



UNIVERSITY OF
LIVERPOOL



Etude et optimisation de la dynamique non linéaire et 6-dimensionnelle d'un faisceau d'électrons dans un anneau de stockage ayant une émittance ultra-faible

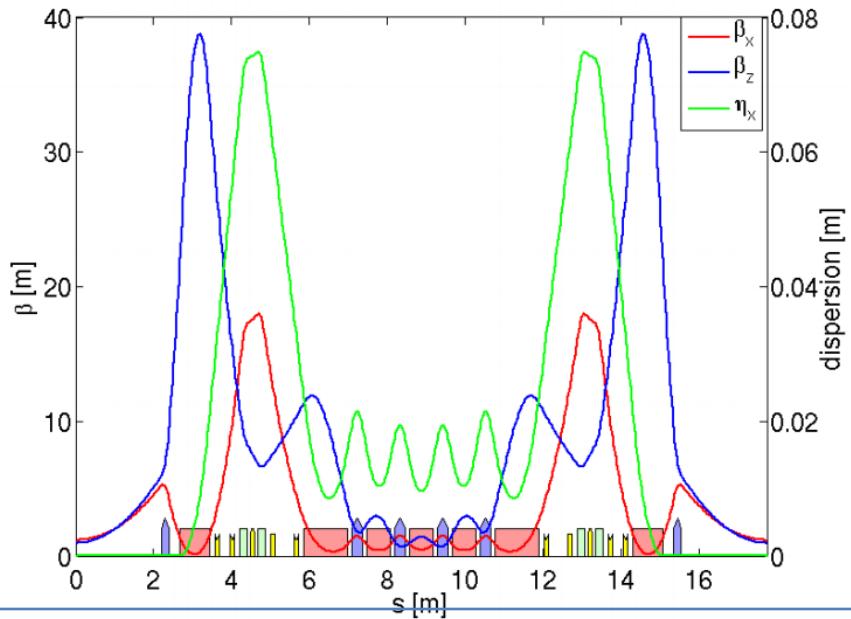
Lina HOUIMMI

2 octobre 2019

Journées Accélérateurs Roscoff



Comparaison linéaire et développement de mailles à émittance ultra faible



7BA BASELINE lattice 2.75GeV 20-fold symmetry

Emittance ε_x 72 pm.rad

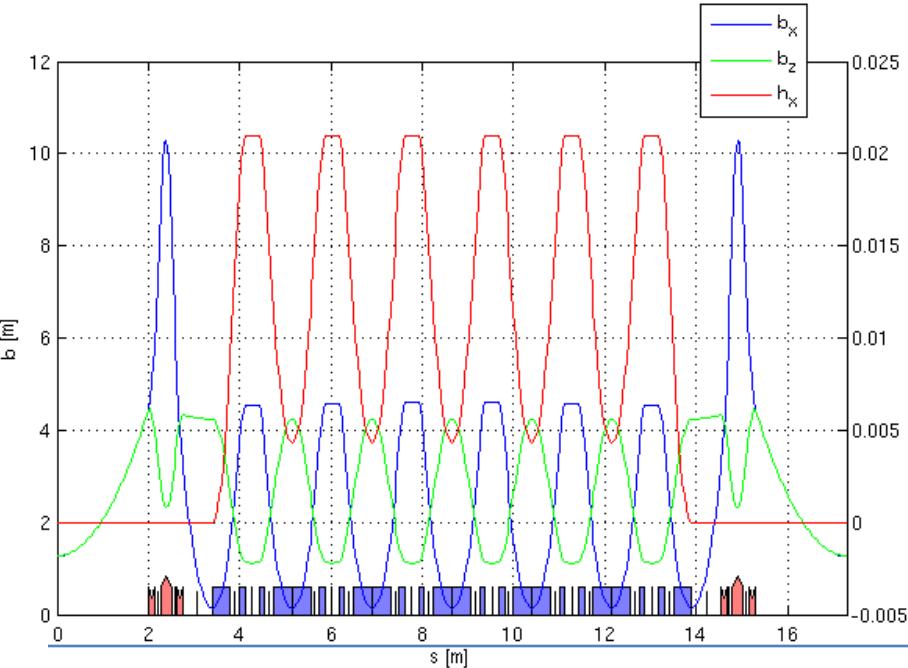
Tunes per period (ν_x, ν_z) (2.76, 0.91)

Momentum compaction factor α_c 1.47 E-4

Reverse bending angle -0,048 degrees

Energy loss per turn 15.5 keV

(β_x, β_z) @ Insertion Device (1.0, 1.0) m



7BA HOA lattice proposal 2.75GeV 20-fold symmetry

Emittance ε_x 66 pm.rad

Tunes per period (ν_x, ν_z) (3.37, 1.30)

Momentum compaction factor α_c 5.50E-05

Reverse bending angle -0.195 degrees

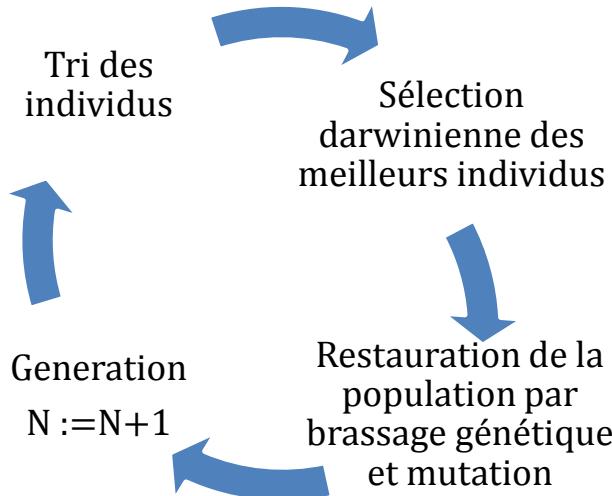
Energy loss per turn 27 keV

(β_x, β_z) @ Insertion Device

Algorithme Génétique Multi-Objectifs (MOGA) pour l'optimisation non linéaire 4D

MOGA-Bmad* : optimisation de l'ouverture dynamique on- et off-momentum à chromaticité constante.

Déroulement de l'optimisation :



Contraintes

- Forces des sextupôles bornées
- Bornes sur l'orbite fermée
- Limites sur le chromatic tune shift

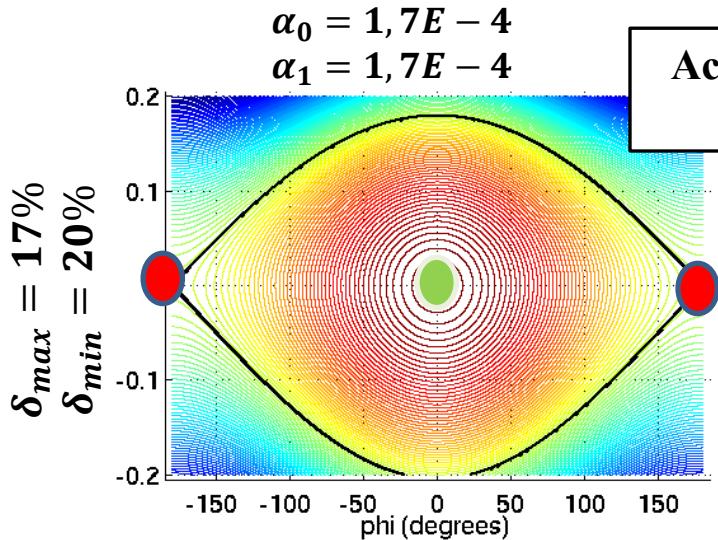
Exemple

Optimisation de la maille 7BA-4BA à symétrie 1 en utilisant des sextupôles et des octupôles



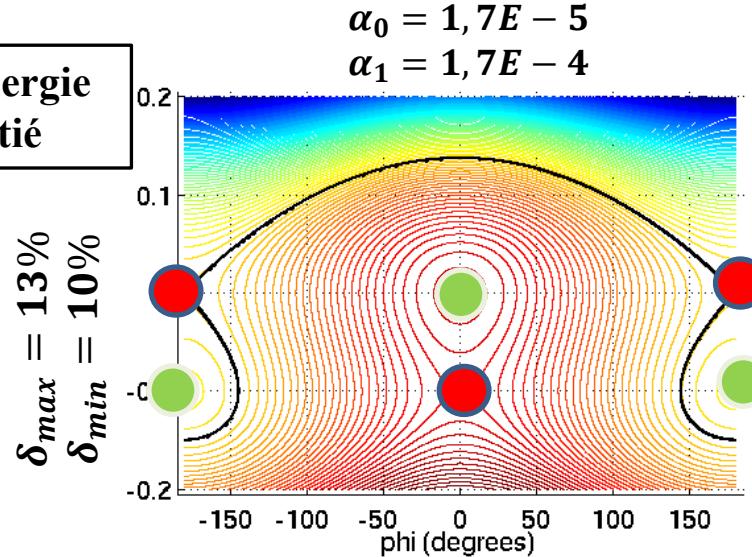
Contrôle de l'espace longitudinal : restauration de l'acceptance en énergie par manipulation des ordres supérieurs du facteur de compression des moments

$$\alpha_c = \alpha_0 + 2\alpha_1\delta + 3\alpha_2\delta^2$$



SFP = ‘Stable Fixed Point’

UFP = ‘Unstable Fixed Point’



Possibilité de contrôle : extension du MOGA

- Optimisation des ouvertures dynamiques transverses on- et off-momentum
→ MOGA-Bmad
- Contrôles des caractéristiques de la zone stable longitudinale : taille, acceptance en énergie

$$\begin{cases} \alpha_0 = \frac{1}{C_0} \int_0^{C_0} -h\eta_0 \, ds \\ \alpha_1 = \frac{1}{C_0} \int_0^{C_0} \left[\frac{\eta_0'^2}{2} - h\eta_1 \right] \, ds \\ \alpha_2 = \frac{1}{C_0} \int_0^{C_0} \left[\eta_0'\eta_1' + h\frac{\eta_0\eta_0'^2}{2} - h\eta_2 \right] \, ds \end{cases}$$



Etude de la distorsion de la trajectoire sur les mailles hybrides à ultra-faible émittance

Forte réduction de l'ouverture dynamique 6D de la maille SOLEIL de type $-I^1$.

Formule usuelle de l'allongement de la trajectoire, moyennée sur la phase :

$$\Delta C = -2\pi(J_x \xi_x + J_y \xi_y)$$

avec J_i la variable d'action et ξ_i la chromaticité.

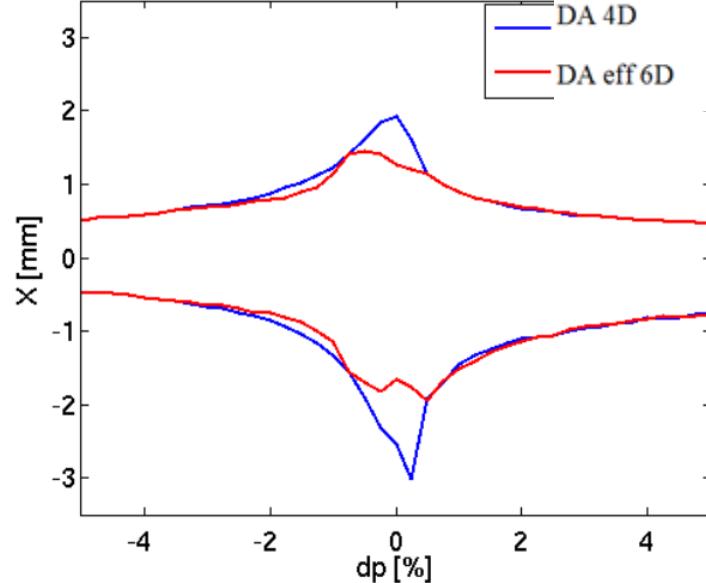
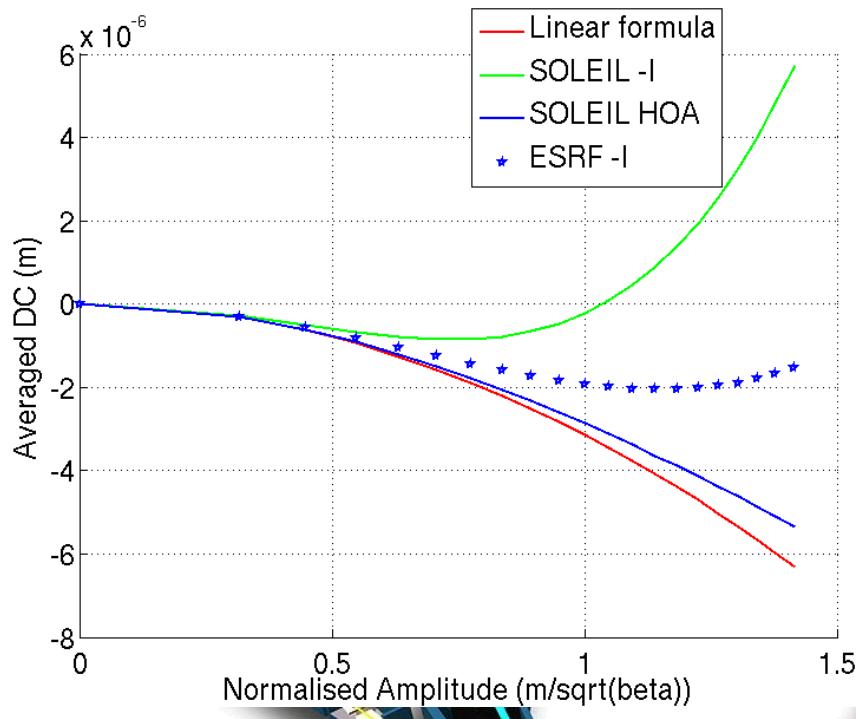


Figure 3: Horizontal dynamic aperture versus energy deviation at straight center with $\beta_x=1.3$ m.rad $^{-1}$.

→ Programme pour réduire voire annuler cet effet et restaurer la dynamique (en cours)



Tracking 6D sous A.T. pour différentes mailles





UNIVERSITY OF
LIVERPOOL



Thank you for your attention