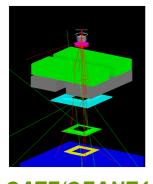
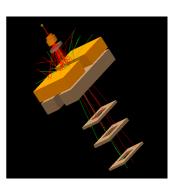


Validation de GATE/GEANT4 pour la radiothérapie externe





GATE/GEANT4

BEAMnrc

Yann PERROT

Laboratoire de Physique Corpusculaire Clermont-Ferrand

perrot@clermont.in2p3.fr











Validation de GATE/GEANT4



Plateforme de Calcul pour les Sciences du Vivant

GATE/GEANT4

- > Performances de GEANT4 pour la physique médicale
- > Applications à la dosimétrie

Validations de GATE/GEANT4

- Grandeurs dosimétriques de base
- Validation en conditions cliniques
 - milieu homogène
 - milieu hétérogène

Conclusions

GATE/GEANT4 pour la physique médicale



- Physique médicale : besoins exigeants
- constat GEANT4 6.1 : « GEANT4 is unsuitable for simulations where electron disequilibrium exists » E. Poon
- Validation des deux packages de processus EM:
 - Standard et Low Energy
 - Deux jeux de sections efficaces différentes
 - Mais même modèle de diffusion multiple
- Développement des méthodes de tracking, des modèles de diffusion multiple, de navigation (milieux voxelisés)
- Simulations à basse échelle (énergie, géométrie)
 G4 DNA Project

GATE: applications en dosimétrie

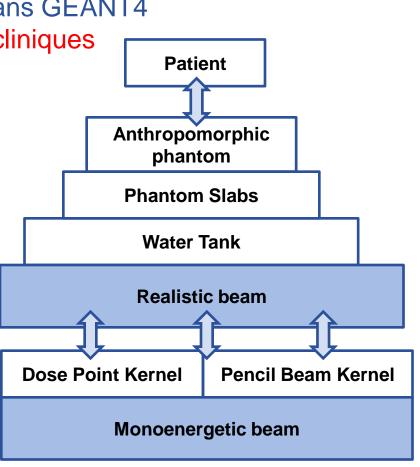


Plateforme de Calcul pour les Sciences du Vivant

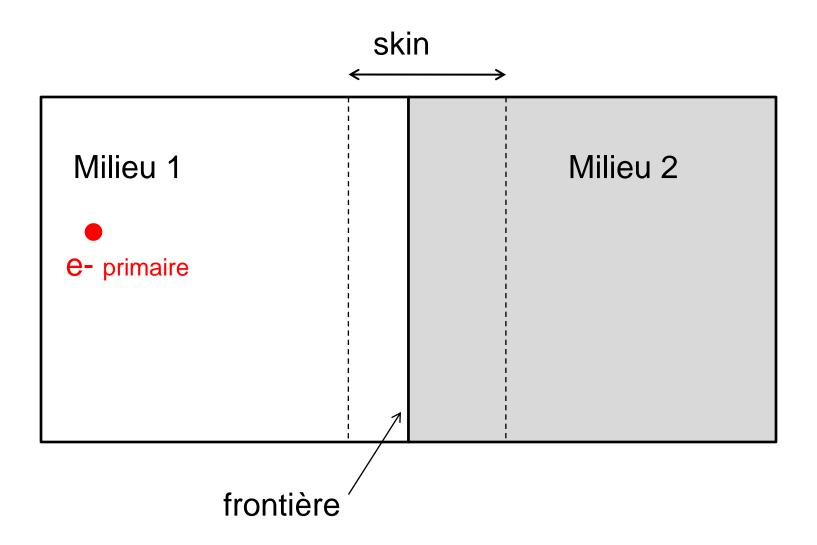
 Besoin de validation : étude de la déposition de dose par les faisceaux externes d'électrons

 Mécanismes de transport des électrons dans GEANT4 inadapté aux applications dosimétriques cliniques

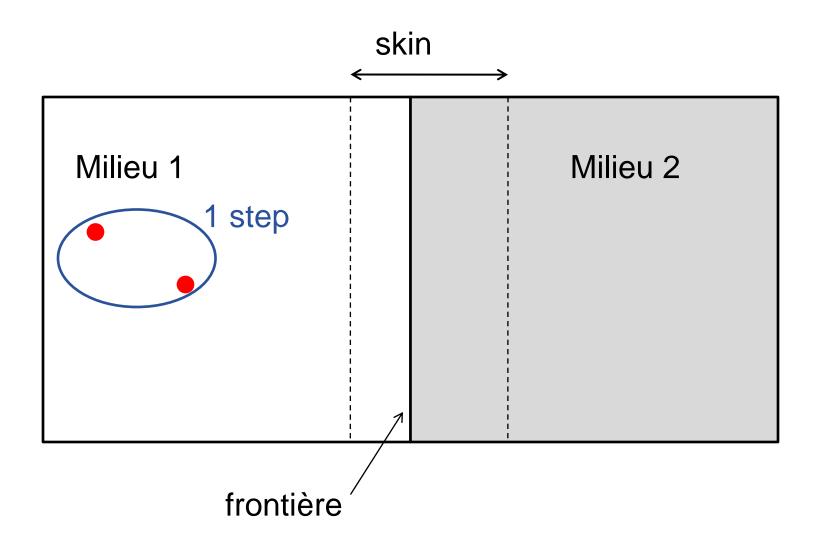
- modèle de traversée des frontières
- algorithme de diffusion multiple
- Buts:
 - valider GATE/GEANT4 pour la dosimétrie
 - réaliser la simulation d'un traitement de radiothérapie réaliste



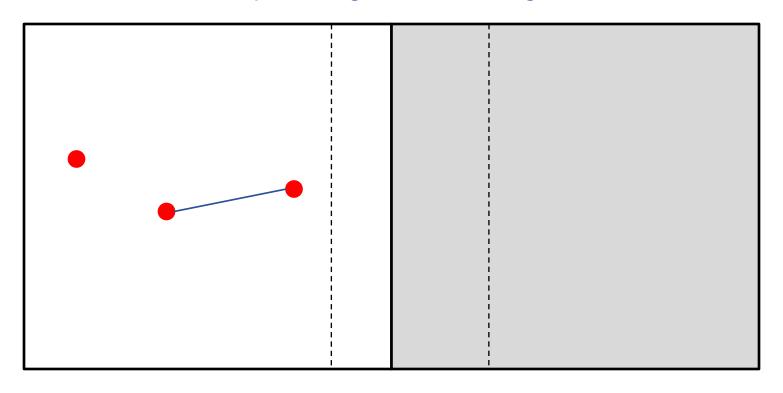








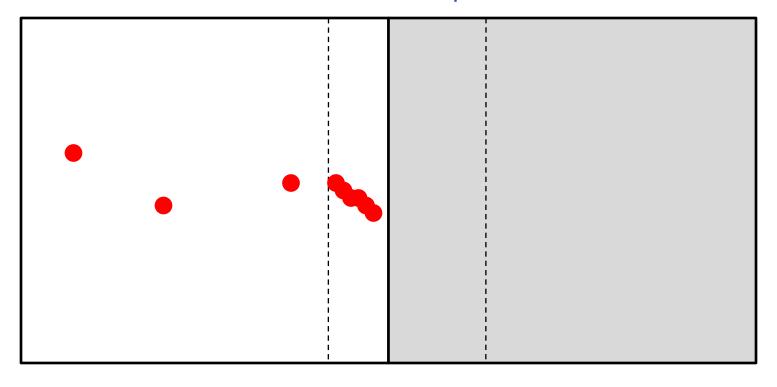
Step < Range*dRoverRange



Contraint le step à une fraction du pouvoir d'arrêt

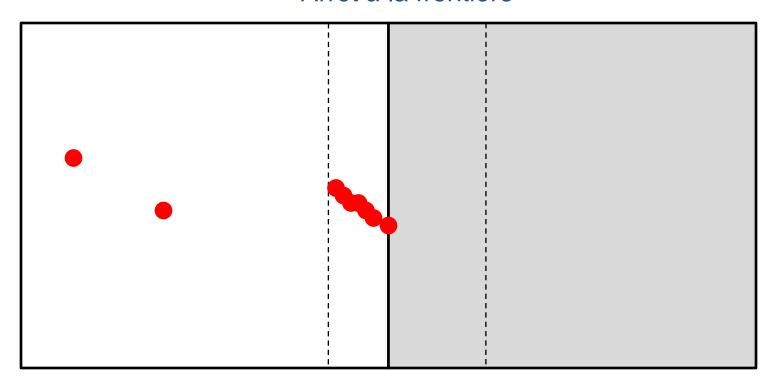


Diffusion simple

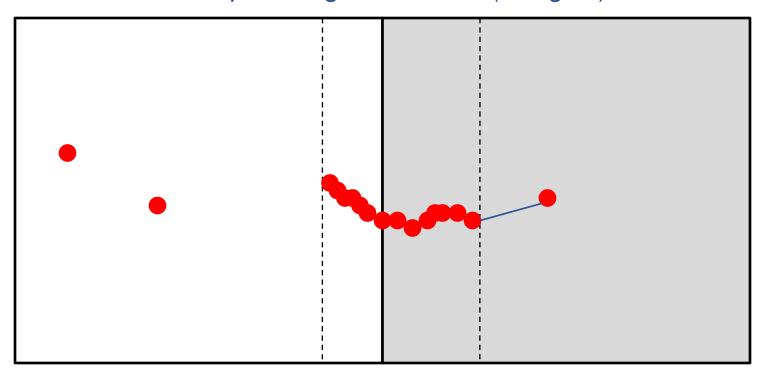




Arrêt à la frontière

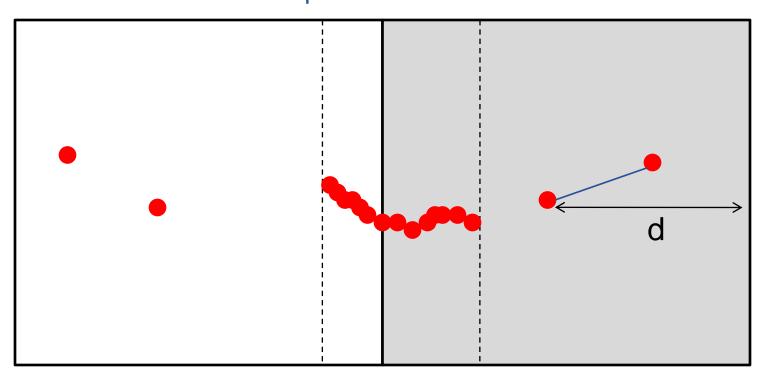


Step = RangeFactor*max(Range,λ)



Evite premier « grand » step dans un nouveau volume

Step = d / GeomFactor



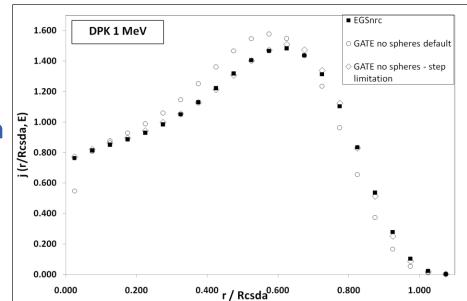
Assure un nombre minimum de steps dans un volume

Validation de GEANT4: Points kernels

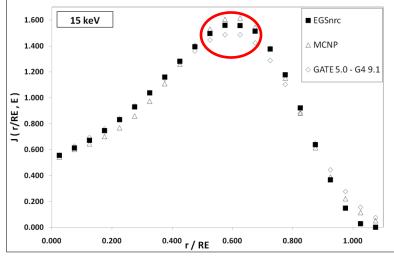
en électrons

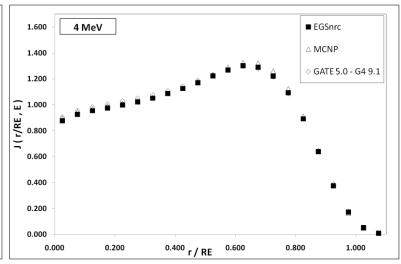


- GEANT4 < 9.1 : appliquer limitation de step
- À partir de G4 9.1 : limitation de step intrinsèque au modèle de diffusion multiple par défaut





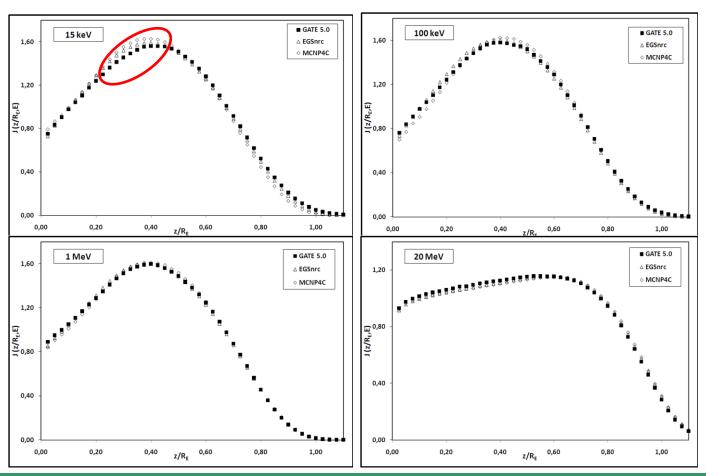


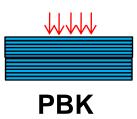


Validation de GEANT4: Pencil Beam kernels en électrons



- Validation des Pencil Beam Kernels GEANT4 en électrons de 15keV à 20MeV
- Résultats comparables aux codes MC EGSnrc et MCNP4C

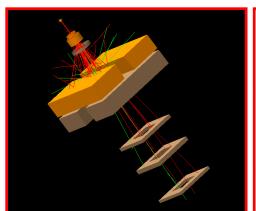


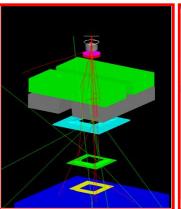


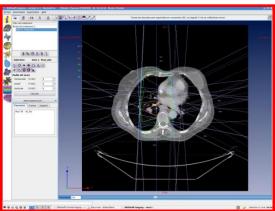
Validation de GEANT4: Faisceaux d'électrons

Plateforme de Calcul pour les Sciences du Vivant

- Modélisation du faisceau d'électrons issu d'un accélérateur médical : Varian Clinac 2100C - 6MeV et 20MeV
- Modélisation du patient/fantôme
- Validation de la physique : comparaisons des distributions de dose









EGSnrc

GATE

Isogray (Penelope)

Mesures expérimentales

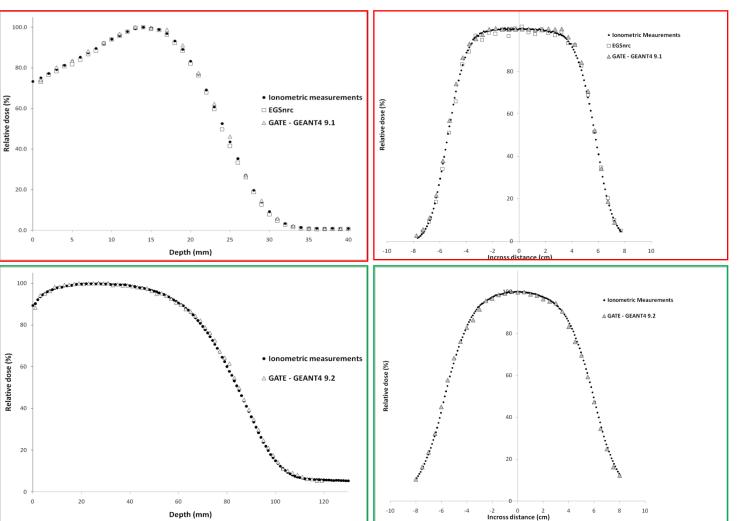
Réaliser une dosimétrie réaliste en milieu voxelisé

Dosimétrie en milieu homogène



Plateforme de Calcul pour les Sciences du Vivant

Validation du modèle de faisceau



6MeV

Rendement en profondeur et profil à la profondeur R85

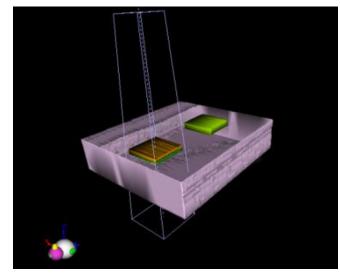
20 MeV

Rendement en profondeur et profil à la profondeur R85

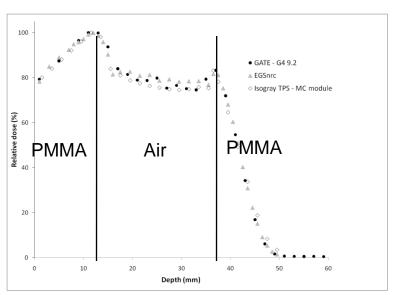
Dosimétrie en milieu hétérogène - 1

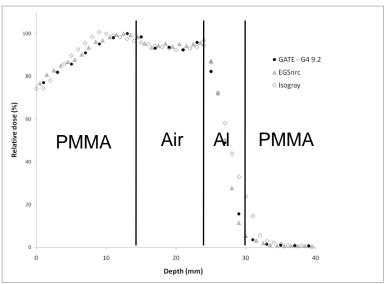


- Etude de l'algorithme de transport des électrons ⇒ étude à l'interface de 2 milieux
- Irradiation fantôme hétérogène



Isogray screenshot





Dosimétrie en milieu hétérogène - 2

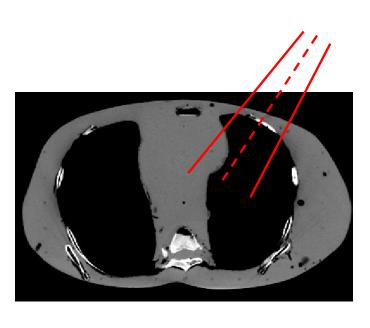


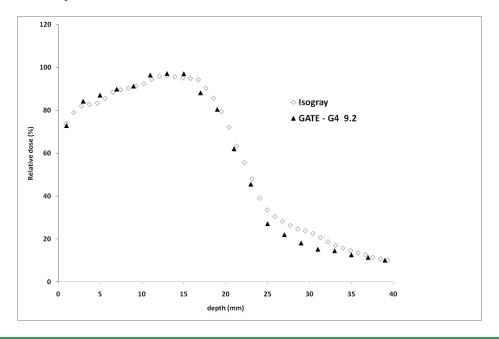
Plateforme de Calcul pour les Sciences du Vivant

- Simulation d'une irradiation thoracique du fantôme RANDO
- Electron 6MeV, DSP 108 cm, champs 5x7cm²
- Comparaisons GATE/GEANT4 vs Isogray



En cours : mesures TLD LiF, comparaison vs EGSnrc





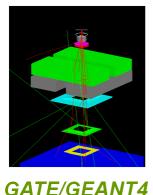
Conclusions

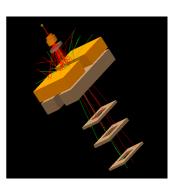


- Application en dosimétrie : validation indispensable
- Validation GATE/GEANT4 électrons :
 - > Points Kernels: 15keV à 4MeV
 - Pencil Beam Kernels: 15 keV à 20 MeV
 - Faisceaux réalistes : cuve à eau → plaques → RANDO
- Limitation de step cruciale pour des applications cliniques : choix tracking, diffusion multiple, voxelisation
- Etude détaillée de la physique : fournir les paramètres optimaux aux utilisateurs



Validation de GATE/GEANT4 pour la radiothérapie externe





BEAMnrc

Yann PERROT

Laboratoire de Physique Corpusculaire **Clermont-Ferrand**

perrot@clermont.in2p3.fr









