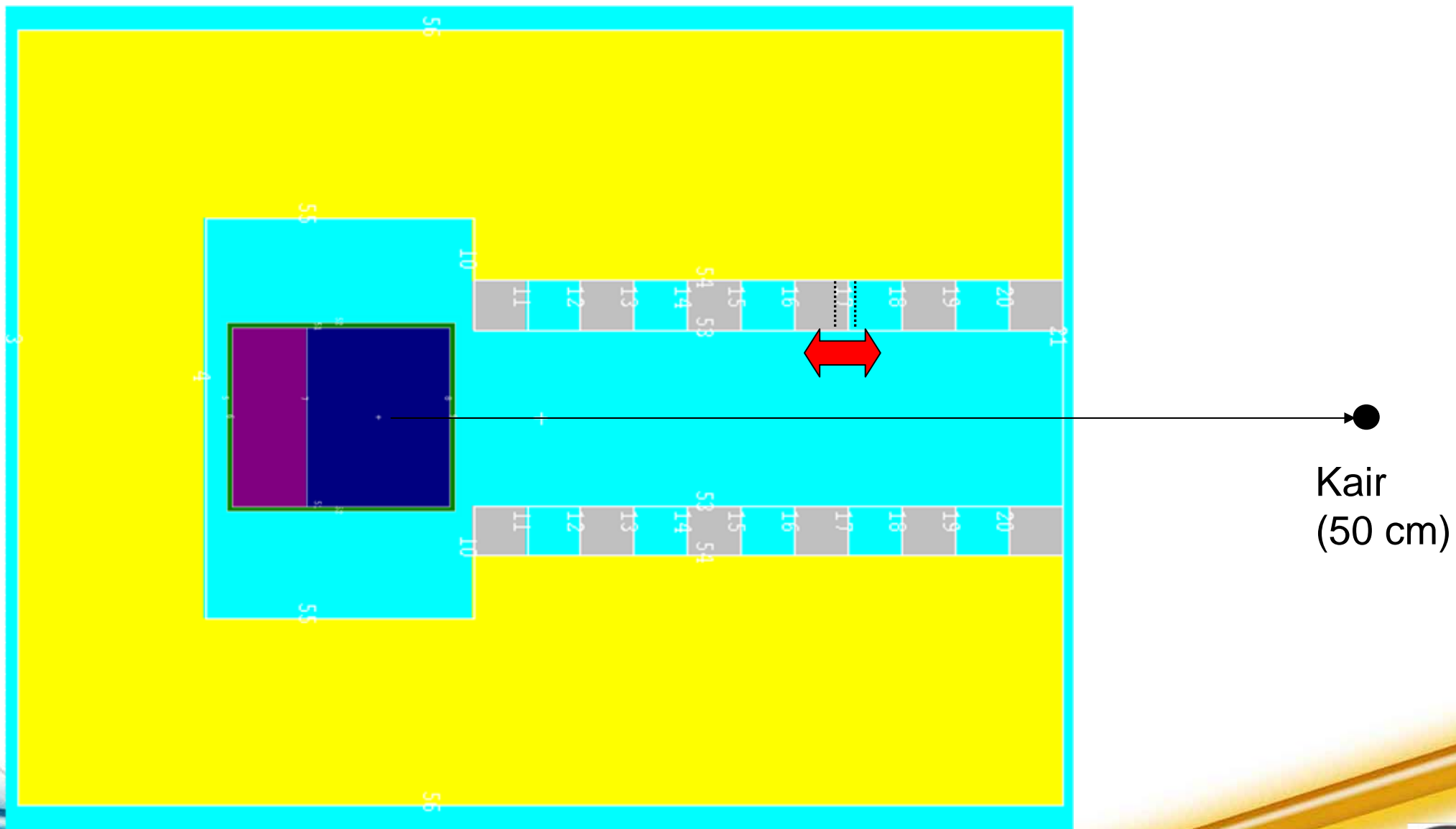


## 7) Diamètre chambre source (facultatif)

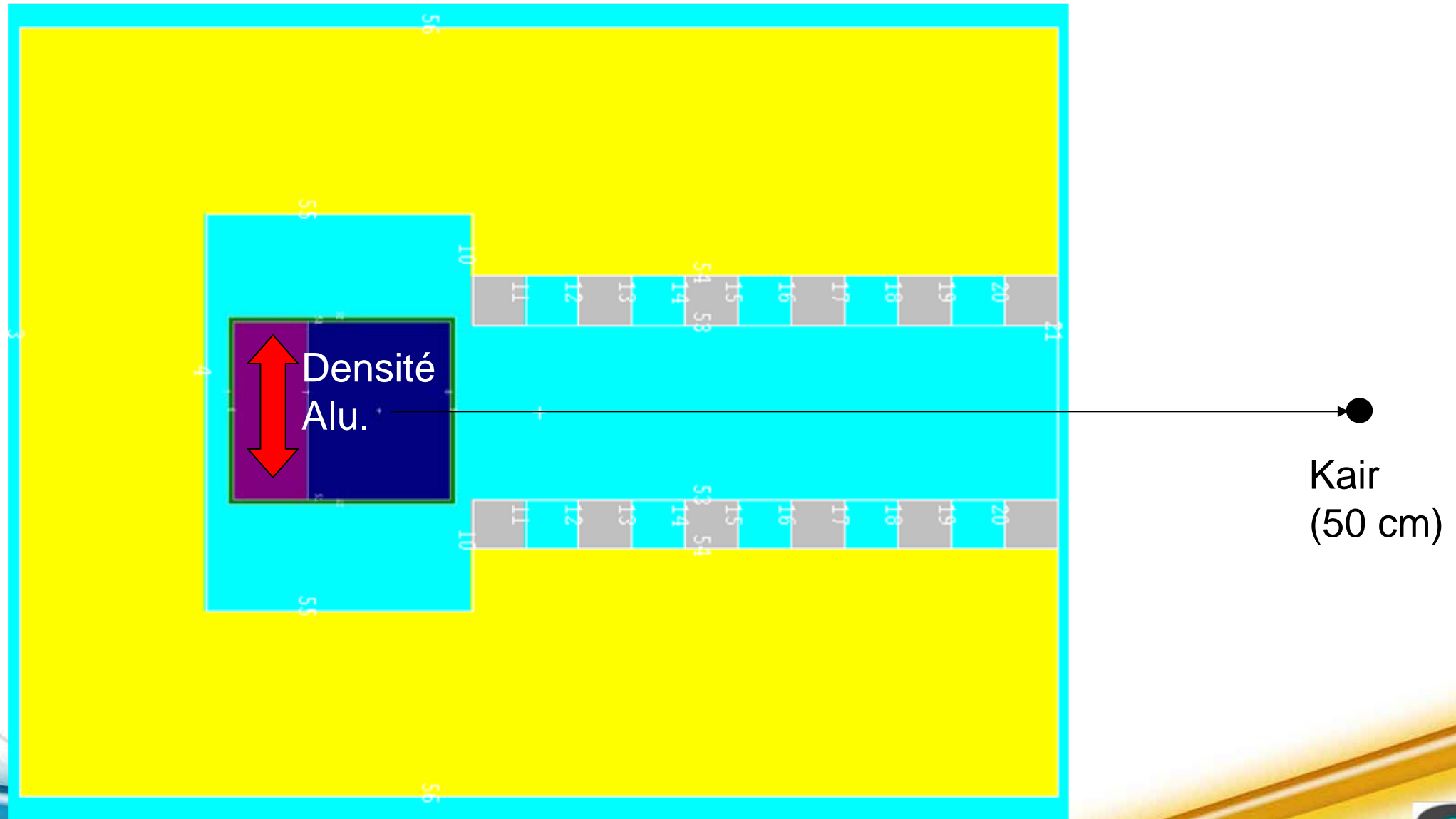




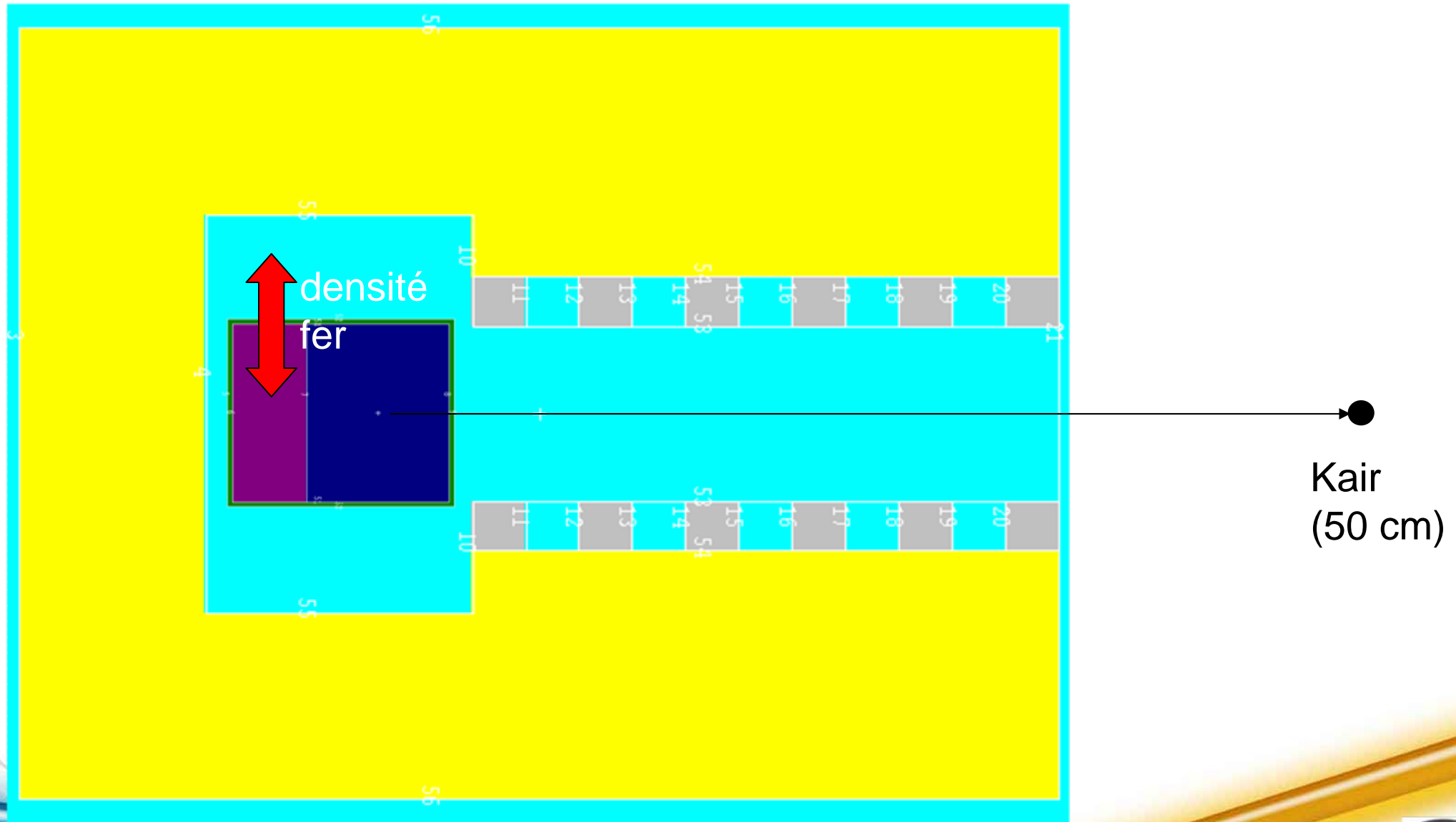
## 8) Epaisseur des anneaux du collimateur (facultatif)



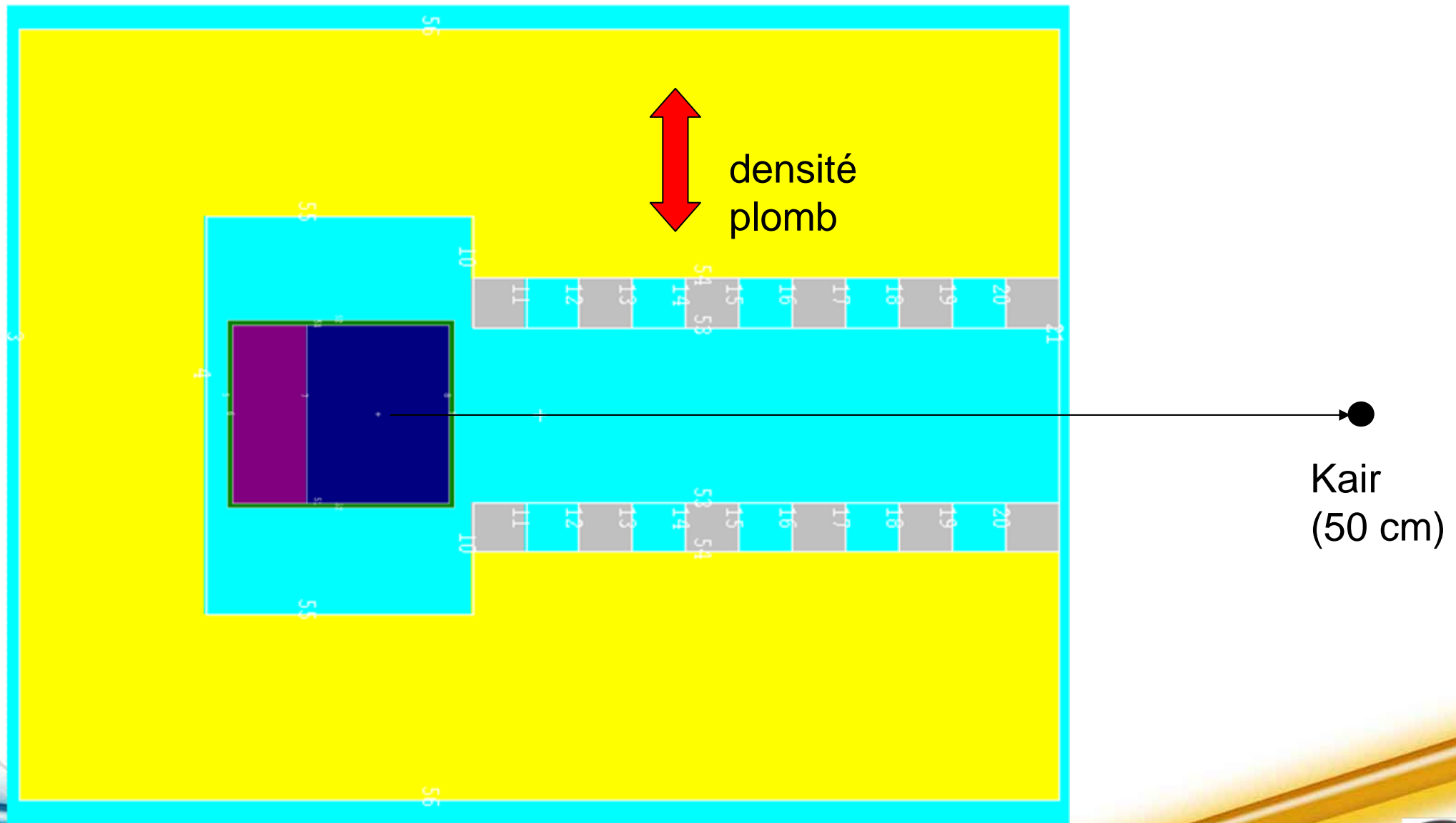
## 9) Densité de l'aluminium (facultatif)



# 10) Densité du fer (facultatif)



# 10) Densité du plomb (facultatif)

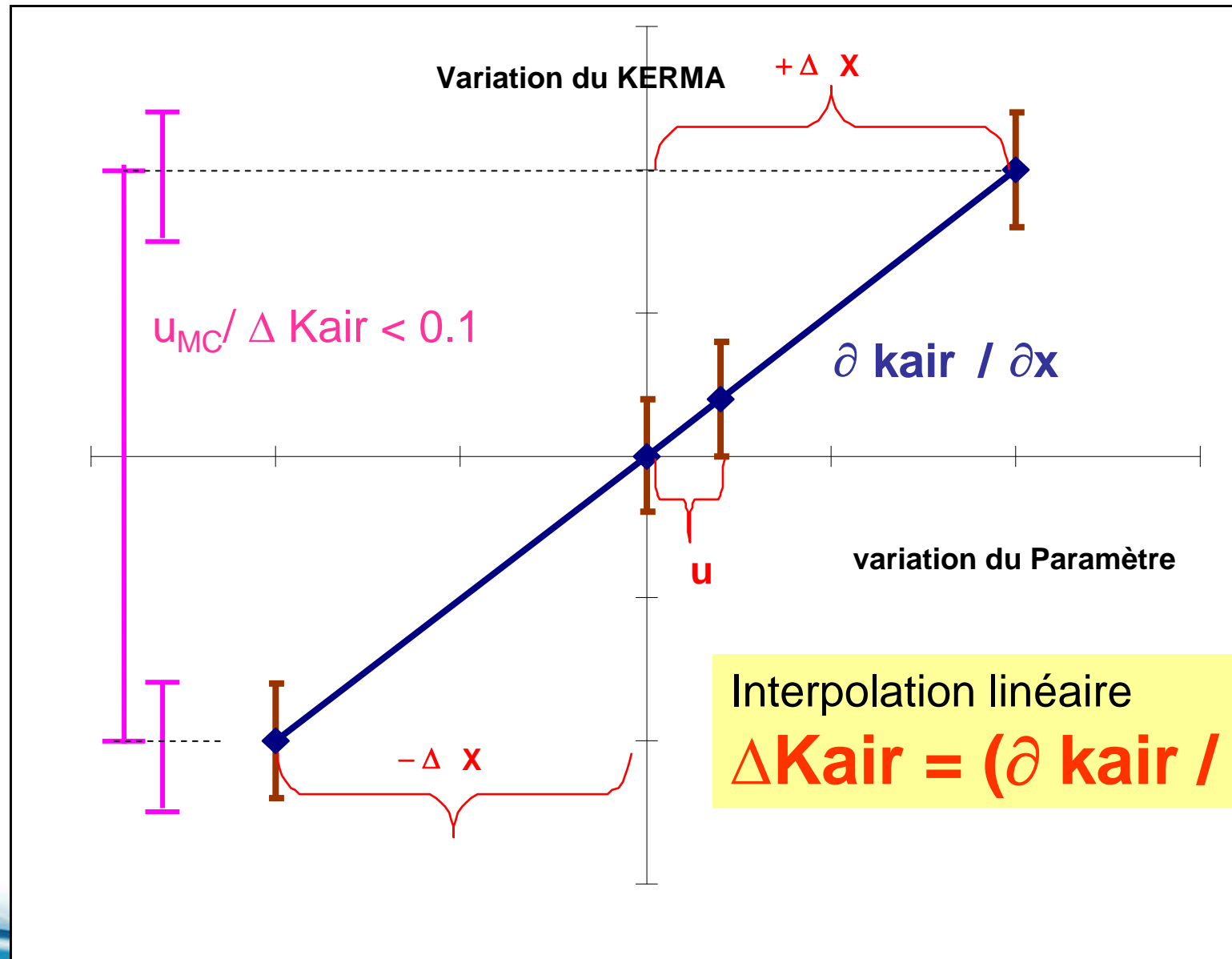


## 12) Energie de coupure (facultatif)

+ ... autres paramètres décidés  
par chaque participant



# approche pour calculer $\partial k_{air}/\partial x$

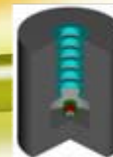


# Tableau à remplir par les participants

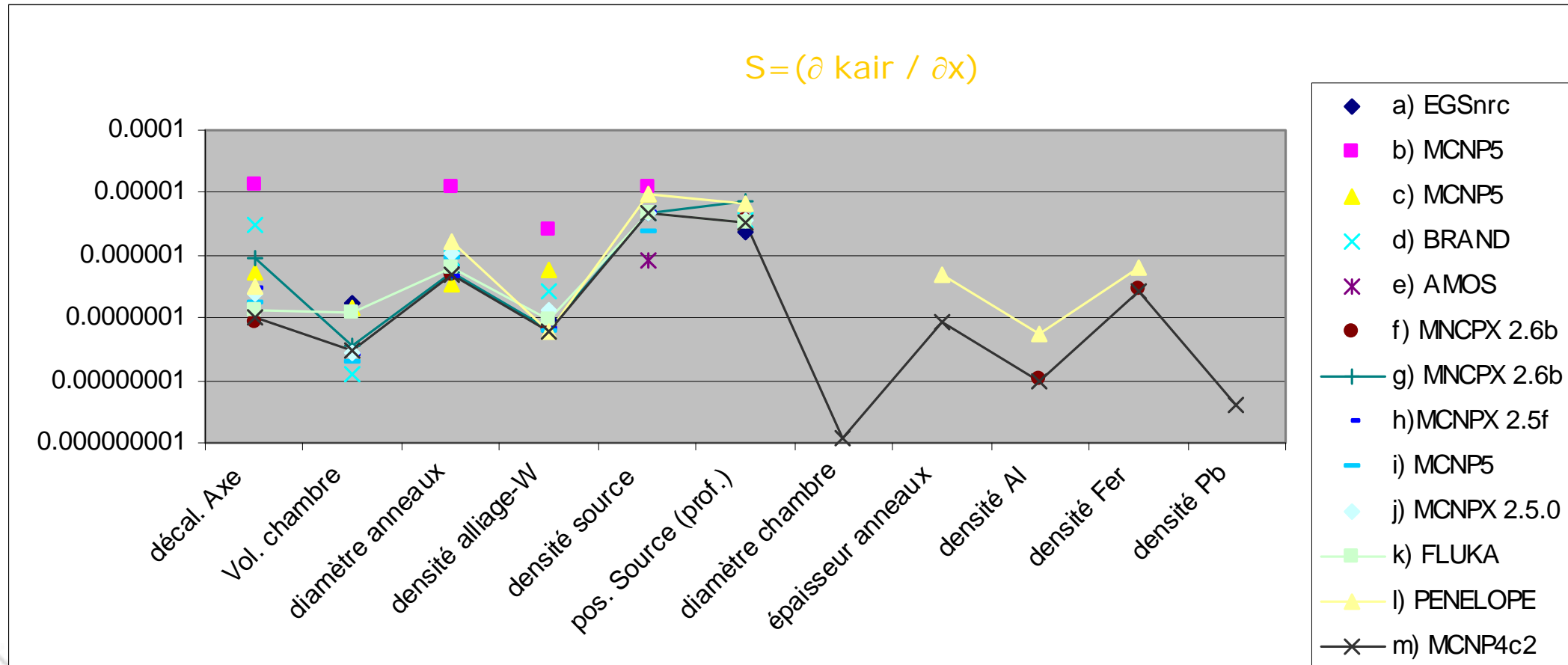
| Paramètre X                           | variation du paramètre dans le calcul |                                 | Variation estimée sur le paramètre * | Incertitude type sur le paramètre |   |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|---|
|                                       | $\Delta X$                            | $\partial k_{air} / \partial X$ |                                      | $u$                               | $\Delta k_{air}$                          |
| Position de la source (décalage /axe) | $+ \Delta X/2$                        |                                 | $+0,05 \text{ cm}$                   | $0,1 / 2\sqrt{3}$                 | $(\partial k_{air} / \partial X) \cdot u$ |
| Volume de la chambre (profondeur)     | $+/- (\Delta X/2)$                    |                                 | $+/-0,2 \text{ cm}$                  | $0,4 / 2\sqrt{3}$                 |   |
| Anneaux du collimateur (diamètre)     | $+/- (\Delta X/2)$                    | S                               | $+/-0,05 \text{ cm}$                 | $0,1 / 2\sqrt{3}$                 | S. u                                      |

1

beaucoup d'incompréhensions



| Paramètre X                           | variation du paramètre dans le calcul |                                 | Variation estimée sur le paramètre * | Incertitude type sur le paramètre |   |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|---|
|                                       | $\Delta X$                            | $\partial k_{air} / \partial X$ |                                      | $u$                               | $\Delta k_{air}$                          |
| Position de la source (décalage /axe) | $+ \Delta X/2$                        | X                               | $+0,05 \text{ cm}$                   | $0,1 / 2\sqrt{3}$                 | $(\partial k_{air} / \partial X) \cdot u$ |

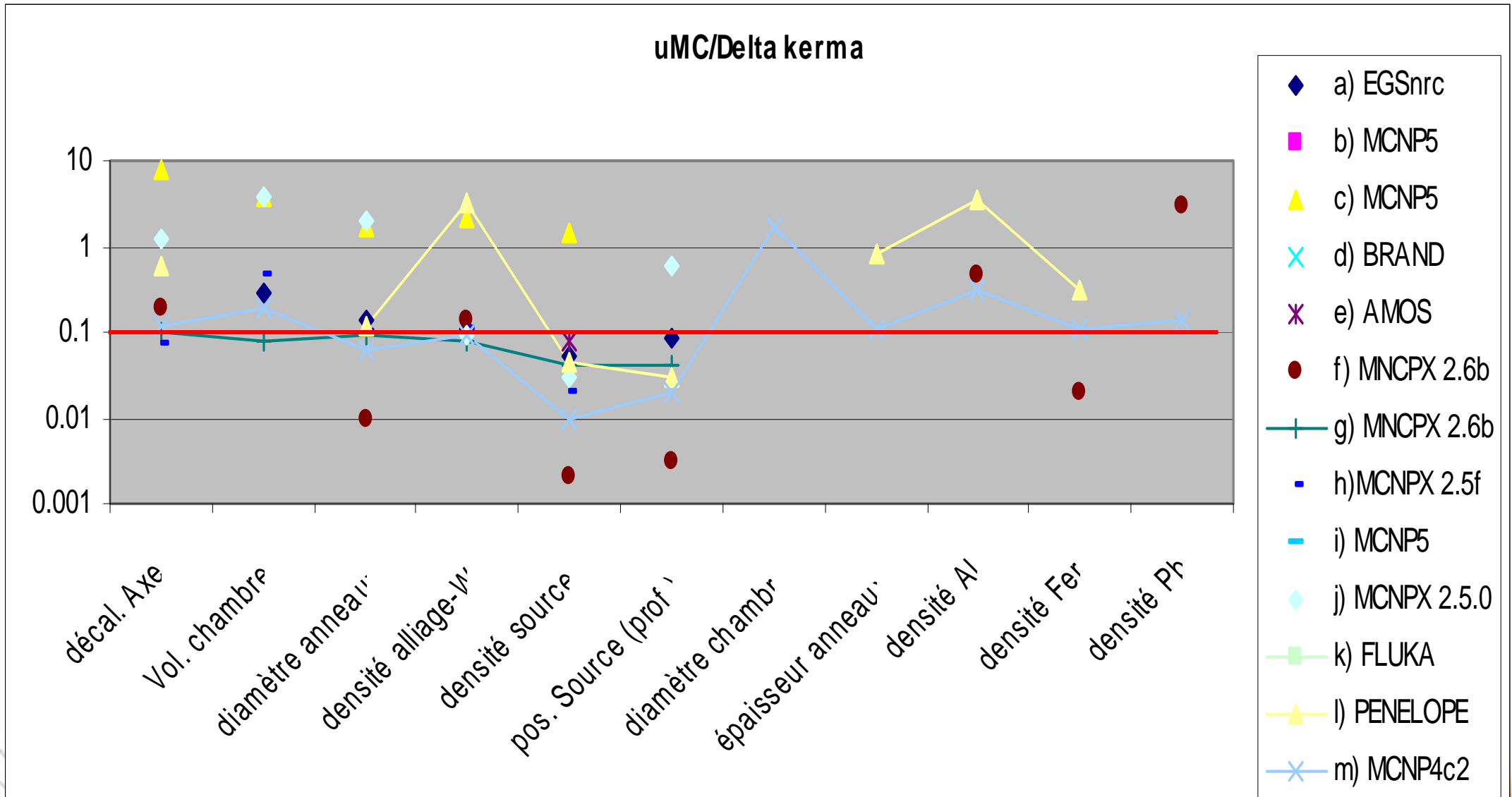


Variation d'une décade ...





# $u_{MC} / \Delta k_{air} (< 0.1)$

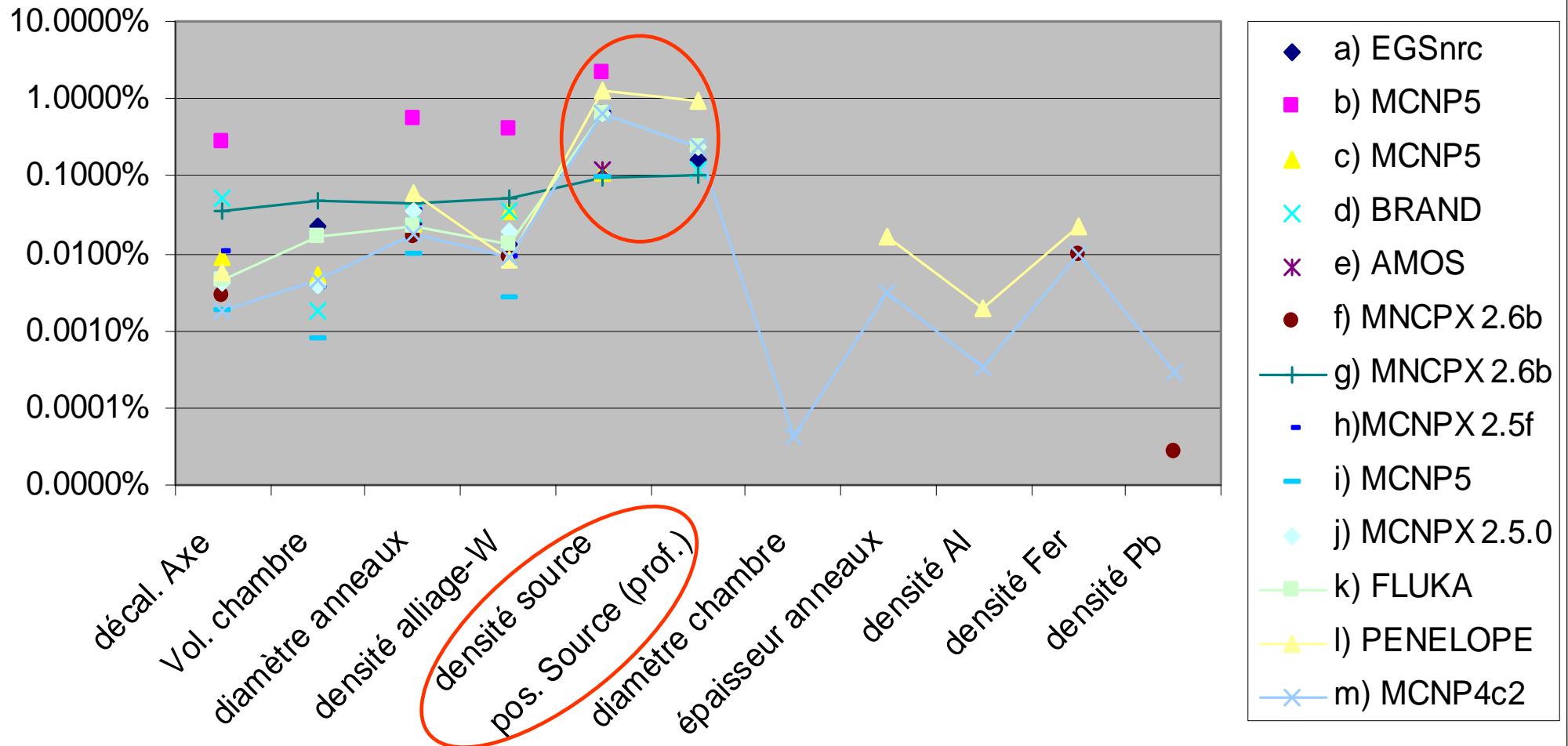


~ la moitié des valeurs > 0.1



# Incertitude relative de chaque paramètre pour chaque participant

DK/Kref (%)



importantes disparités



- ✓ Attrait important : 13 participants de 10 pays
- ✓ Beaucoup de données collectées : beaucoup de paramètres avec beaucoup de configurations
- ✓ Approche spécifique pour le calcul du bilan d'incertitudes
- ✓  $u \sim 0.7\%$  ( $k=1$ ) :
  - ❖ densité de la source :  $0,6\%$  ( $\pm 0,2$  g/cc)
  - ❖ distance :  $0,3\%$  ( $\pm 1$  mm)
  - ❖ autres paramètres
- ✓ grandes disparités dans les résultats de la question Q1 dues
  - ❖ (i) faible sensibilité du kerma avec la variation des paramètres:  $U_{MC}/\Delta K$  trop élevé car temps calculs parfois prohibitifs
  - ❖ (ii) facteur humain dans la paramétrisation des simulations : géométrie et exploitation des résultats (angle solide, normalisation...)



# Perspectives

**Proposition de modélisation d'un accélérateur médical et comparaison avec des mesures expérimentales**



① **Ajustement des paramètres de modélisation avec des mesures expérimentales dans l'eau**

② **Comparaison simulations et mesures pour des fantômes inhomogènes**



**Proposition dans le cadre d'Eurados WG6 : "numerical dosimetry"**

- Proposition faite en avril-Mai
- Résultats à fournir pour Juin 2011
- Workshop – Juin 2012

