Partage d'expérience
Code start2end

GDR APPEL

Journée Modélisation LWFA

Christelle Bruni

Projets PALLAS, THOMX, PERLE, TWAC

- Pourquoi des simulations ?
  - Conception
  - Tester/explorer des modèles physique
  - Comprendre un phénomène expérimental du comportement du faisceau
- Quels types de simulations ?
  - Enveloppe (que se passe t'il à 1 sigma)
    - Vlasov-Fokket-Planck
    - Matrice/Twiss
  - Tracking des particules (que se passe t'il pour chaque macro-particules)
    - Matriciel (kick)
    - Intégration des eq. Mouvement (PIC) sur des grilles
      - Runge Kutta
      - Boris
    - Effets collectifs (kick, ou eq. Mvt)
  - Interaction (LEL, CBS, LPA, …)

Mon expérience avec les codes

- Interaction laser à électrons libres et le couplage avec la dynamique longitudinales de l'anneau de stockage
  - Pas de code générique → développement à partir des équations de Sands + couplage intensité laser
  - Etude de dynamique non linéaire avec oscillateur forcé
- Conception pour ARC-EN-CIEL (ERL+LEL)
  - Codes existants mais interfaçage nécessaire
- Conception ThomX
  - Maille : Code existant (BETA, MadX : anneau; parmela :linac)
  - Ion cloud : code existant mais approximation pas applicable → développement
  - Effets collectifs : développements d'outils
    - entre anneau de stockage, et linac
    - Modélisation du CSR crucial

Connaitre les approximations

- Optique
  - Linéaire
  - Non linéaire – quel ordre ?
  - Champ de fuite
  - Carte de champ
- Tracking
  - Effets non linéaire → importance du start 2 end
    - Ex : ThomX, Pallas
  - Dans des structures accélératrices
    - Peu de développement analytique
    - Attention aux effets de variation de l'énergie
    - Ex : Perle, TWAC
  - Effets collectif
    - Ex CSR
  - Interaction : code spécifique (interfacage corrdonnées particules)

Tracking pour pallas

- Le code maison développé pour ThomX : Pourquoi ?
  - basé sur l'intégration de Lagrangien (thèse L. Nadolski)
  - Intégration de tous les ordres pour le dipole
  - Effets hors axes, chromatiques pris en compte
  - Tracking avec effets collectifs
  - Simulation rapide pour ce type de ligne
- Prise en compte du glissement longitudinal selon l'énergie
  - Souvent absent dans les code de type kick (ex. CSRtrack, impacT)
- Adaptation nécessaire pour certaines particules très divergence, hors axes, et hors énergie nominale
- Utilisé pour l'ERC Coxinnel
- Uniformisé l'input du fichier de particules avec un format type 'Astra'

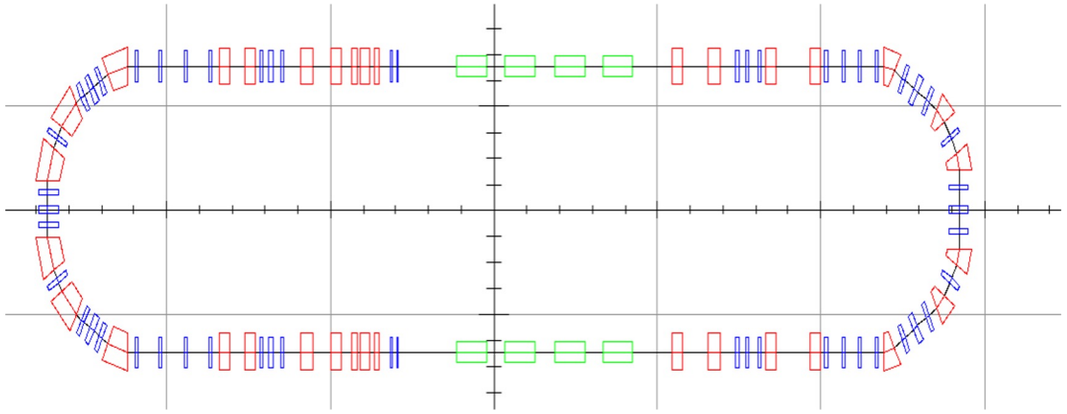
CODAL

→ **Direct Numerical Integration**
field maps

→ **Prior Integration**
'kick' method
transfer functions

ASTRA
(DESY)

Field Maps and Runge-Kutta differential equation resolution



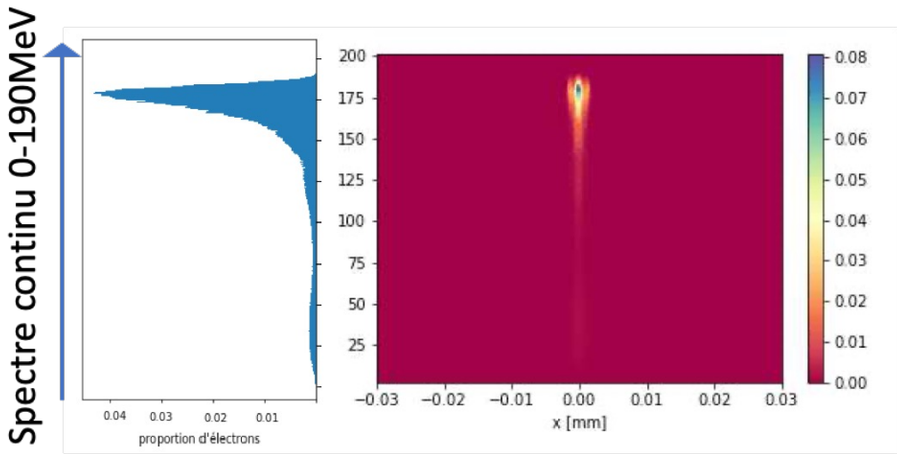
CODAL
(SOLEIL + IJCLab)

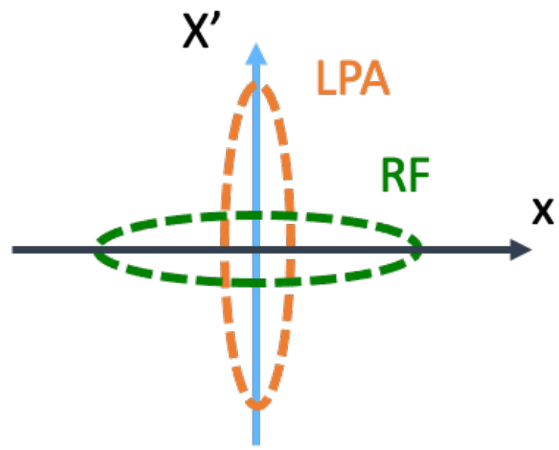
Hamiltonian Mechanics & Lagrangian based on L.Nadoski's work [1]

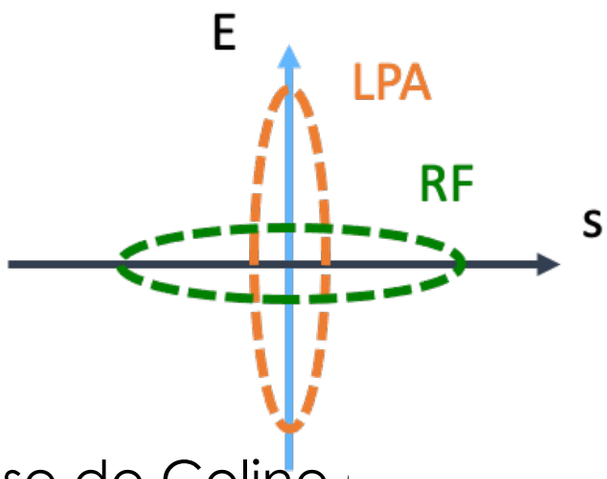
Laurent Nadolski. *Application de l'Analyse en Fréquence à l'Etude de la Dynamique des Sources de Lumière.* Theses, Université Paris Sud - Paris XI, July 2001.

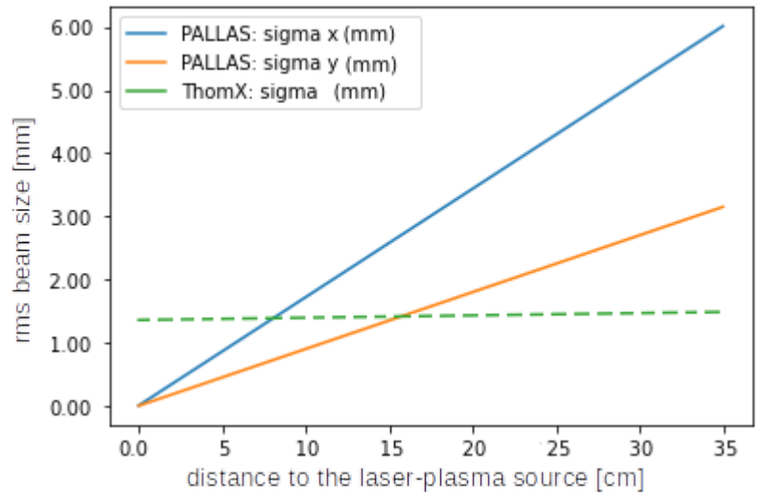
Définition de la particule nominale

Simulation PIC smilei









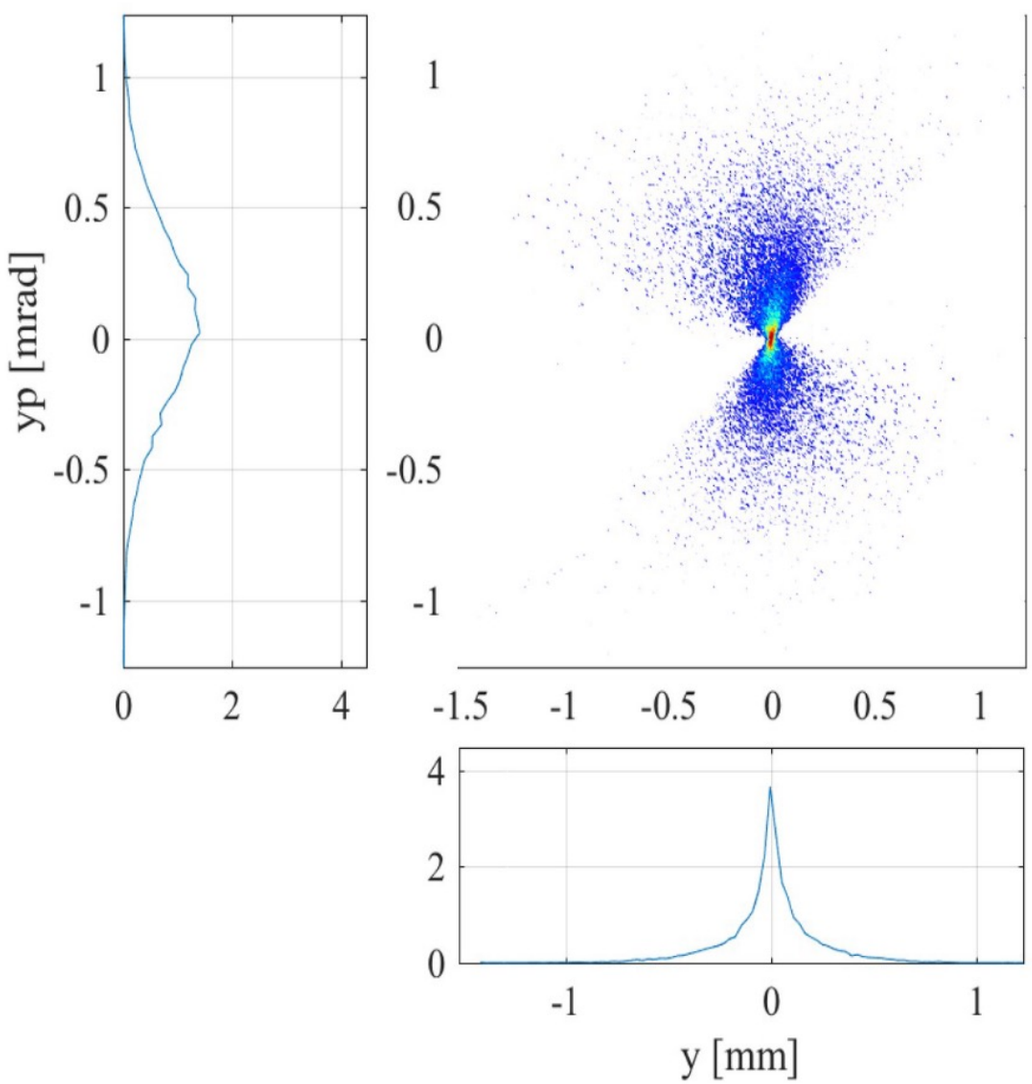
Thèse de Coline

Définition de la particule nominale

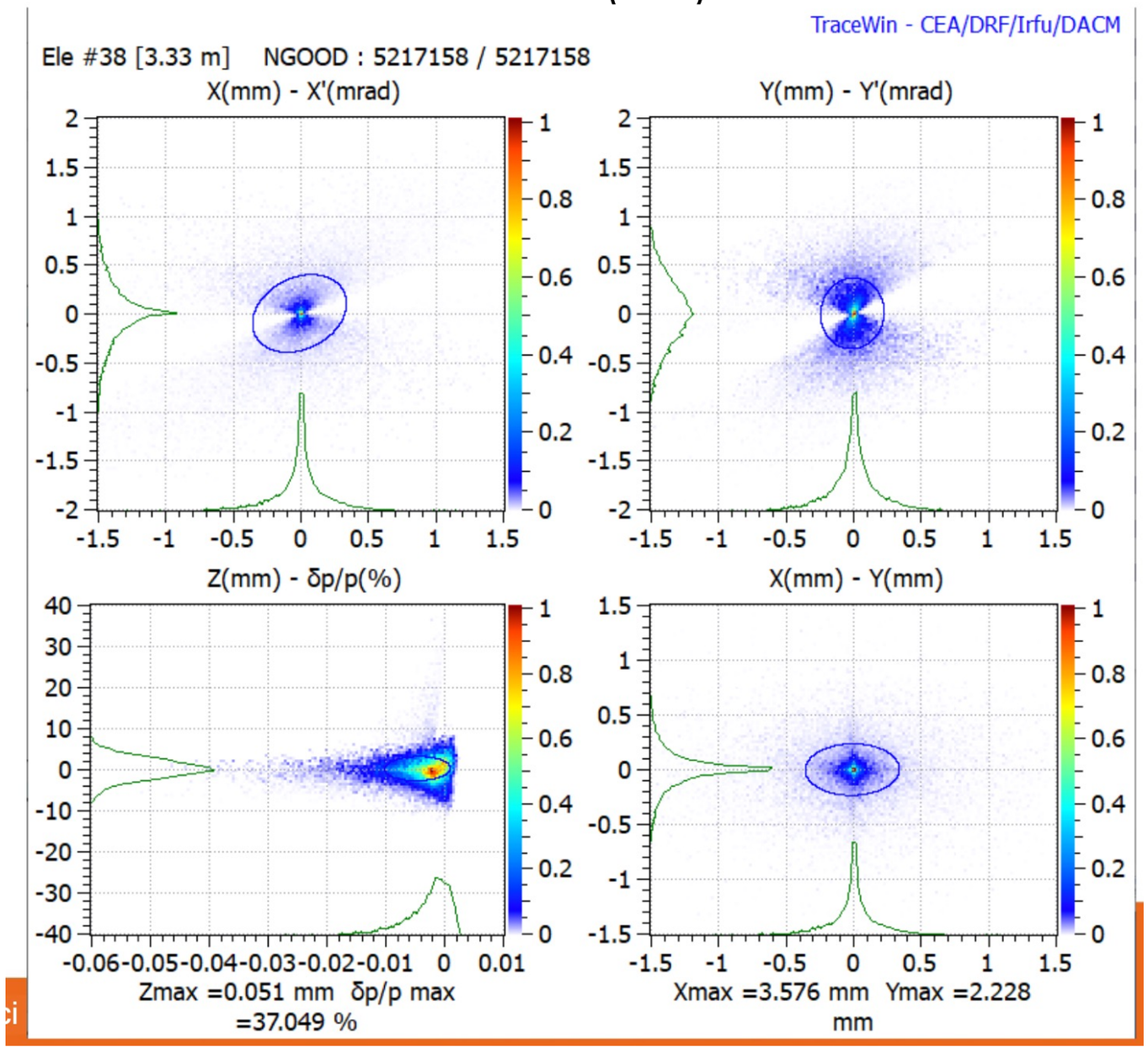
- Simulation start2end
  - Dynamique modifiée si on prend les valeurs d'enveloppe ou les distributions corrélées
  - Code PIC smeilei : poids différent des macroparticules
    - Pas compatible avec le calcul de la force de charge d'espace du code
    - Redistribution a été faites
      - Attention à conserver toutes les corrélations
- Définition de l'énergie nominale
  - Le plus de particule dans une bande d'énergie données
  - La plus proche de l'axe, et la moins divergente

Comparaison avec Tracewin - Pallas

CODAL (kick)



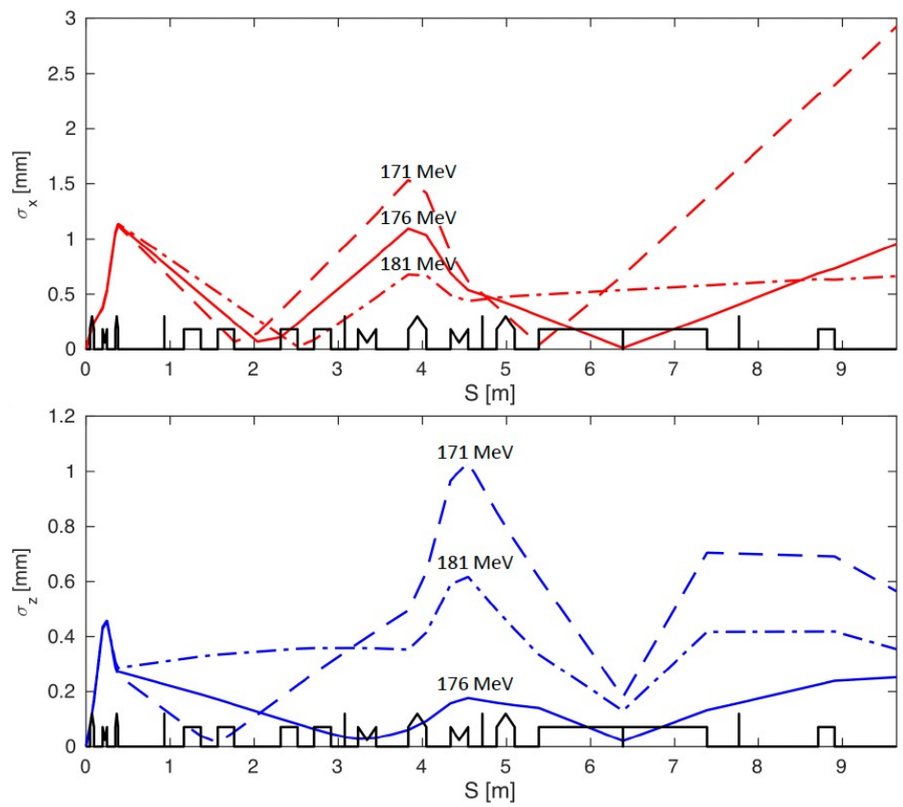
Tracewin (PIC)



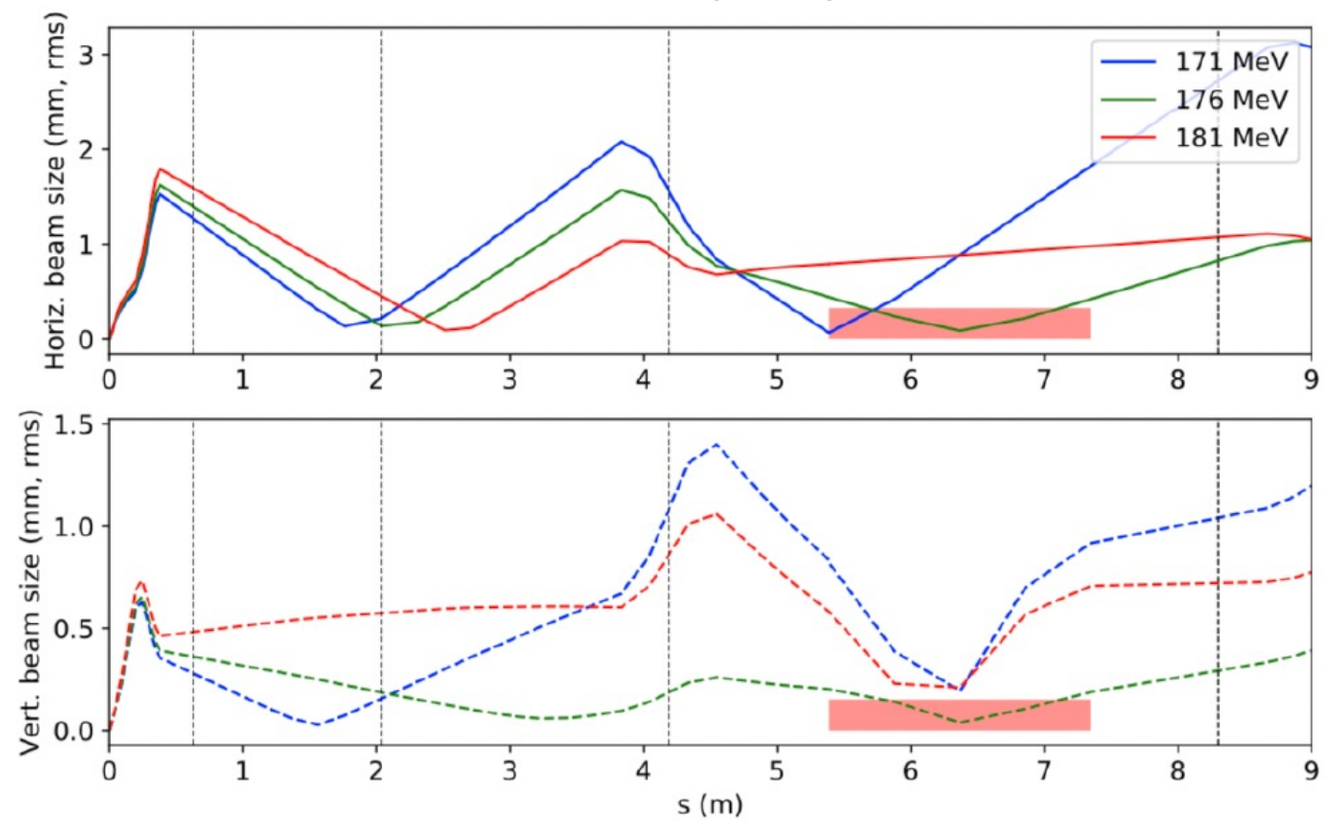
Courtesy of C. Guyot, 1 CEA

Coxinnel (homemade vs elegant)

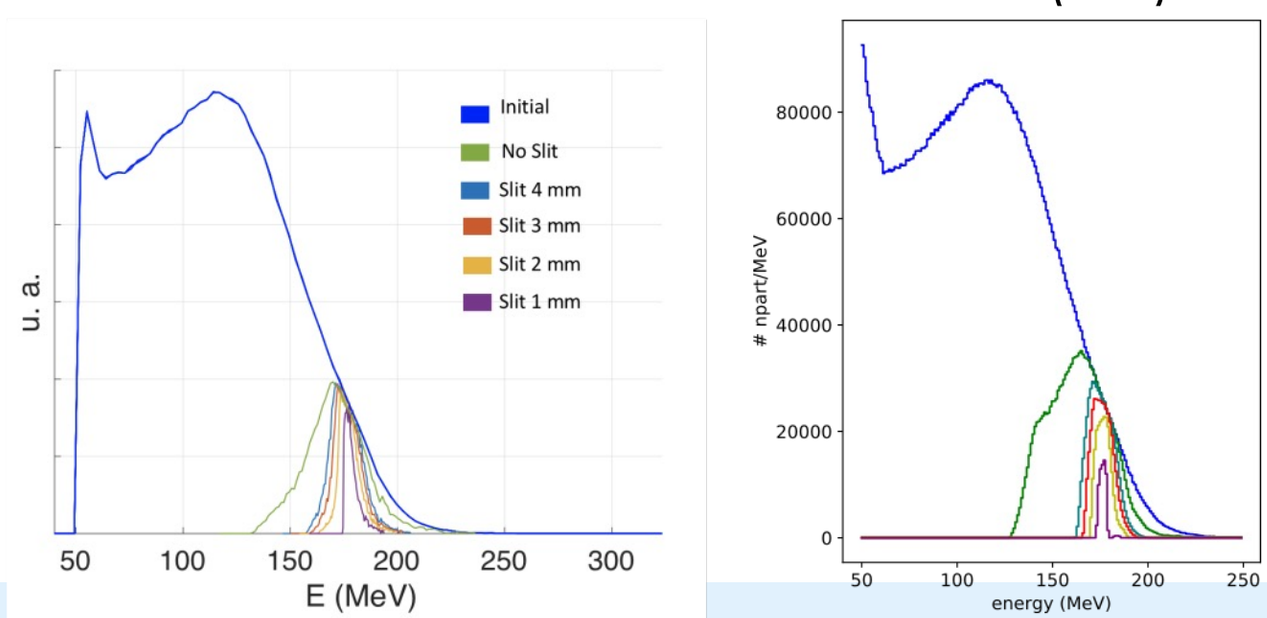
CODAL (kick)



ELEGANT (kick)



Effect of the COXINEL slit (in the center of the chicane) to the energy distribution for "home-made" BETA-based code (left) and ELEGANT (right)



Courtesy of E. Roussel

Code maison versus well-known

- Well-known ?
  - Méfiance sur les approximations
  - Toujours faire des tests de comparaison
    - Ex : couplage solénoide de MadX,
    - cavité accélératrice d'elegant
    - CSR track : glissement absent
    - Astra :
    - ....
  - Souvent, les sources ne sont pas accessibles, impossible de debugguer
- Home made
  - Moins accessible/utilisable pour un utilisateur
  - Les modèles sont connus, accessibles, modifiables, upgradable