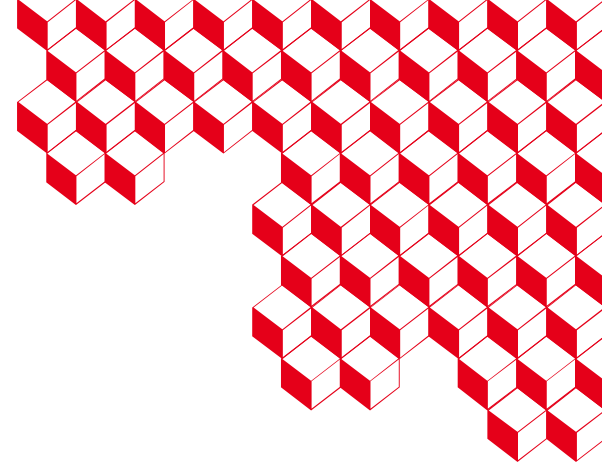




irfu



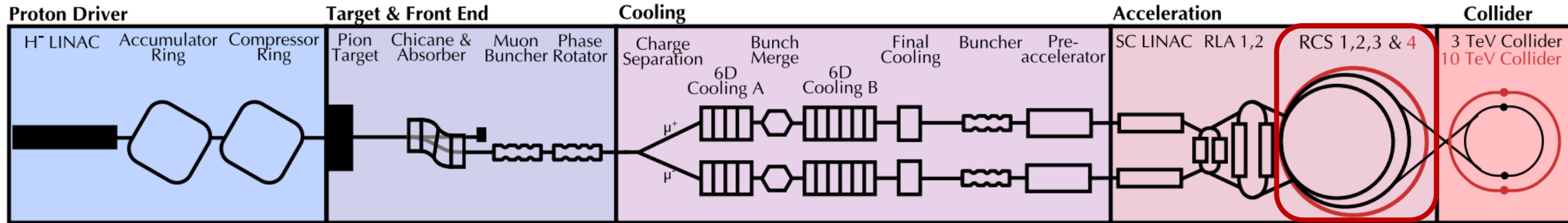
# **Design de synchrotrons pulsés pour la chaîne d'accélération de haute énergie d'un collisionneur à muons**

Lisa Soubirou – CEA IRFU/ DACM / LEDA

Journées Accélérateurs 2025 de la SFP – 7 au 10 octobre 2025



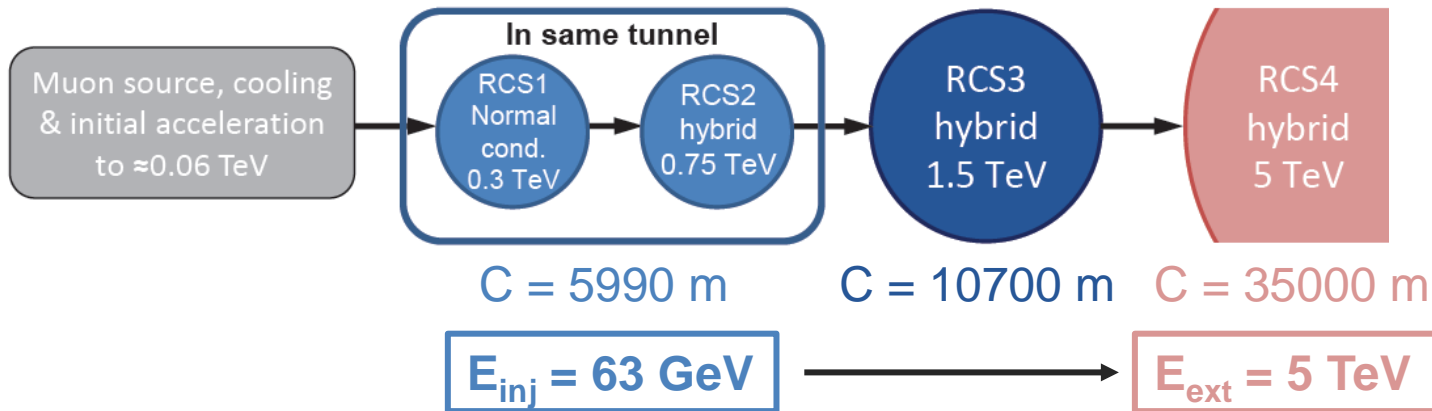
# Collisionneur à muons et chaîne de synchrotrons pulsés



Chaîne de synchrotrons pulsés (RCS): 1 RCS normal et 3 RCS hybrides.

Défis principaux :

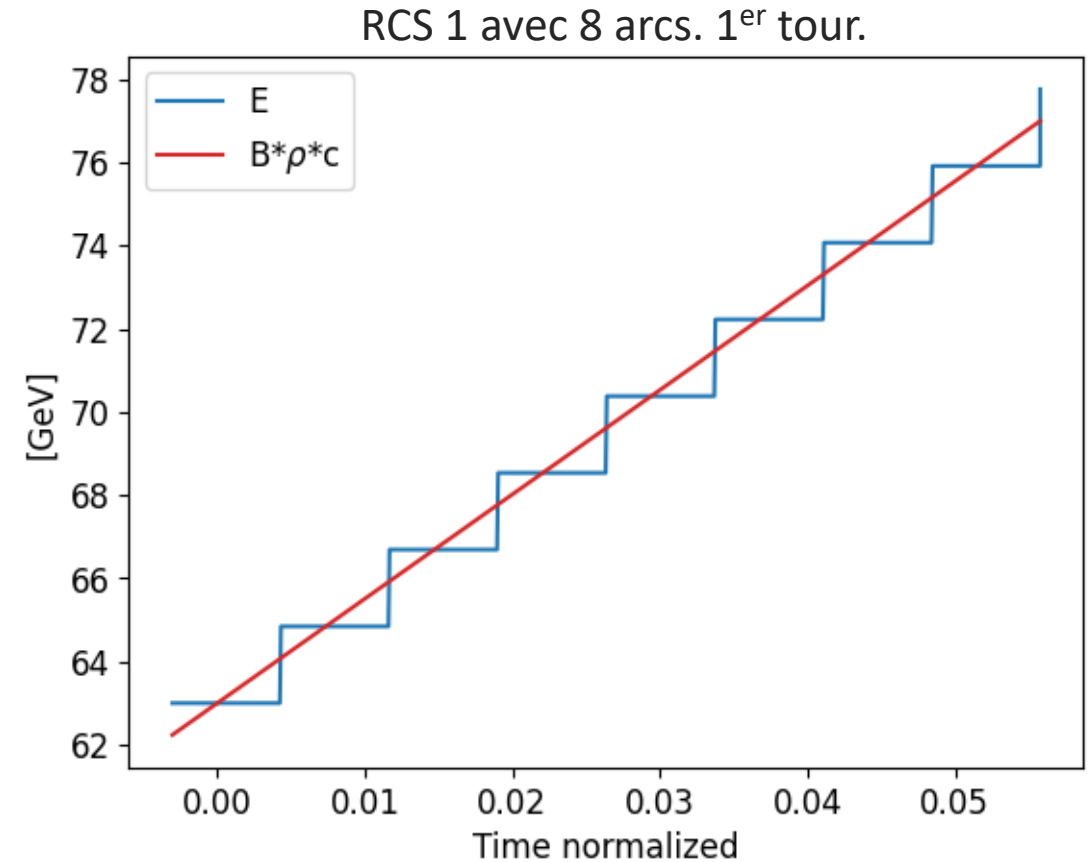
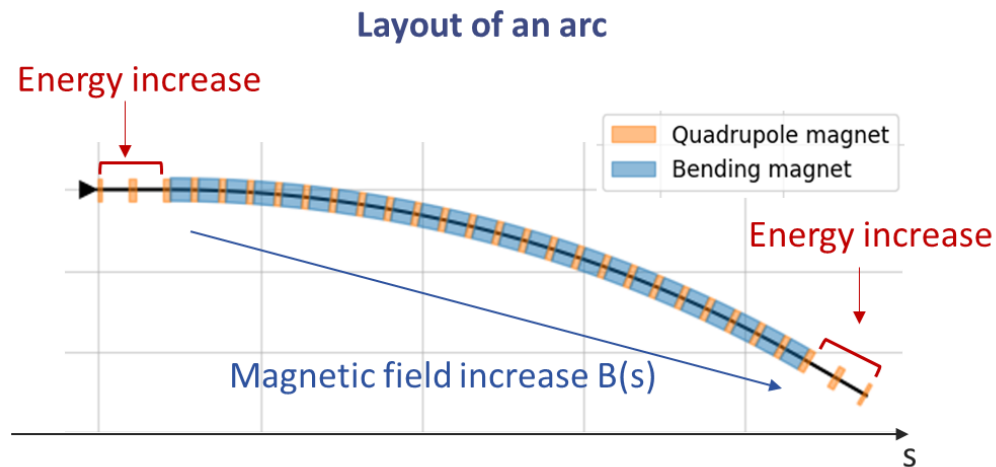
- Durée de vie des muons  $\propto \gamma * 2.2 \mu s$ .
- Beaucoup de R&D + démonstrateurs.



**Accélération sur la chaîne en moins de 10 ms !**

# Écart entre l'énergie et la rampe des aimants

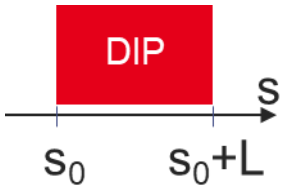
- Accélération très rapide : en **moins de 10 ms**.
- Pour une machine conventionnelle, la variation de  $B(t)$  dans les dipôles des arcs est négligeable.
- Pour **8 arcs** dans le **RCS 1**, l'erreur sur le champ s'élève à **3%** sur le premier arc.



# Modèle analytique et simulations

- Développement d'un **modèle analytique** pour calculer l'erreur de trajectoire créée dans un dipôle.
- Pour un dipôle de longueur L dont la face d'entrée est en  $s_0$  :

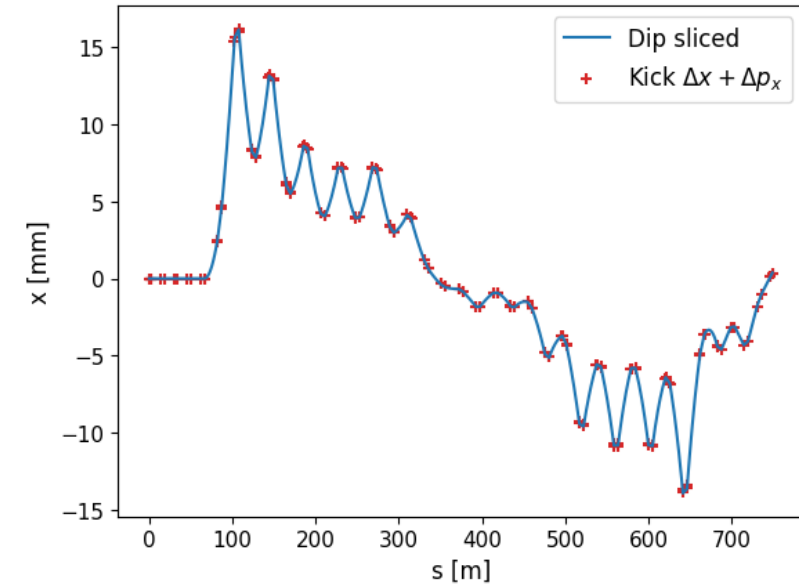
$$\Delta x(L, s_0) = \frac{1}{2} \frac{\dot{B}}{(B\rho)} L^2 \left( \frac{L}{3} + s_0 - s^* \right)$$



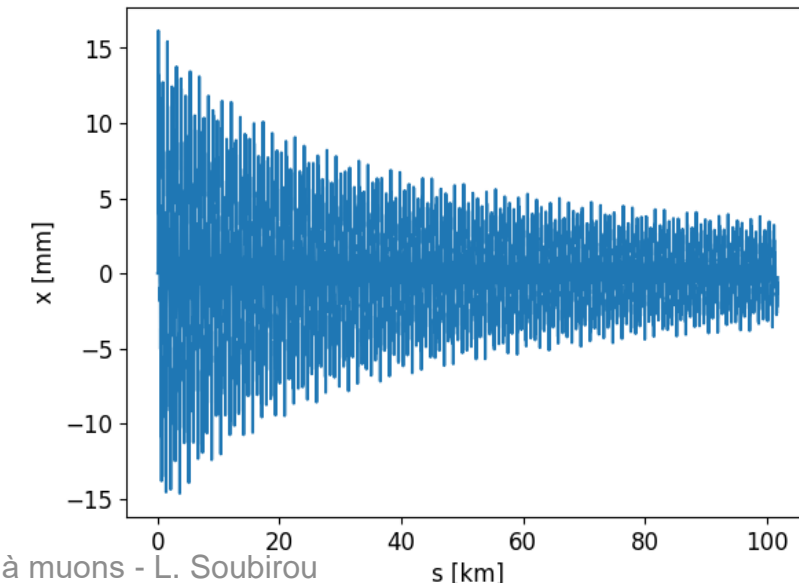
- $\dot{B}$  : rampe du champ magnétique [T/m]
- $B\rho = \frac{E_{\text{ref}}}{c}$  : rigidité magnétique [Tm]
- $s^*$  : s tel que  $B(s^*) = B^*$  (référence magnétique) [m]

- Implémentation sur un arc : **modèle et simulations** (Xsuite) en accord !

RCS1 avec 8 arcs. 1er arc.



RCS1 avec 8 arcs. 17 tours.

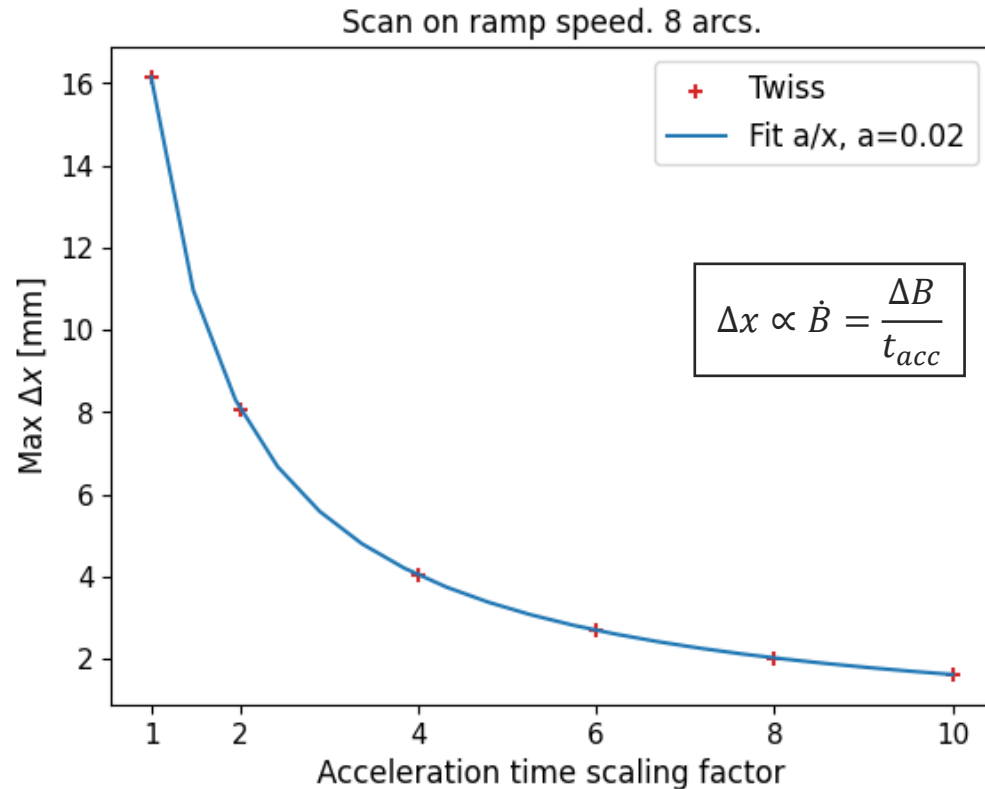


# Loi d'échelle

$$\Delta x(L, s_0) = \frac{1}{2} \frac{\dot{B}}{(B\rho)} L^2 \left( \frac{L}{3} + s_0 - s^* \right)$$

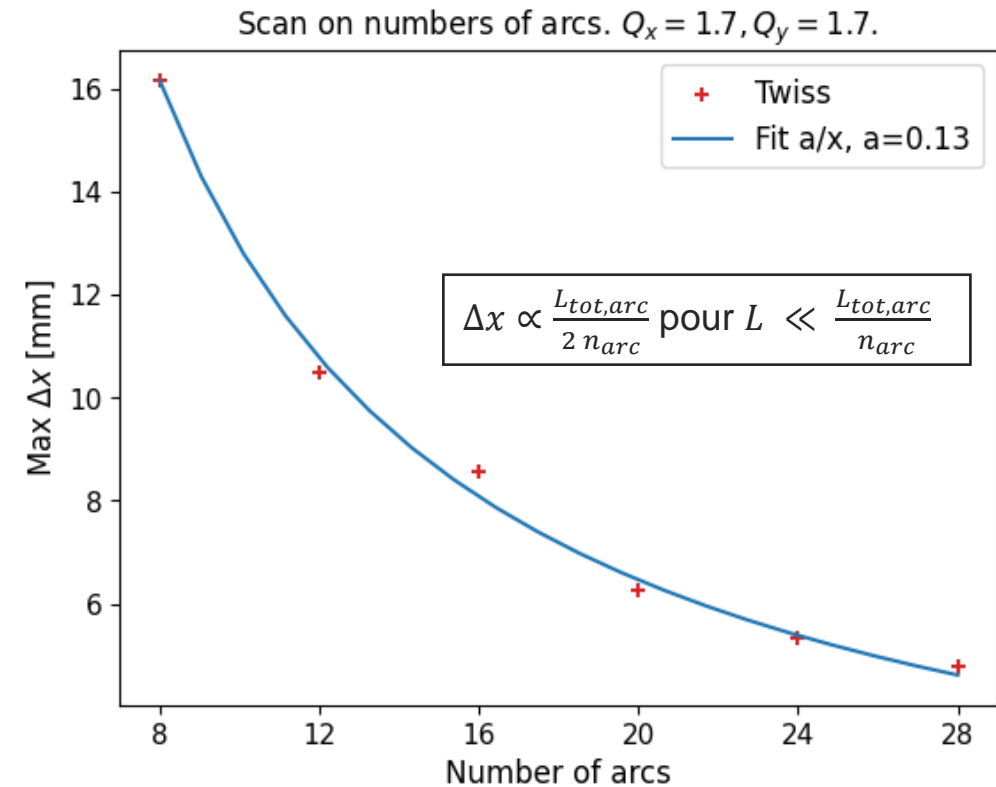
## Rampe $\dot{B}$ ou vitesse d'accélération.

Scan sur un temps d'accélération plus long :  $t = t_{\text{acc}} * f$ .



## Répartition de la RF sur $n_{\text{arc}}$ sections.

Homogénéisation des optiques en imposant  $Q_x$  et  $Q_y$ .

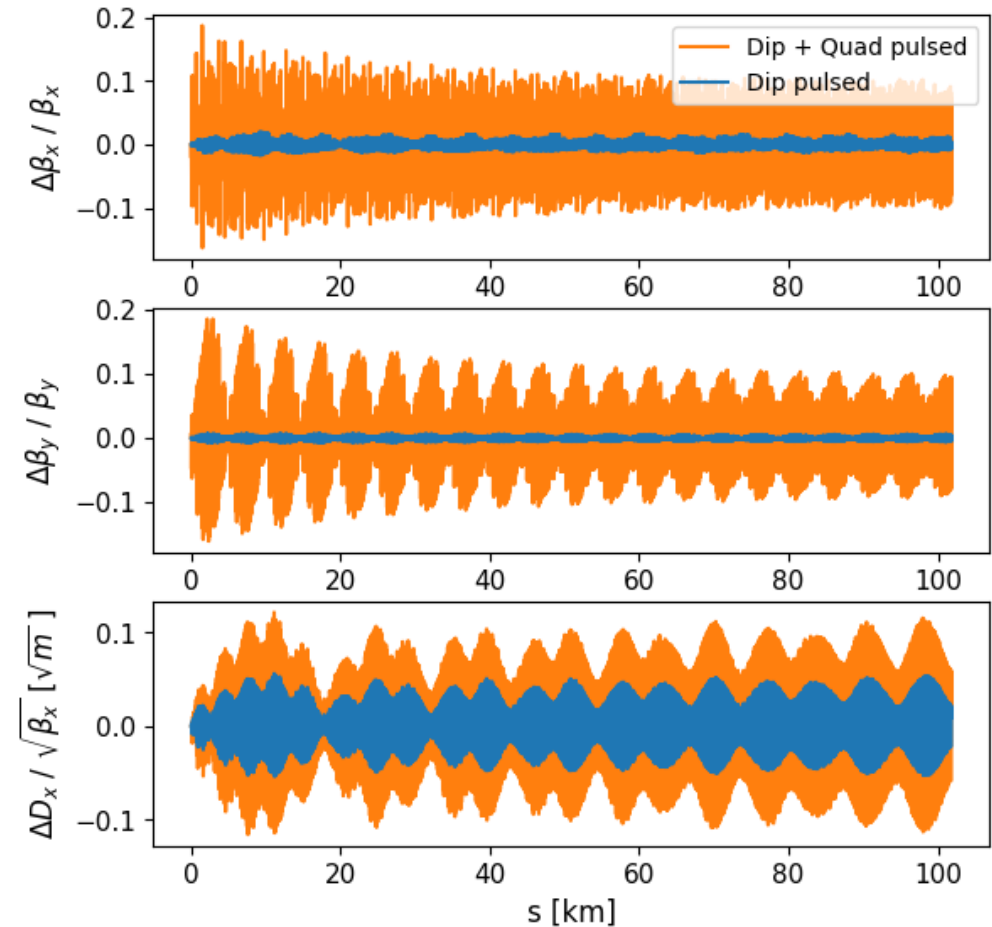


# Impact sur les fonctions optiques

- Les **quadripôles** sont aussi **pulsés** : erreur de focalisation !
- Comparaison de l'optique avec et sans erreur sur les dipôles et quadripôles :
  - **Dipôles pulsés** : erreur sur  $k_0$ .
  - **Dipôles + Quadripôles pulsés** : erreur sur  $k_0$  et  $k_1$ .
- Perturbation sur la **dispersion normalisée jusqu'à  $0.1 \sqrt{m}$** .
- **Beta-beating à 20%** lorsque les quadripôles sont pulsés.

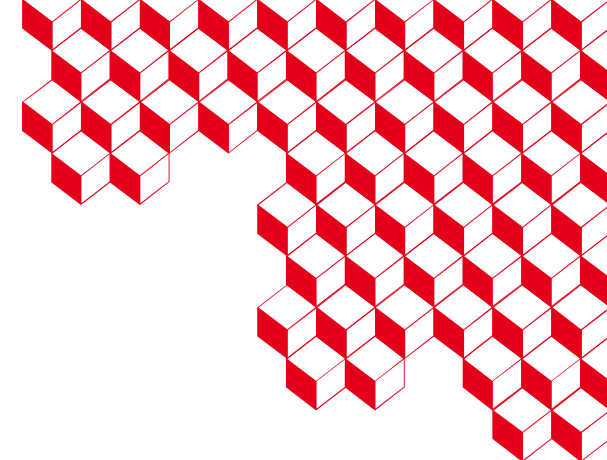
## En cours :

- Développement d'un modèle analytique pour prédire la perturbation créée sur les fonctions optiques.
- Études de transport à suivre pour quantifier **l'augmentation d'émittance**.





irfu



# Merci pour votre attention !

Contact : [lisa.soubirou@cea.fr](mailto:lisa.soubirou@cea.fr)



\* Artwork from Gaia Fontana @qftoons