

---

FOTPP : un code de simulation, Orienté Objet, de  
la canalisation d'électrons ultra relativistes

F. Touze

31 janvier 2011

## Canalisation d'électrons (ou de positrons) dans un cristal

- 1 Une particule pénétrant dans un cristal subit des interactions coulombiennes de la part des atomes.
- 2 Sous des conditions particulières (angle d'incidence rasante sur un axe du cristal...) la particule incidente "voit" les atomes alignés comme un "fil" produisant un potentiel linéique...
- 3 Un électron (par exemple) sera attiré par le potentiel de la rangée et s'enroulera autour de celle-ci dans un mouvement de rosette, avec un très petit rayon de courbure, provoquant l'émission d'un fort rayonnement.
- 4 Les photons émis pourront se matérialiser en paires : source de positrons

## le logiciel FOT : en fortran 77 (X. Artru)

1. code de simulation du rayonnement de canalisation, développé par Xavier Artru qui utilise la formule de Baier-Katkov (pour des champs non uniformes) pour la création des photons (voir X. Artru, NIM B48 (1990))

2. l'algorithme : équations de la dynamique

$$\vec{x}_k = \vec{x}_{k-1} + \vec{v}_{k-1} \cdot dt_{k-1}$$

$$\vec{p}_k = \vec{p}_{k-1} + \vec{F}(\vec{x}_{k-1}) \cdot dt_{k-1}$$

$$\vec{v}_k = \vec{p}_k / (m \cdot \gamma)$$

où  $\vec{F}(\vec{x}_{k-1})$  = force dérivant du potentiel cristallin

3. à chaque pas : les phénomènes physiques
  - émission de photons : Kumakhov (Canalisation)
  - Diffusion multiple :  $\vec{p}_k \leftarrow \vec{p}_k + \vec{Q}$
  - photons de Bremsstrahlung

## FOTPP: en c++ (G. Le Meur)

- 1 version c++ de FOT ( stage de Sandrine Berté)
- 2 avantages d'une programmation Orienté Objet :
  - souplesse, modularité
  - évolution (simulation pour différents types de cristaux)
- 3 utilisation de la STL (Standard Template Library) : strings, vectors,...
- 4 les COMMON Fortran "traduits" en classe c++
- 5 intégration dans le logiciel général **GEANT4** qui est c++ (motivation initiale), maintenant réalisée par Olivier Dadoun.

## Les classes

- class Fot : met en oeuvre la simulation de la canalisation
- class Crystal : caractéristiques du cristal
- class Evenement : traitement d'une particule
- class Particule : paramètres d'une particule (position,vitesse,...)
- class ParticleCollection : gestion d'une liste de particules
- class Photon : creation d'un photon émis par une particule se déplaçant dans le cristal
- class PhotonCollection : gestion d'une liste de photons
- class Lindhard : calcul du potentiel et force de Lindhard
- class Snake : modelise la trajectoire de la particule dans le cristal et gère l'émission des photons
- class BremsStrahlung : contrôle l'émission de photons bremsstrahlung
- class RunParameters : données en entrée du programme

## comparaison de FOT et FOTPP

