

A. Moutardier, V. Le Flanchec - CEA-DAM-DIF 91297 Arpajon Cedex

Résumé : Afin de pouvoir répondre le plus efficacement possible aux demandes des utilisateurs de l'accélérateur ELSA du CEA-DAM, un code de transport d'enveloppe, appelé BeamLeader, a été développé. L'objectif de ce code est d'apporter une aide aux conducteurs du faisceau et aux expérimentateurs, sans avoir de connaissance poussée de la physique des accélérateurs. Aussi les grandeurs utilisées sont-elles directement celles utilisées expérimentalement et non les grandeurs physiques couramment utilisées dans la plupart des codes existants. L'autre particularité du code est son fonctionnement en temps réel : tout changement d'un paramètre entraîne immédiatement la mise à jour de l'affichage de l'enveloppe. Enfin, la propagation hors axe machine vient d'y être implantée, et il est à présent possible d'observer la déviation du faisceau par des steerers, le champ magnétique terrestre ainsi que l'effet d'erreurs de centrage des éléments. La visualisation de ces déviations a par ailleurs été améliorée par une représentation dans le référentiel du laboratoire, plus conforme à la réalité que la représentation dans le référentiel de la particule de référence.

❖ Possibilité de représenter l'accélérateur dans le référentiel de la trajectoire de référence.

Représentation de l'accélérateur dans le référentiel du laboratoire.

Modification du courant dans le quadripôle grâce à des tirettes.

Paramètres du quadripôle

Unité
Fichier Fenêtres

Élément Précédent Numéro de l'élément : 33 Élément Suivant

Type : Quadripôle

Longueur : 100 ☐ SP mode

Slider : 0 10 minimum maximum précision ☐ Slider Visible

Rayon (mm) : 50

Fréquence (MHz) : 0

décalage position X Y Z

angle 0 0 0

Couleur (0,255) Rouge Vert Bleu

Du remplissage 255 165 165 0

Du contour 200 0 0 0

Redéfinir l'image

Calculer l'enveloppe

Valider et ajouter un nouvel élément après Supprimer Annuler Appliquer

Paramètre spécifique de l'objet

Intensité du courant (A) 1,582

facteur multiplicatif pour passer de courant à gradient 1,06

facteur additif pour passer de courant à gradient 0

Possibilité de modifier tous les paramètres de l'élément, de rajouter ou supprimer des éléments et de voir en direct l'impact sur le faisceau et la ligne accélératrice.

Faisceau dans l'espace des phases temps-énergie.

Émittance du faisceau.

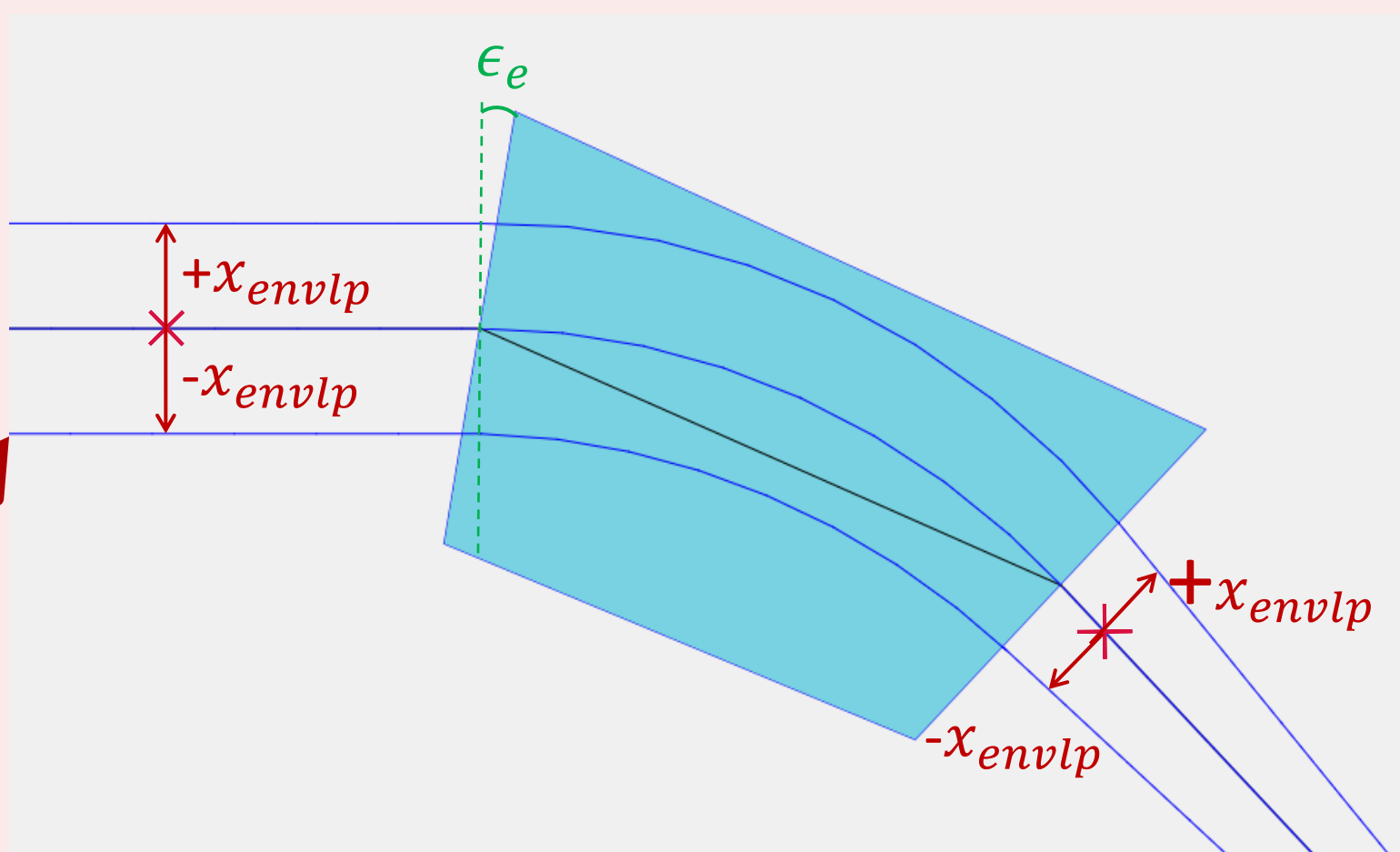
Paramètres du faisceau.

Profil du faisceau en un point choisi par l'utilisateur.

Calcul de la trajectoire dans le référentiel du laboratoire

Trajectoire de référence calculée analytiquement.

Enveloppe calculée matriciellement et représentée symétriquement autour de la trajectoire.

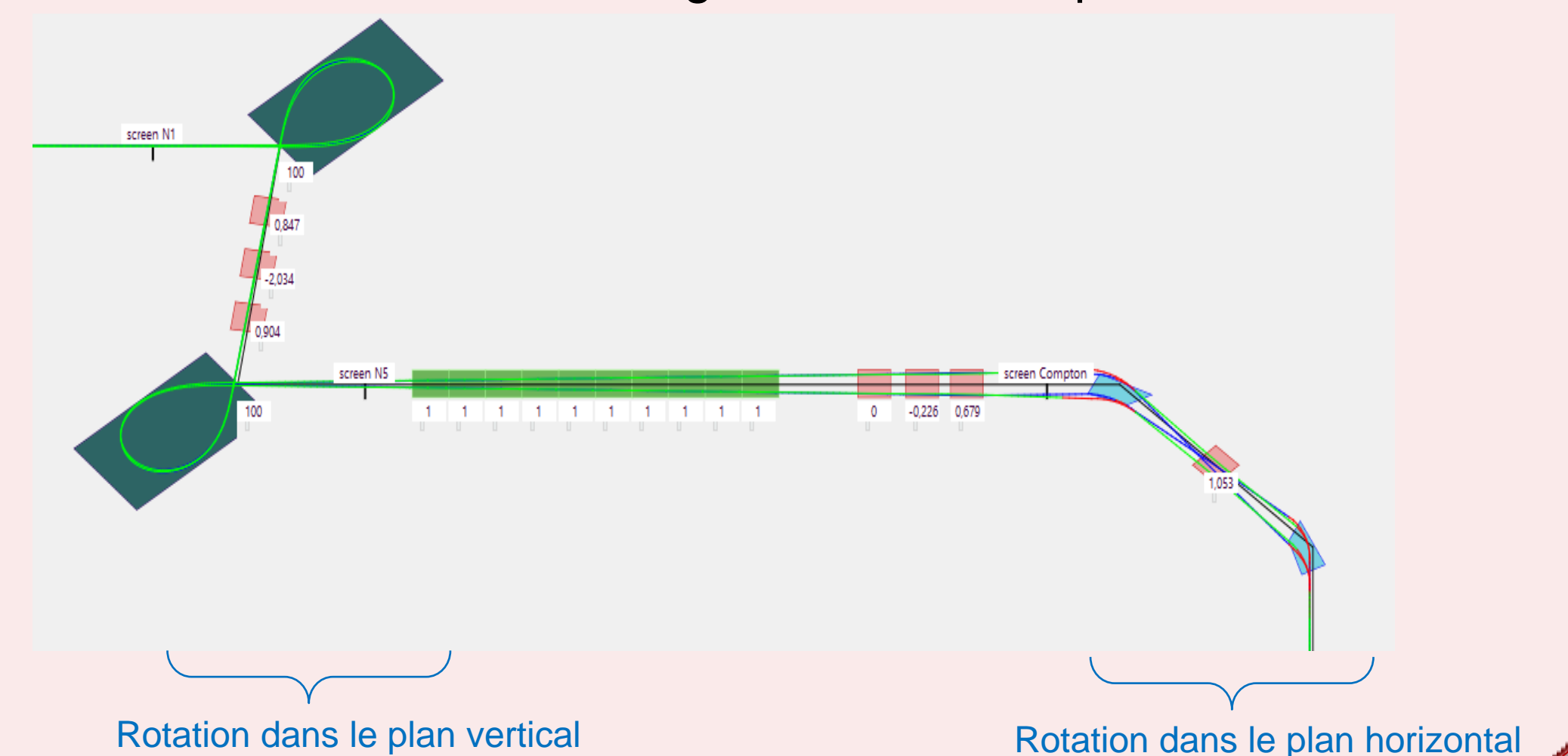


Représentation de la courbure de l'accélérateur :

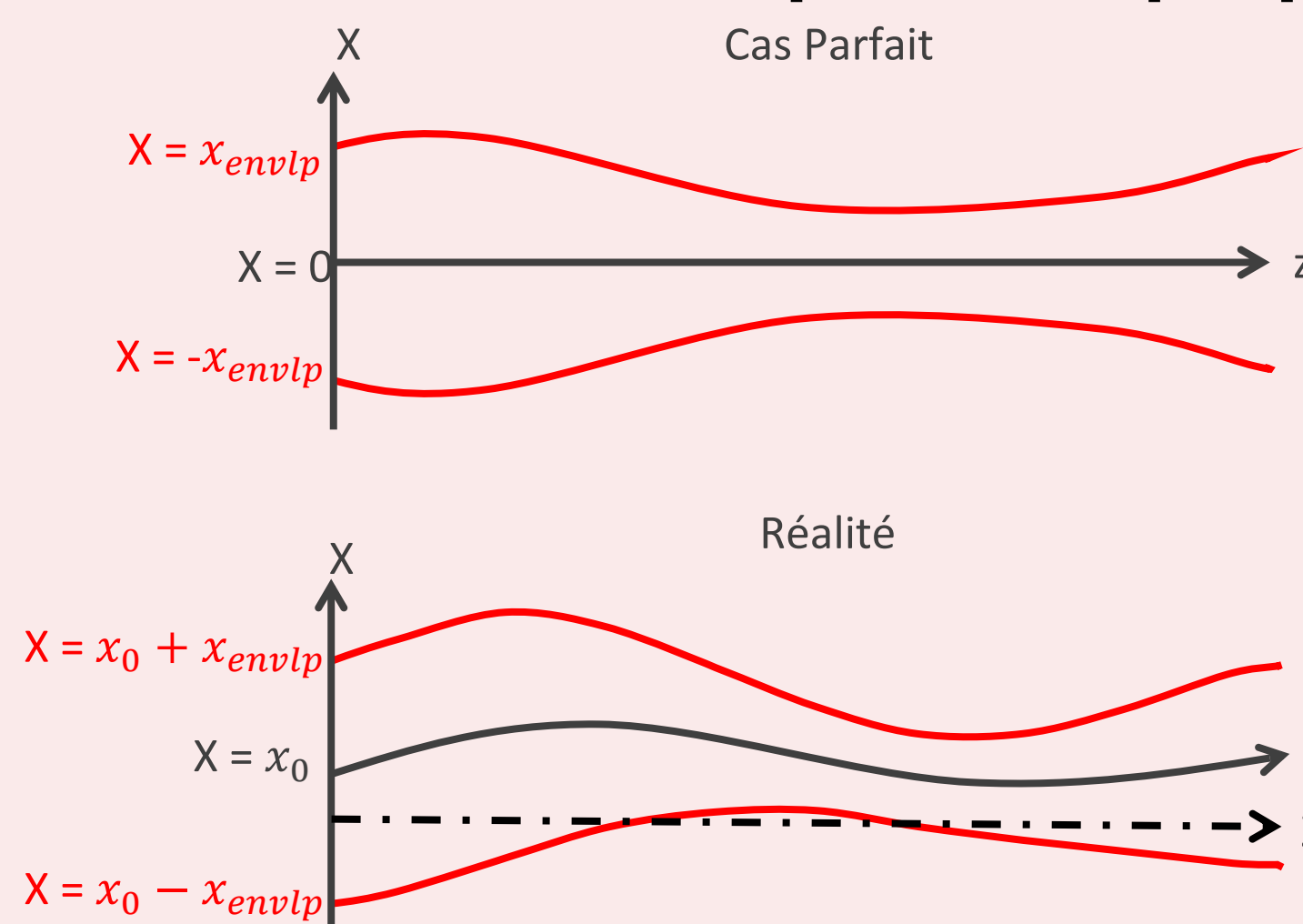
- Une trajectoire de référence est définie.
- Autour de cette trajectoire : tracé de l'écart quadratique moyen de la répartition des électrons.
- Représentation de la dispersion en énergie et de la durée du paquet d'électrons.

- Représentation plane toujours dans le plan de rotation
- Enveloppes H et V tracées autour de la même trajectoire de référence :

Ce choix s'appuie par le fait que lorsque le faisceau est dévié, le plan le plus intéressant à observer est généralement le plan de déviation.



Prise en compte de la propagation hors axe machine



Prise en compte des effets du champ magnétique terrestre, de celui des déviateurs, ou des défauts d'alignement des éléments sur le faisceau : Propagation d'une particule de référence (vecteur 6D initialement nul) le long de la ligne.

3 niveaux d'objets dans la représentation :

- trajectoire de référence, trajectoire analytique parfaite, soit dans le référentiel de l'électron, soit dans celui du laboratoire.
- une particule de référence, vecteur 6D correspondant au centroïde du faisceau.
- l'enveloppe, c'est-à-dire l'écart quadratique moyen de la distribution des électrons, représentée symétriquement autour de cette particule de référence.

Champs magnétiques :

Hypothèses simplificatrices :

- Impact uniquement sur la particule de référence,
- Ne prend en compte que le champ magnétique sur une longueur δz ,
- $v_z \gg v_x$ and $v_z \gg v_y$

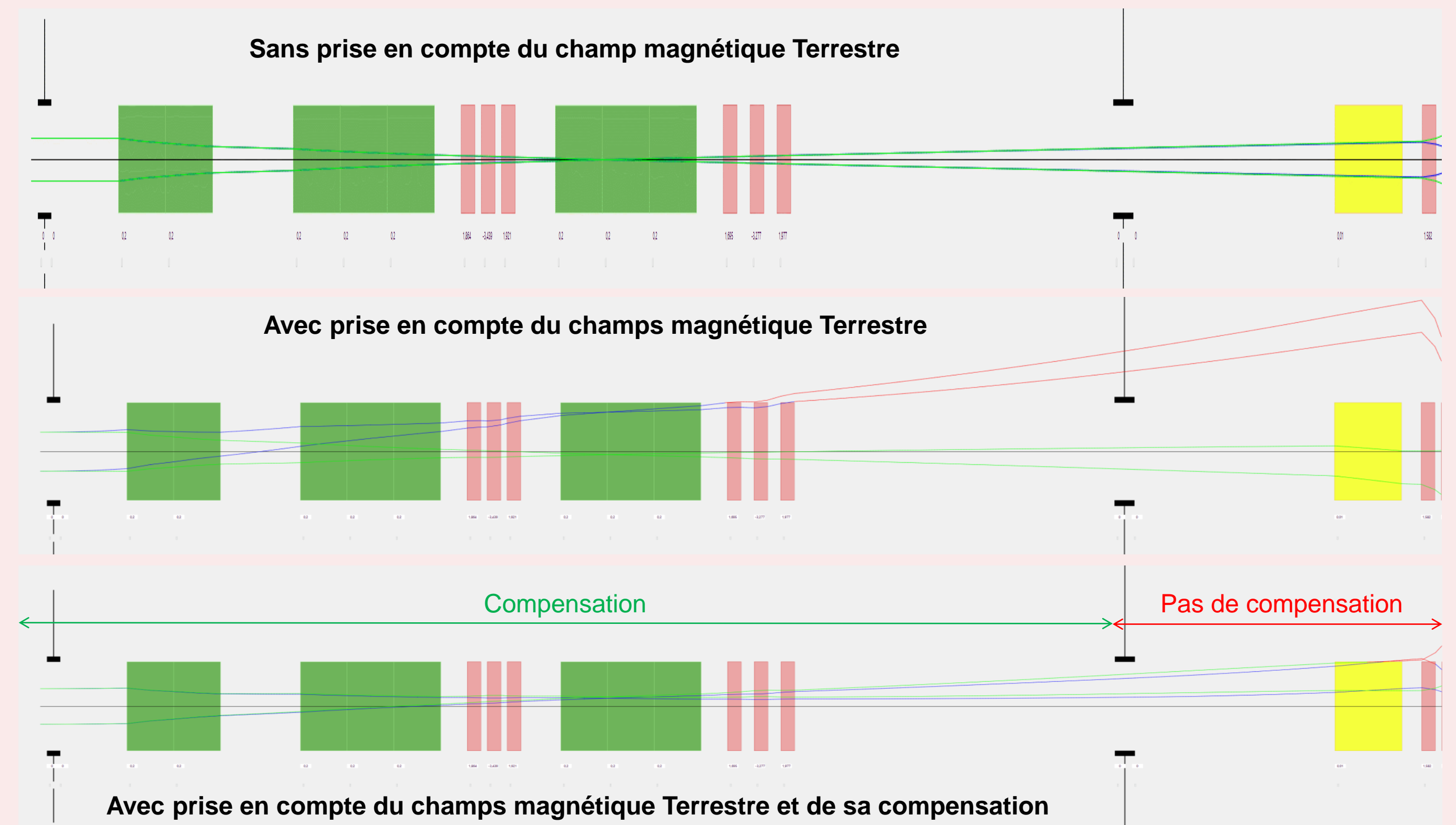
$$dx' = \frac{1}{v_z} \times (dv_x - x' dv_z)$$

$$dy' = \frac{1}{v_z} \times (dv_y - y' dv_z)$$

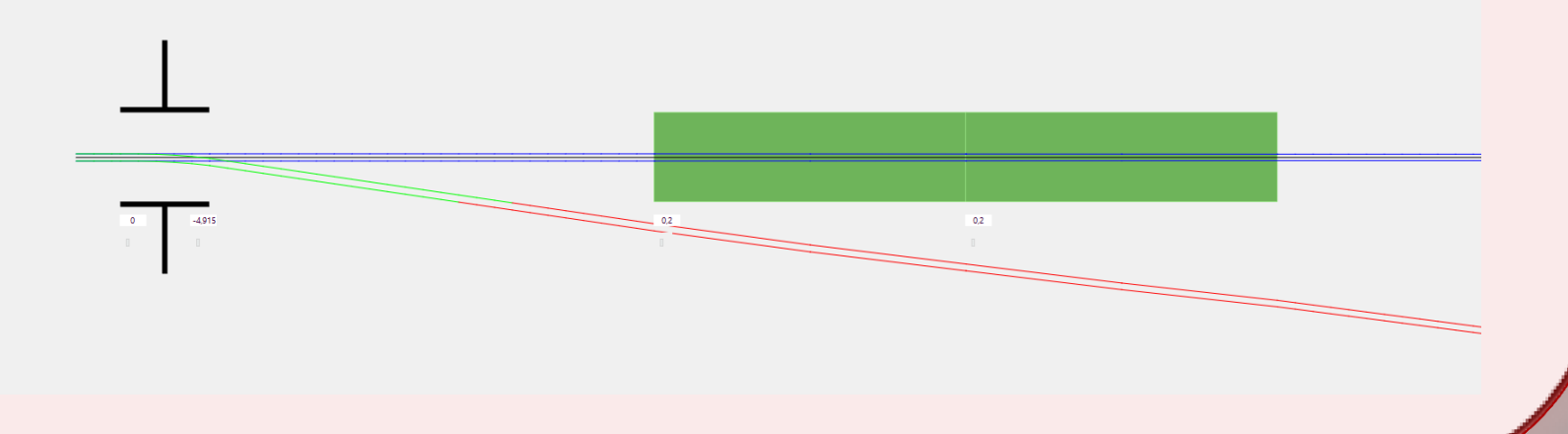
$$\text{Avec : } d\vec{v} = (dv_x, dv_y, dv_z) = \frac{q}{\gamma m} \vec{v} \times \vec{B} \frac{\delta z}{v_z} \text{ et } \vec{v} = (v_x, v_y, v_z) = \left(x' v_z, y' v_z, c \sqrt{1 - \frac{1}{\gamma^2}} \right)$$

$$\text{Finalement : } \begin{pmatrix} x \\ x' \\ y \\ y' \\ z \\ z' \end{pmatrix}_1 = \begin{pmatrix} x \\ x' \\ y \\ y' \\ z \\ z' \end{pmatrix}_0 + \begin{pmatrix} 0 \\ dx' \\ 0 \\ dy' \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

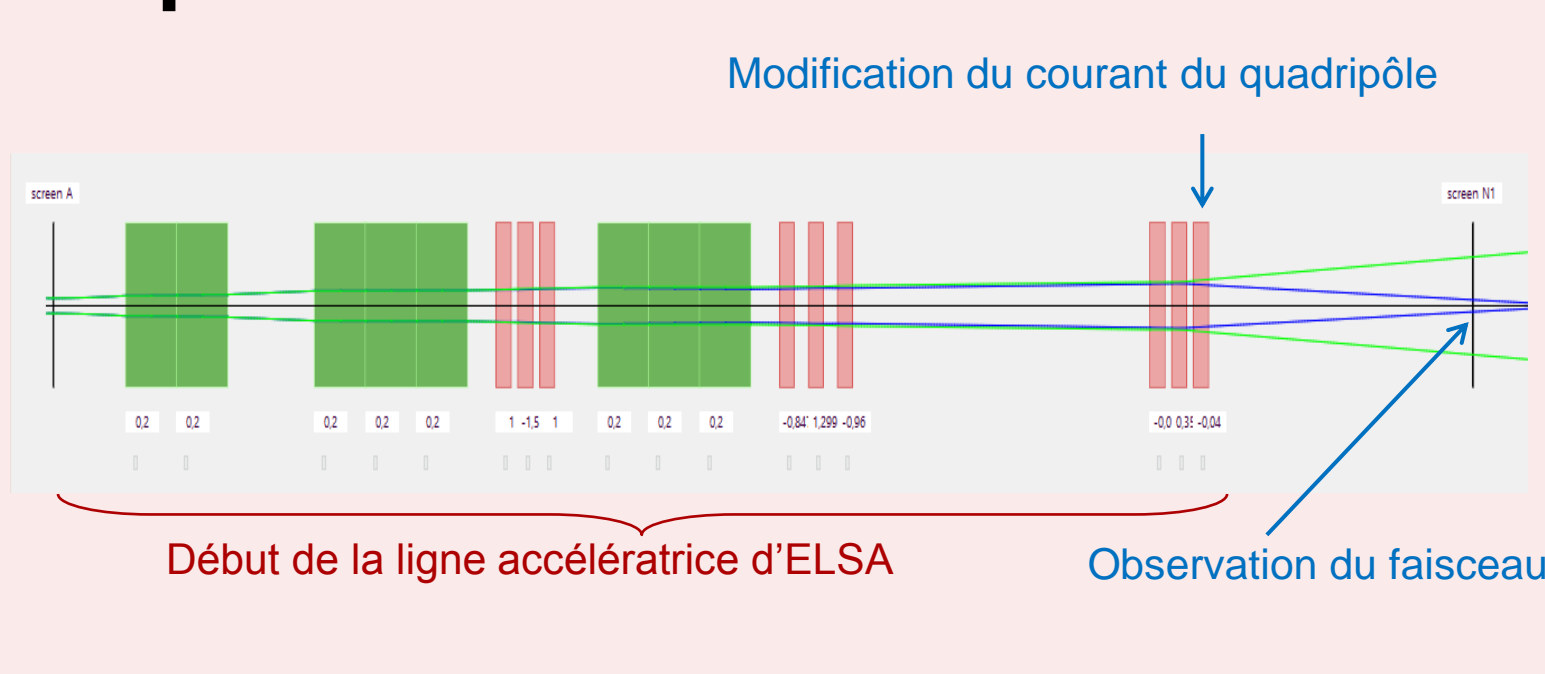
Terrestre



Dans les déviateurs magnétique



Vérification expérimentale



Courant dans le quadripôle

Observation sur un écran RTO

Prédiction de BeamLeader

0,90 A

0,95 A

1,00 A

