



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

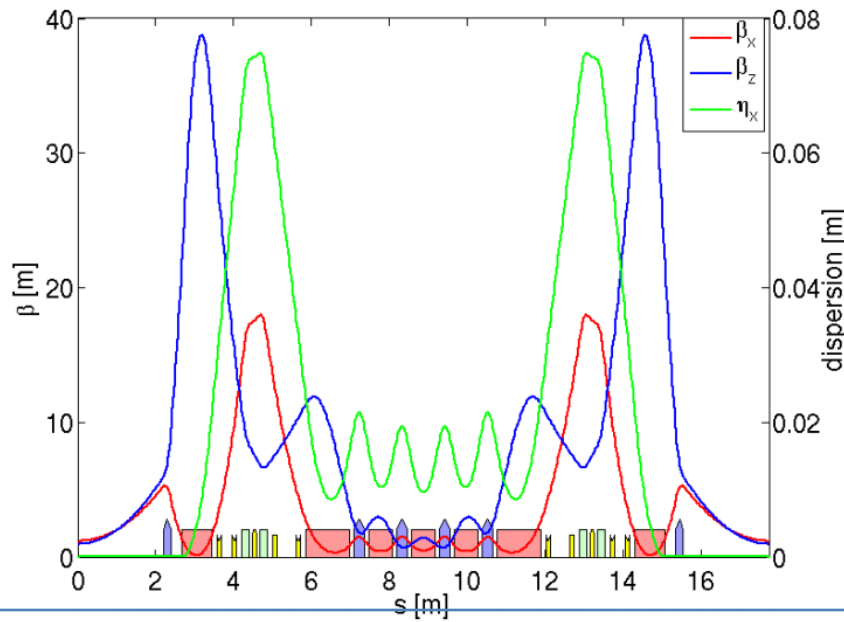
Lina HOUMMI

2 octobre 2019

Journées Accélérateurs Roscoff

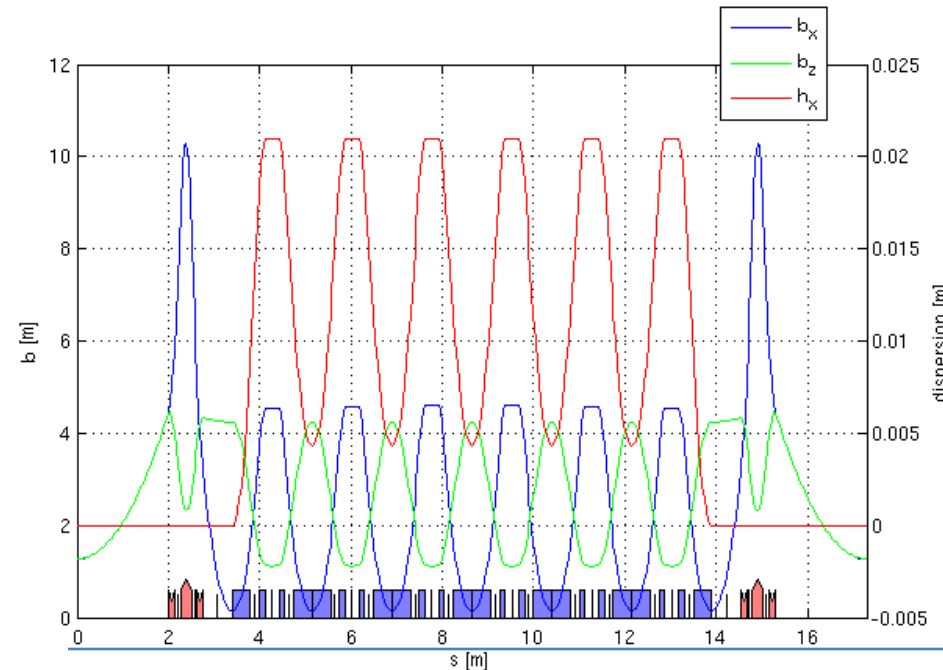


Comparaison linéaire et développement de mailles à émittance ultra faible



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



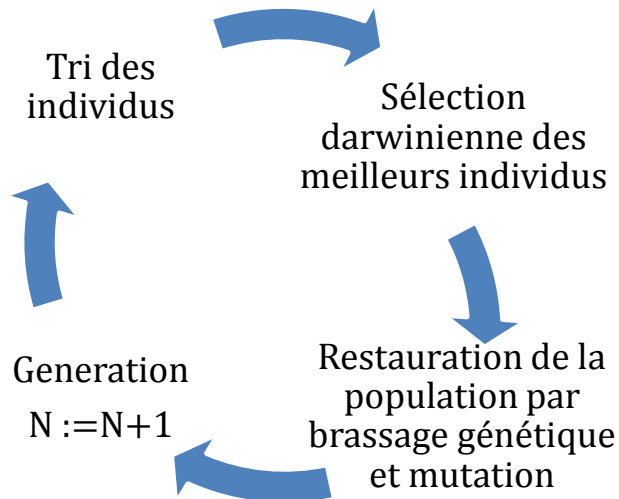
7BA HOA lattice proposal 2.75GeV 20-fold symmetry

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 :

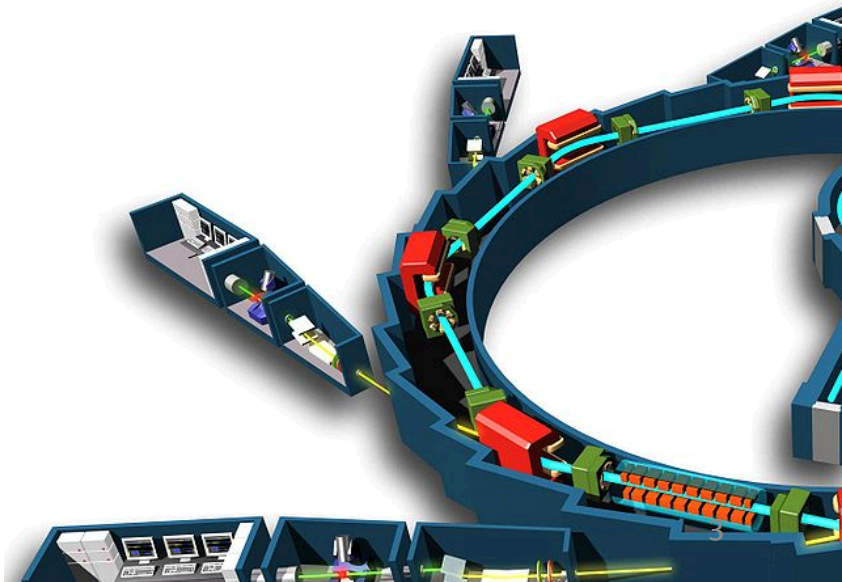


Contraintes

- 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

SFP = 'Stable Fixed Point' 
UFP = 'Unstable Fixed Point' 

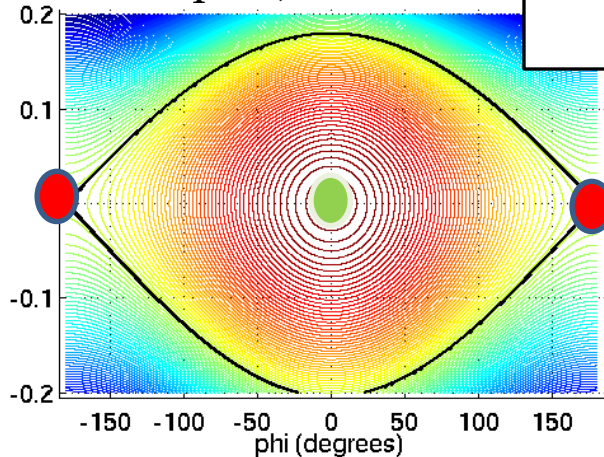
$$\alpha_c = \alpha_0 + 2\alpha_1\delta + 3\alpha_2\delta^2$$

$$\alpha_0 = 1,7E-4$$

$$\alpha_1 = 1,7E-4$$

$$\delta_{max} = 17\%$$

$$\delta_{min} = 20\%$$

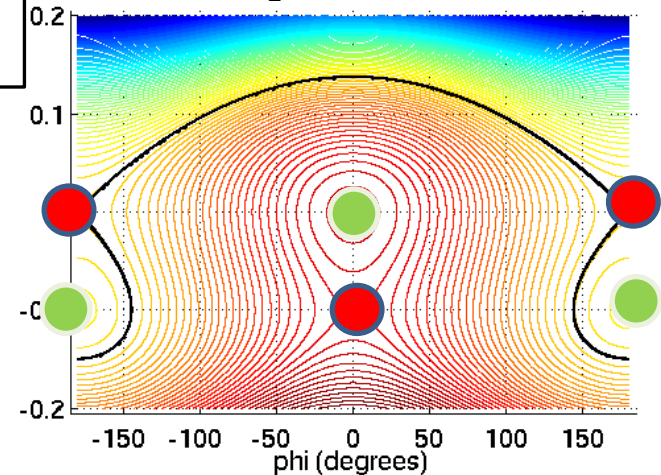


$$\delta_{max} = 13\%$$

$$\delta_{min} = 10\%$$

$$\alpha_0 = 1,7E-5$$

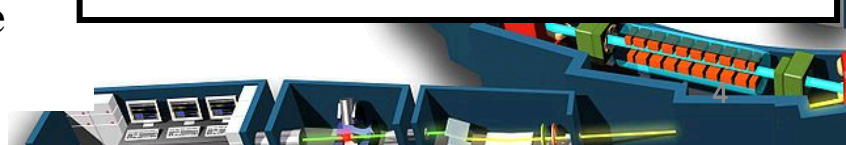
$$\alpha_1 = 1,7E-4$$



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.

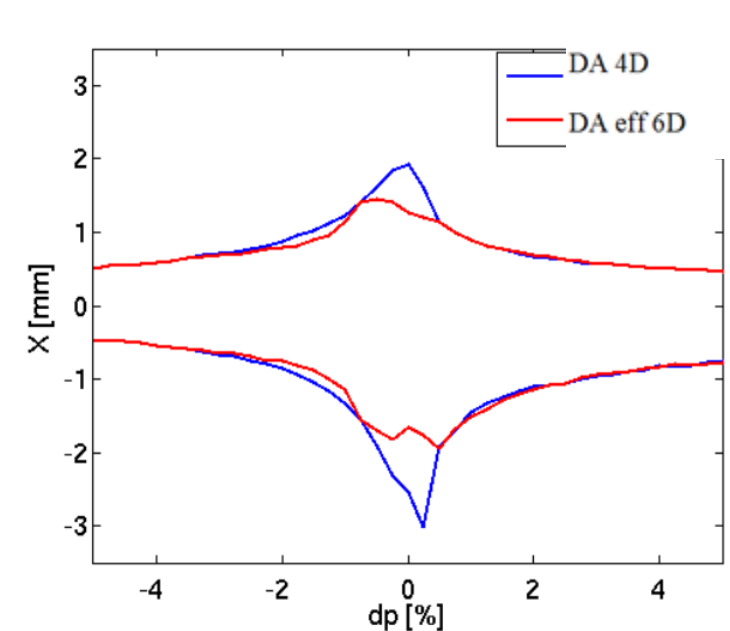
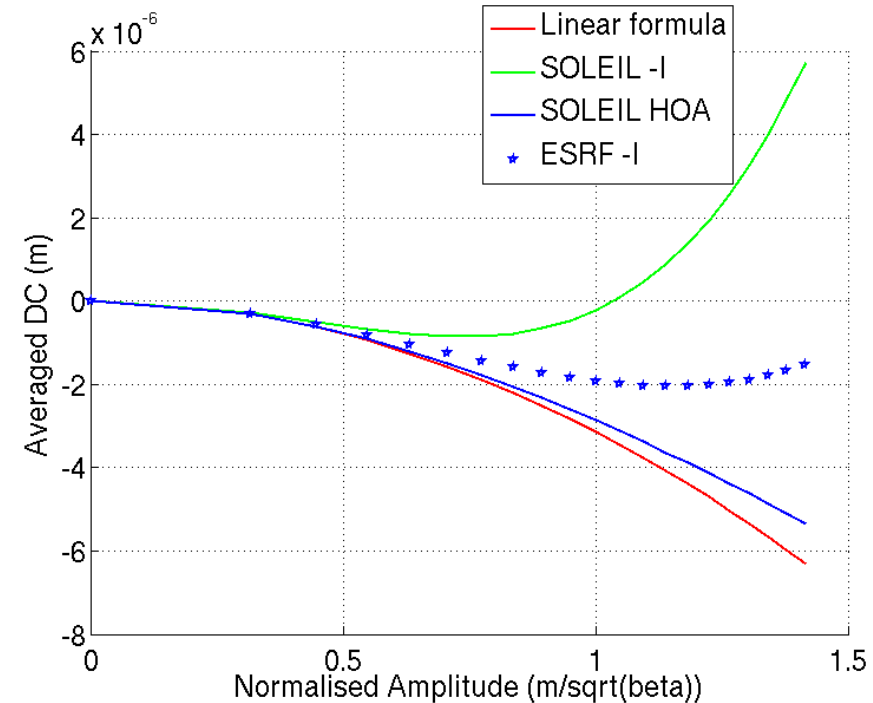


Figure 3: Horizontal dynamic aperture versus energy deviation at straight center with $\beta_x=1.3 \text{ m.rad}^{-1}$.

→ 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