

# Étude sur la résolution d'un détecteur pour le FCC

*Florian Bauer, Laurent Chevalier*  
*16 juin 2015*

Optimisation d'un trajectographe :

3 paramètres fondamentaux :  $B$ ,  $L^2$  et résolution des senseurs.  
(suivis de  $X_0$ , layout des services et autre contraintes)

Spectromètre muons d'ATLAS :

$0.5T$ ,  $(4m)^2$ ,  $40\mu m$  donnent 10 % résolution pT à 1TeV

Fcc-pp : 10 % résolution pT à 10 TeV.

$6T$ ,  $(4m)^2$ ,  $40\mu m$  devrait suffire

Mais champs solénoïdal se détériore rapidement avec  $\eta$ ..

## Ingrédients de l'étude

### IDRES :

- Utilisation du logiciel IDRES, écrit pour le ID d'ATLAS

Input : - 2 cartes de champs magnetique 2D

a)  $B_z$  dans le plan RZ

b)  $B_R$  dans le plan RZ

- description des détecteurs en 2D pour 1/4 du plan transverse

Output : résolution pt,  $z_0$ ,  $d_0$  en fonction de  $\eta$

distribution de  $x_0$  en fonction de  $\eta$

Plot dans le langage R (free software GNU) et non ROOT.

Logiciel simple d'utilisation pour des études grossières.

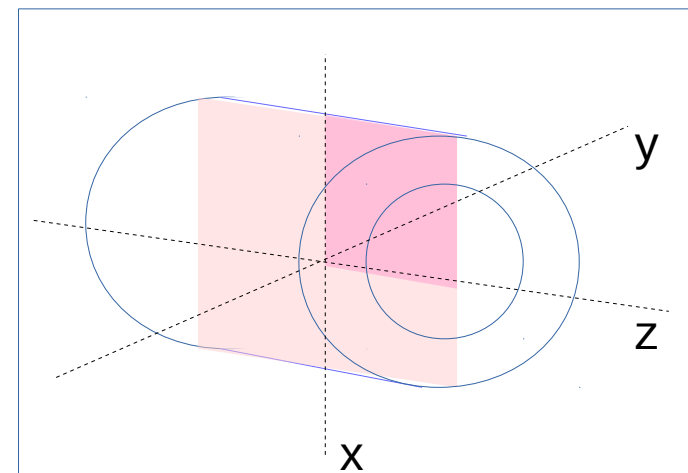
Le top serait de passer en 3D. Mais pour l'instant, le 2D devrait suffire.

### Cartes de champ magnetique :

– fournies par Matthias Mentink (groupe autour de ten Kate au CERN)

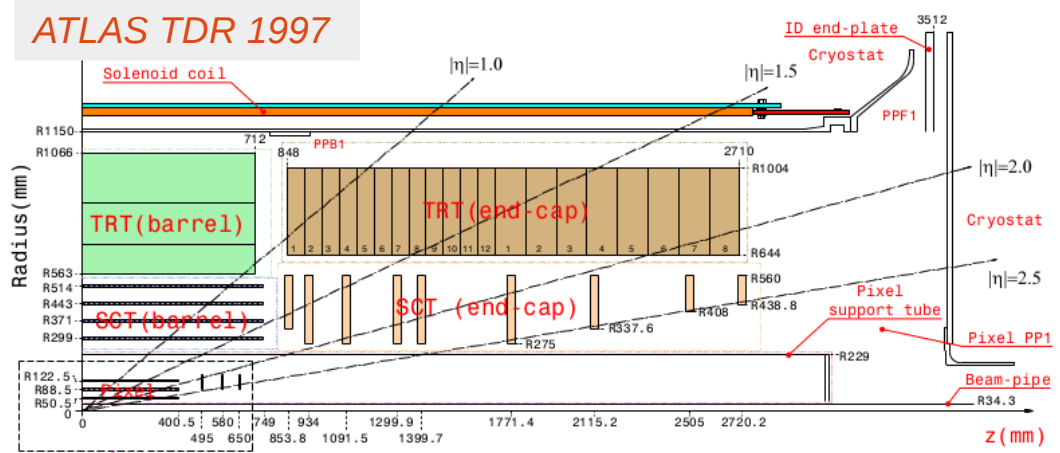
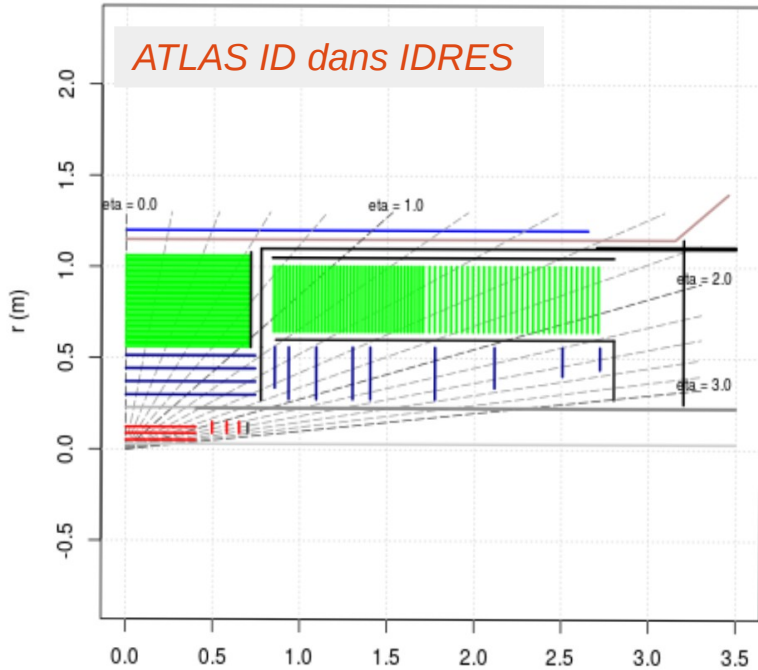
qui étudie la solution twin solénoïde et dipôle

Production de cartes 2D ou 3D.



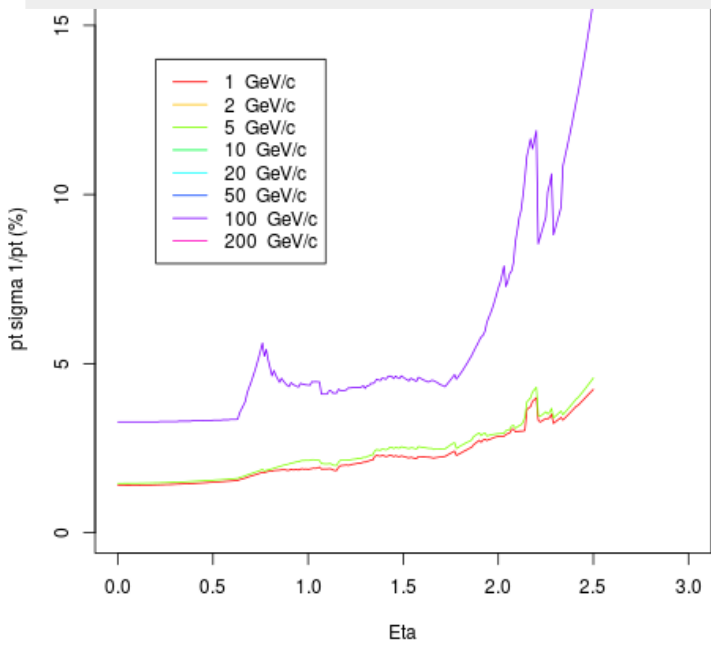
*IDRES : description 2D pour 1/4 du plan transverse*

# Test d'IDRES pour la configuration ATLAS

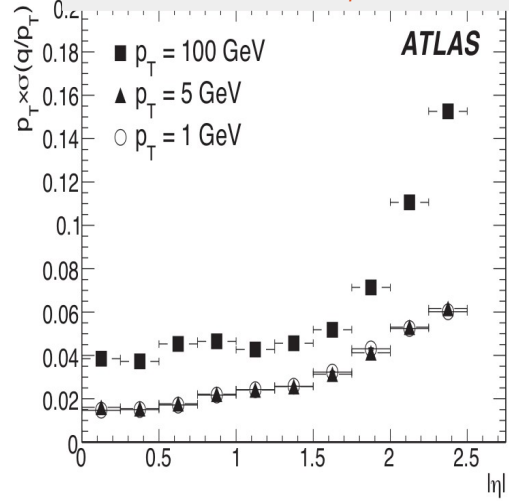


Première chose a faire avant d'utiliser IDRES :  
 Reproduire ATLAS  
 Les plots de résolution pt, z0, d0 et X0 coïncident avec ceux issues des papiers performance.  
 → Ok on peut continuer l'étude

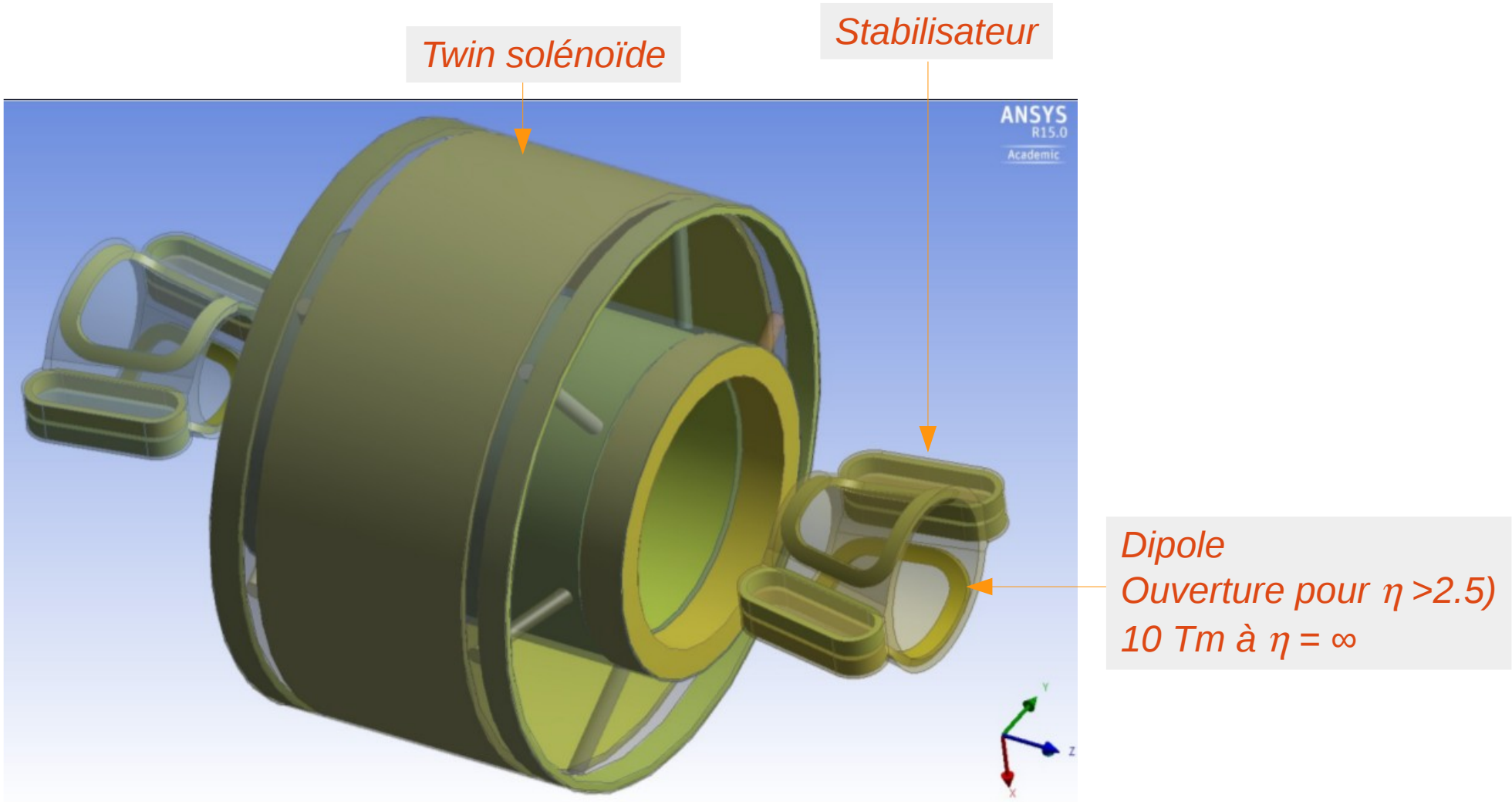
IDRES : ATLAS  $\sigma_{pt}/pt$  pour 1,5,100 GeV



CSC : ATLAS  $\sigma_{pt}/pt$  pour 1,5,100 GeV

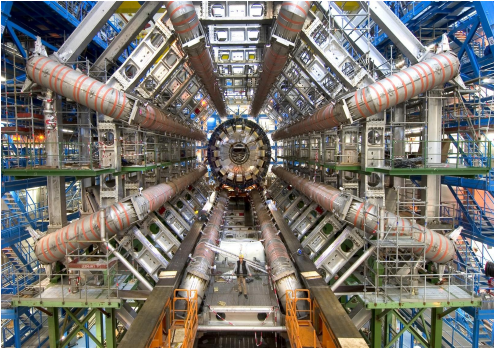
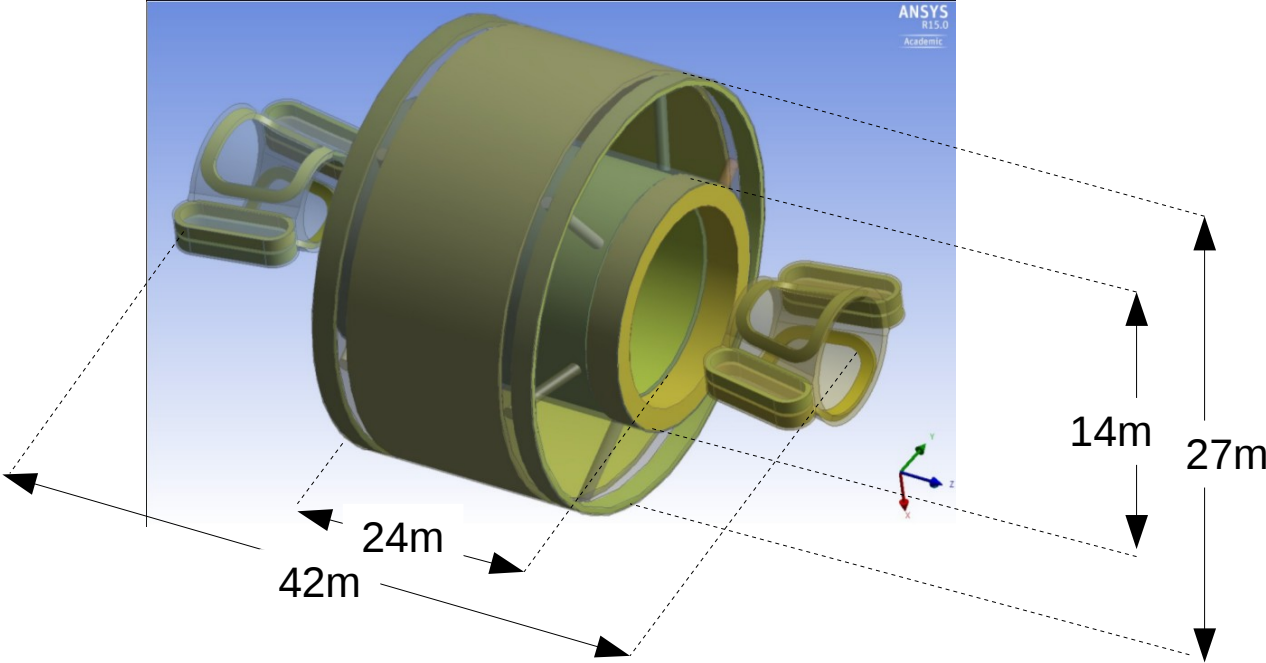


# Solution préliminaire pour les aimants

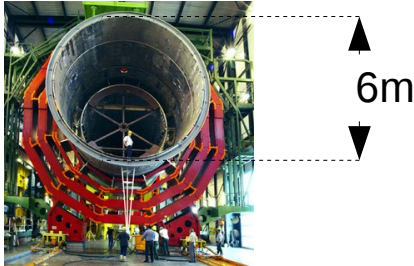


Un dipôle casse la symétrie en RZ, qui est implicitement assumée dans IDRES.  
→ dans IDRES il faut étudier deux plans XZ ( $B_{\text{dipole}}$  maximal) et YZ ( $B_{\text{dipole}} \sim 0T$ )

# Petite comparaison en passant



*Toroide Atlas : 20.5m x 25m*



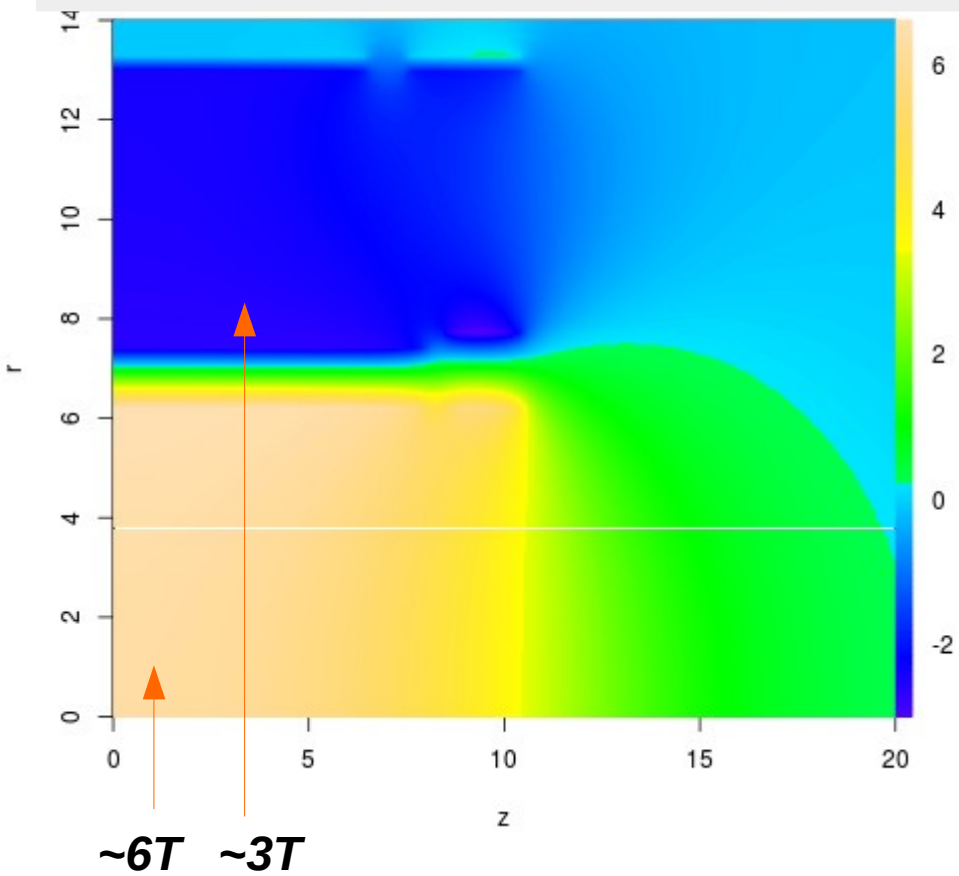
*CMS : 15m x 22m*

## Cartes de champs magnétique

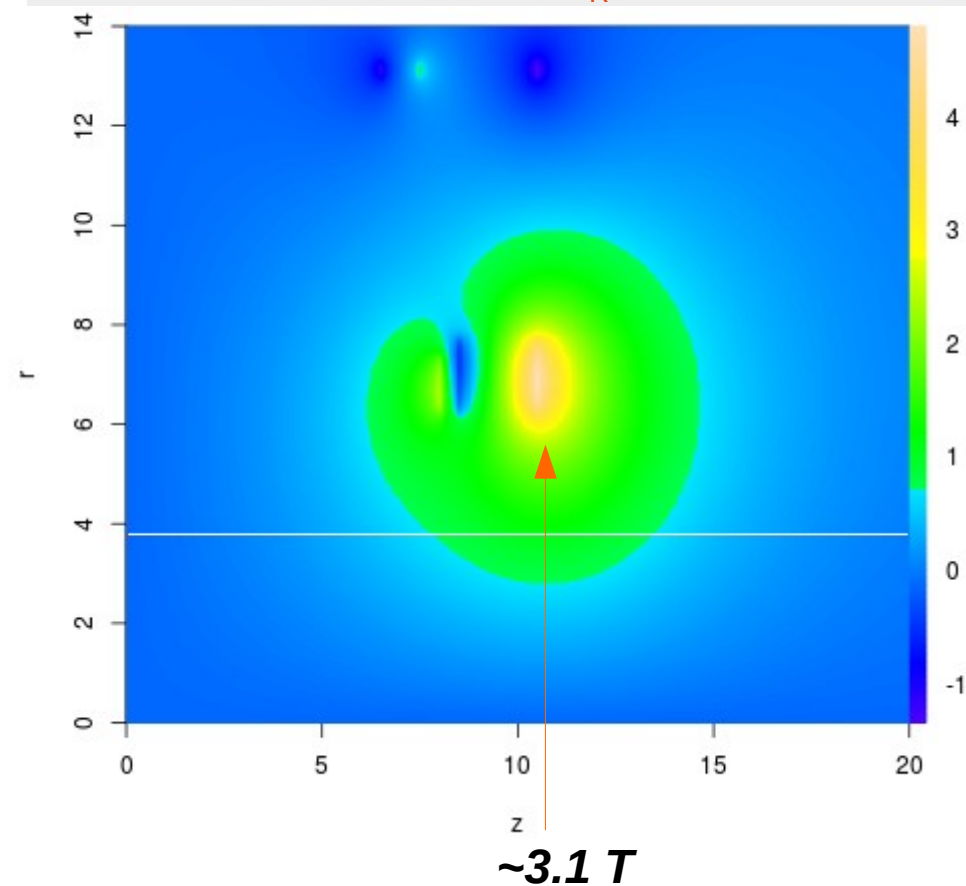
Deux cas ont été étudiés :

- Twin solenoid only
- Twin + Dipole

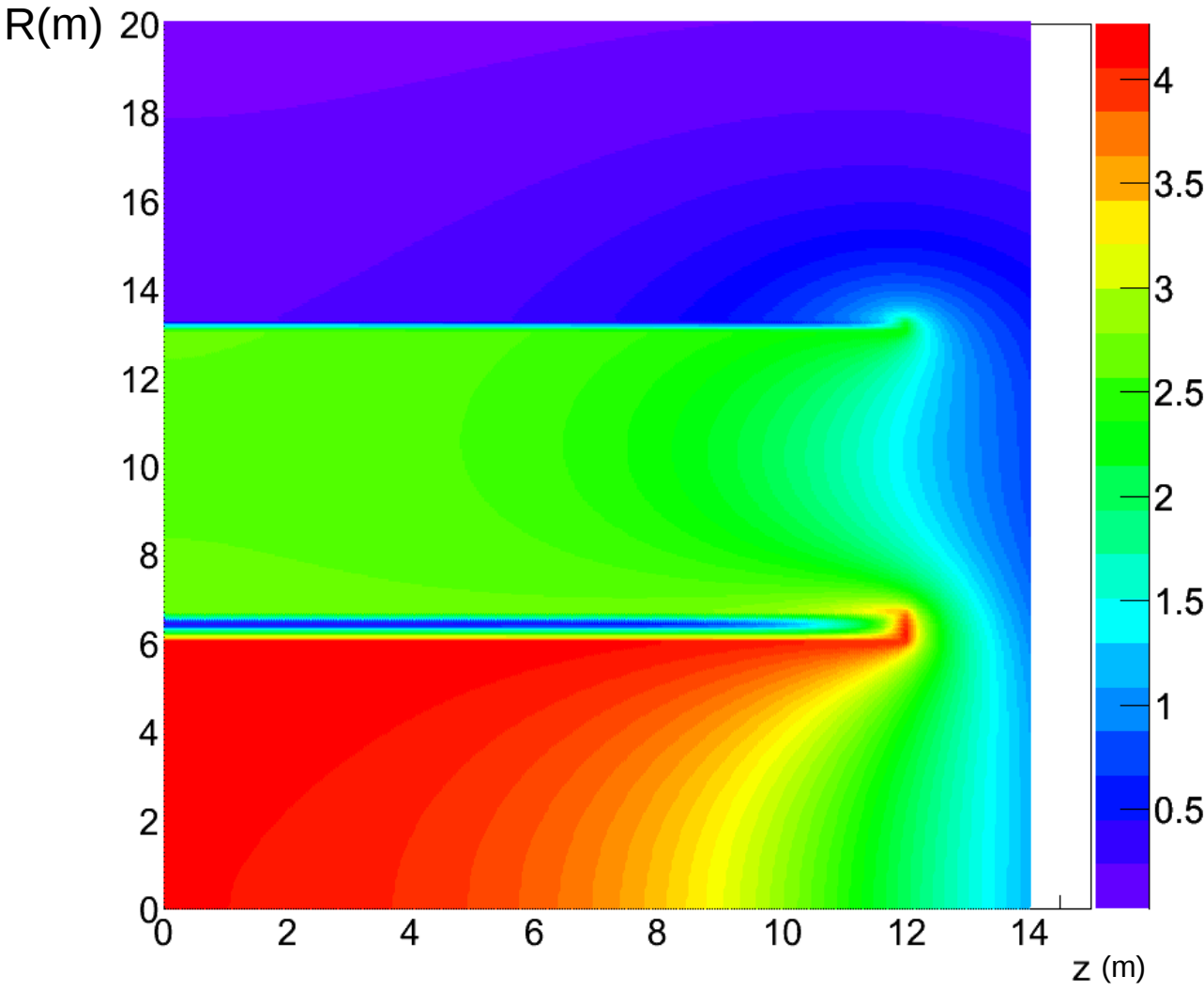
(1a) Twin solenoid only,  $B_z$  en projection RZ



(1b) Twin solenoid only,  $B_R$  en projection RZ



# Cartes de champs magnétique made in Saclay



Program from Guy Aubert  
exemple :

Solenoid 1 : R1= 6m R2= 6.7m Z1=12m  
Solenoid 2 : R1=13m R2=13.3m Z2=12m  
Curent density  $r_j=0.08$  (8A/mm<sup>2</sup>)

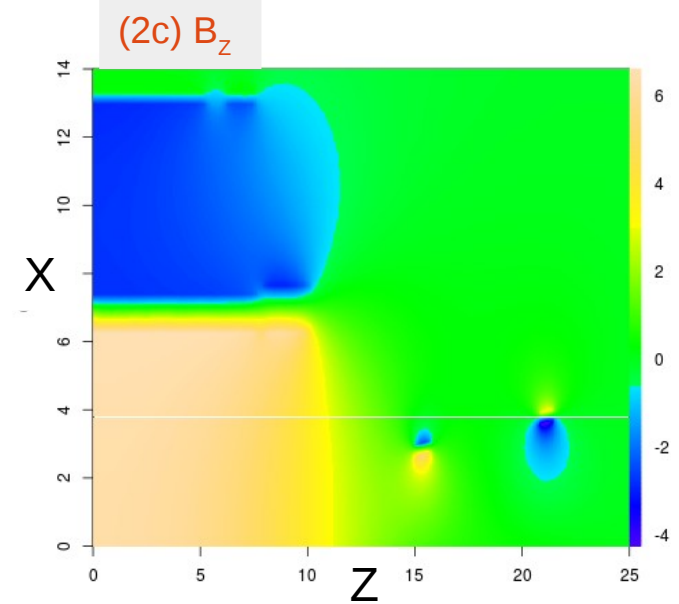
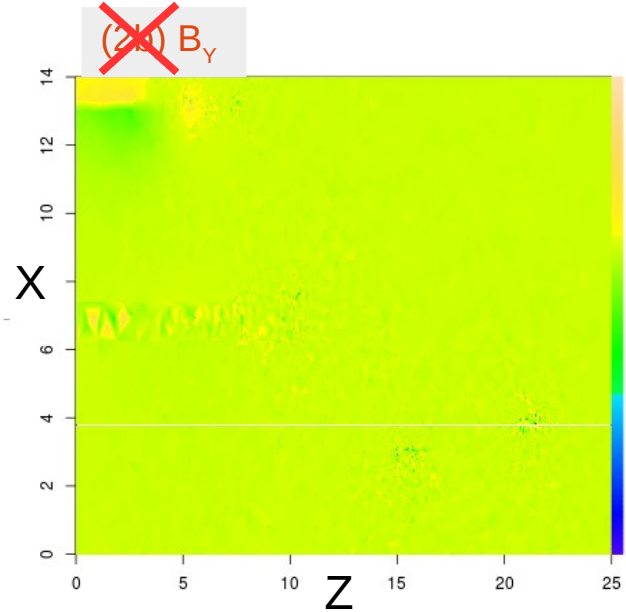
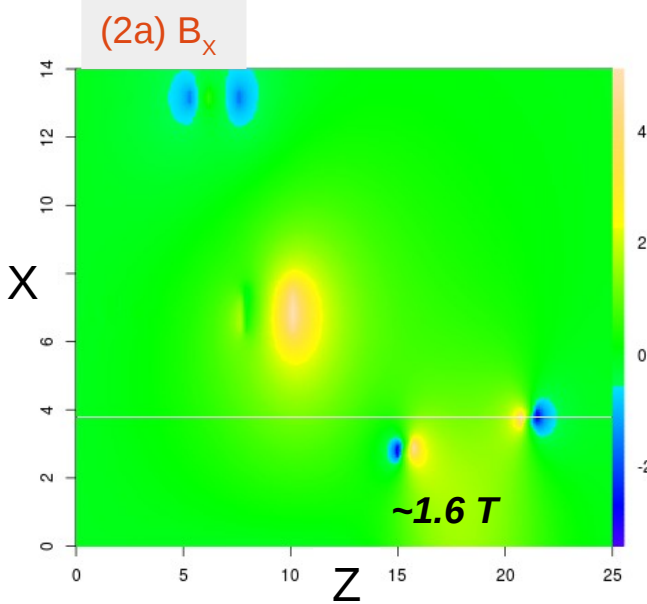
- Calcul de champ facilement interfaçable
- Utilise la cernlib
- Rapide ( $\sim 10^{-7}$ s/call)

Étape suivante :  
Désaxer les solénoïdes  
Calcul 3D

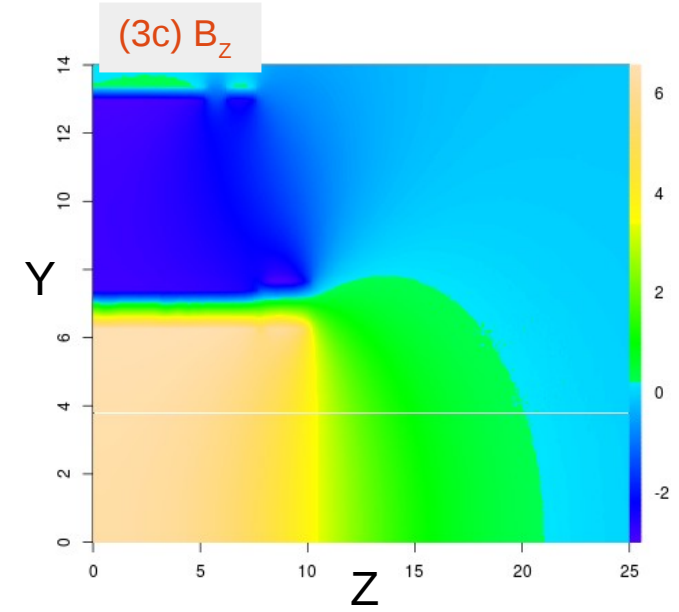
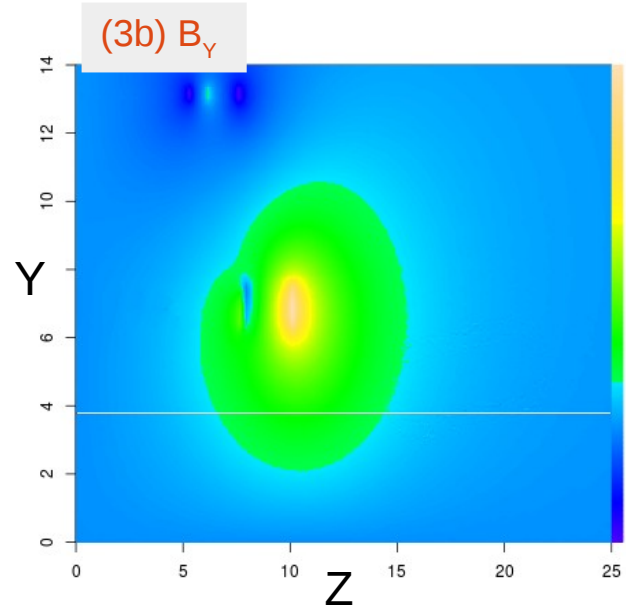
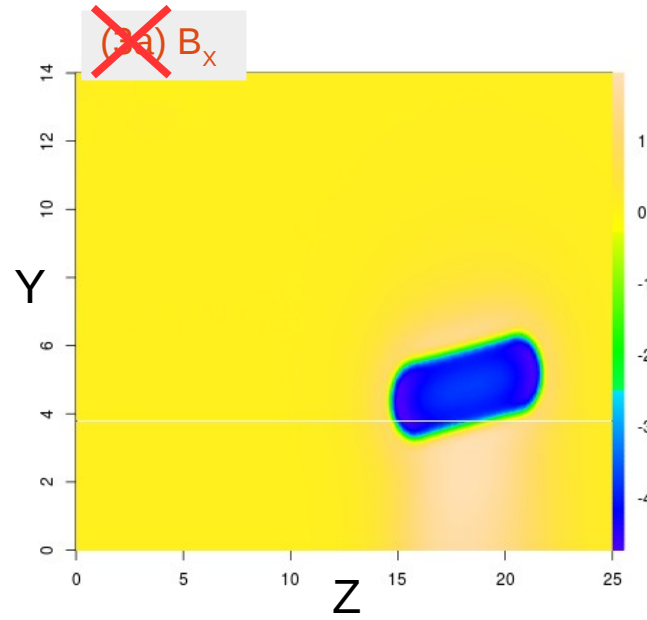
*Calcul non utilisée dans cette étude  
(pour l'instant..)*



### Twin + Dipôle, plan XZ



### Twin + Dipôle, plan YZ



~~X~~ composante de champs qui ne peut être pris en compte dans IDRES

# Twin only

Configuration du layout dans IDRES assez simple.

Exemple :

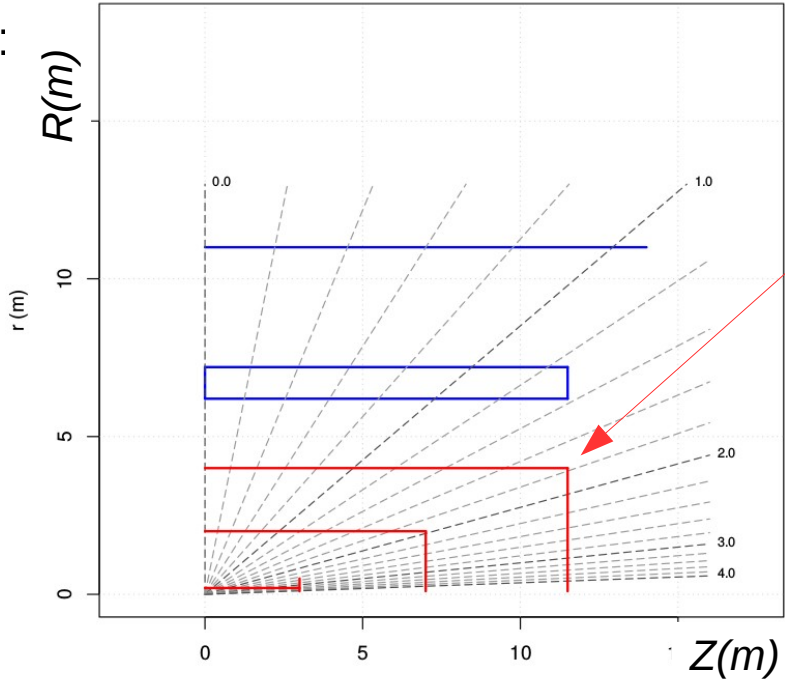
```

! Pixel Barrel
cylinder
  0.2000 -3.0000  3.0000  3.5  10.0e-6 100e-6
  2.0000 -7.0000  7.0000  3.5  10.0e-6 100e-6
  4.0000 -11.5000 11.5000  3.5  10.0e-6 100e-6
end

! Pixel Endcap
disc
  0.1000  0.5000  3.0000  4.5  10.0e-6 100e-6
  0.1000  2.0000  7.0000  4.5  10.0e-6 100e-6
  0.1000  4.0000 11.5000  4.5  10.0e-6 100e-6
end
  
```

$r_{min}$     $r_{max}$     $z$     $X0$     $\sigma_r$     $\sigma_z$

donne :



Ceci est un layout minimal pour Twin only.

**3 couches de pixels**

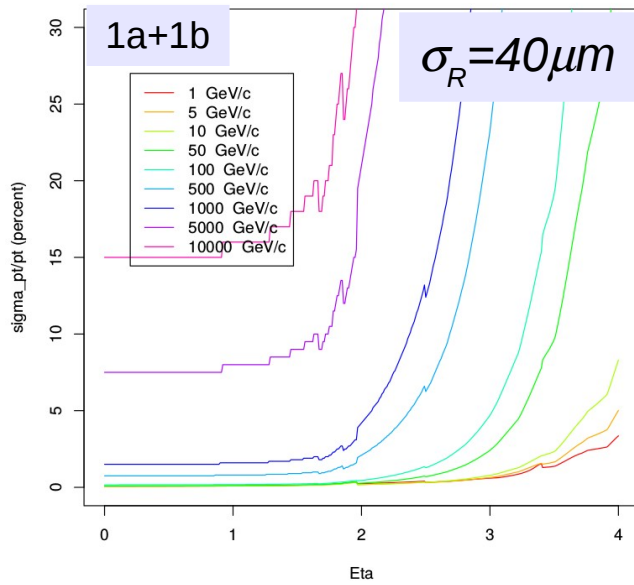
La couches externe Barrel a quand même :  
 $R=4m, L=2 \times 11.5m \rightarrow A = 578 \text{ m}^2$  !!!

$\sigma_R$	10 $\mu\text{m}$	20 $\mu\text{m}$	30 $\mu\text{m}$	40 $\mu\text{m}$	
	5	1.5	0.6	0.4	$\times 10^{12}$ pixels

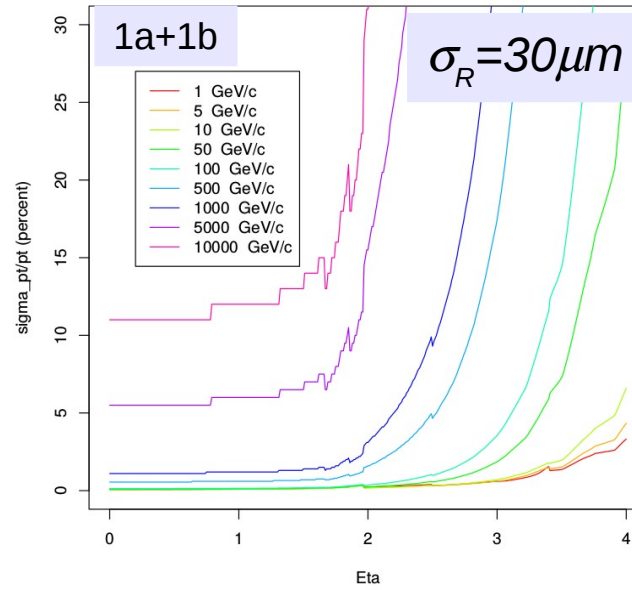
CMS inner tracker : 205 m<sup>2</sup> avec 76 10<sup>6</sup> pixels.

# Twin only, avec détecteur minimal

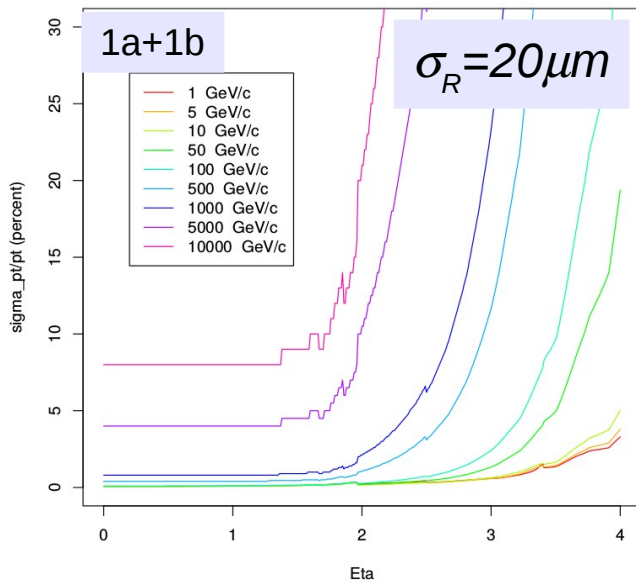
pT resolution vs. eta for different momenta.



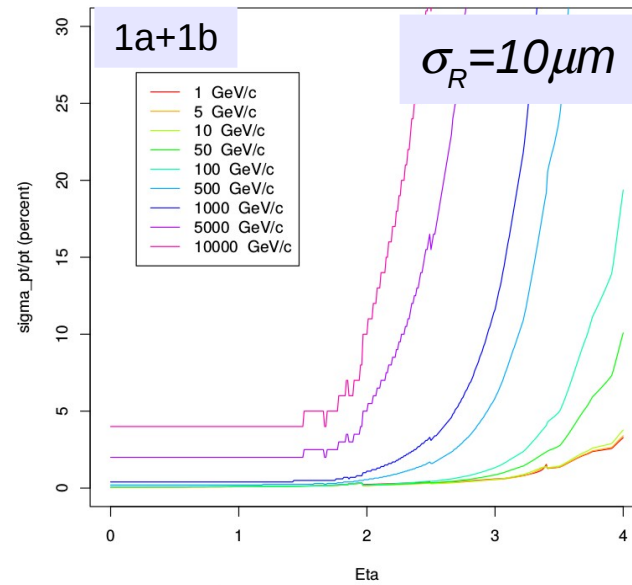
pT resolution vs. eta for different momenta.



pT resolution vs. eta for different momenta.

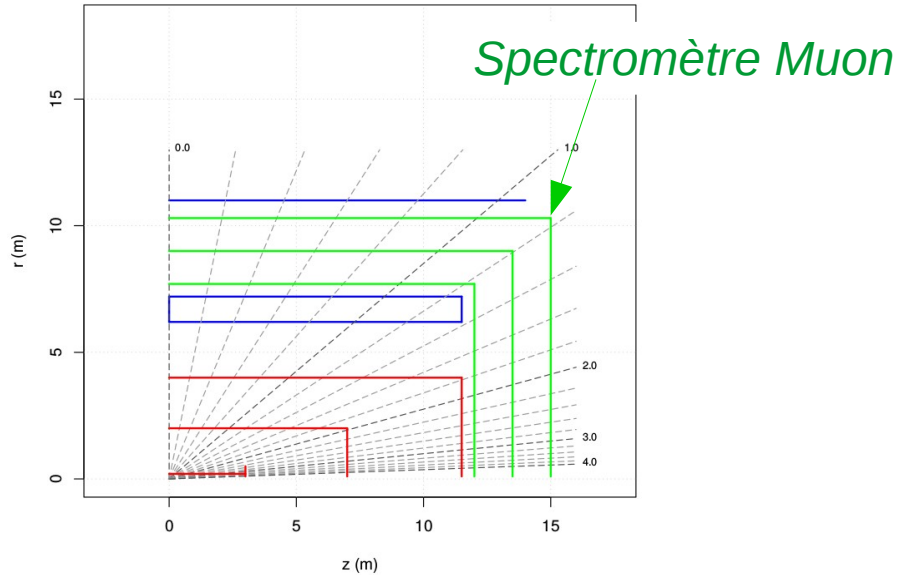


pT resolution vs. eta for different momenta.

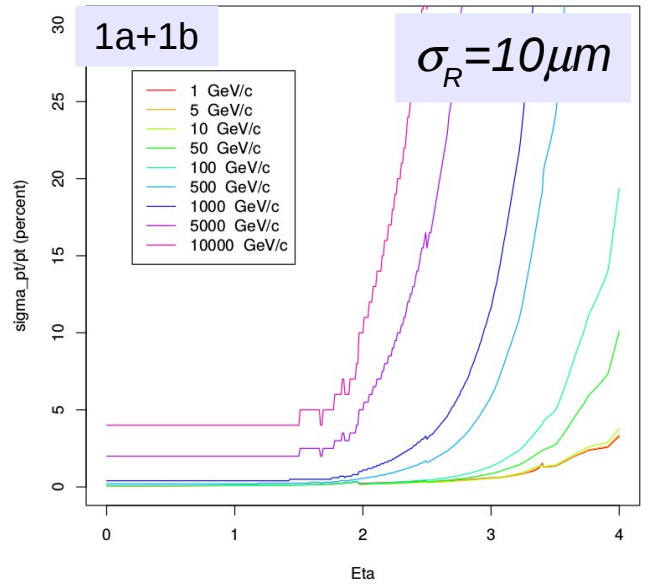


# Twins only avec spectro muon

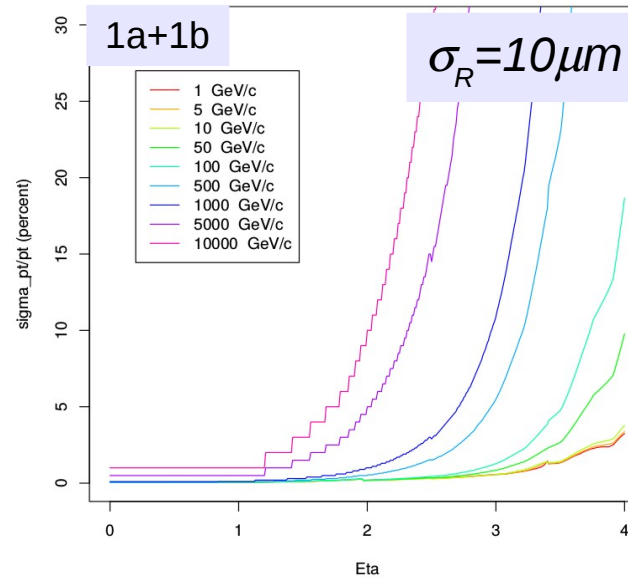
On rajoute un triplet de chambre a muon ( $\sigma_R=40\text{mm}$ ).



sans spectro muon

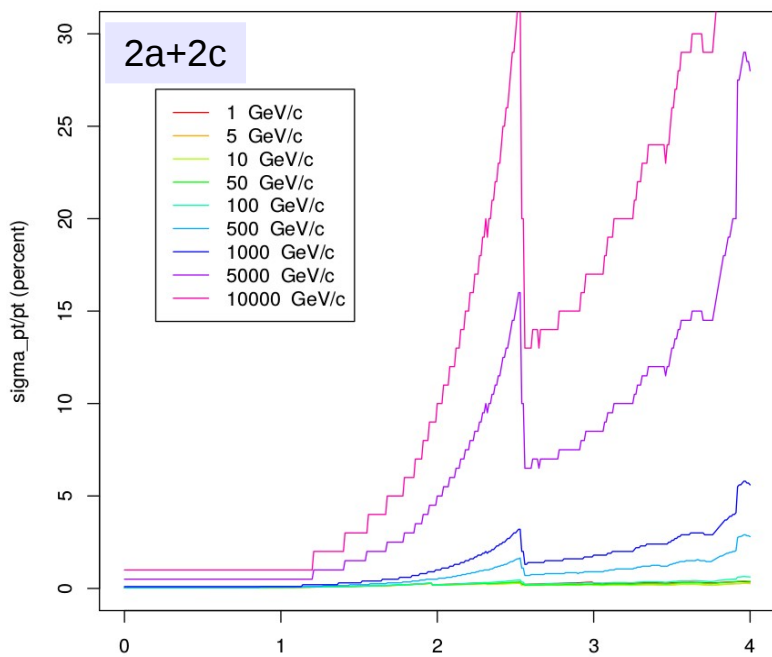
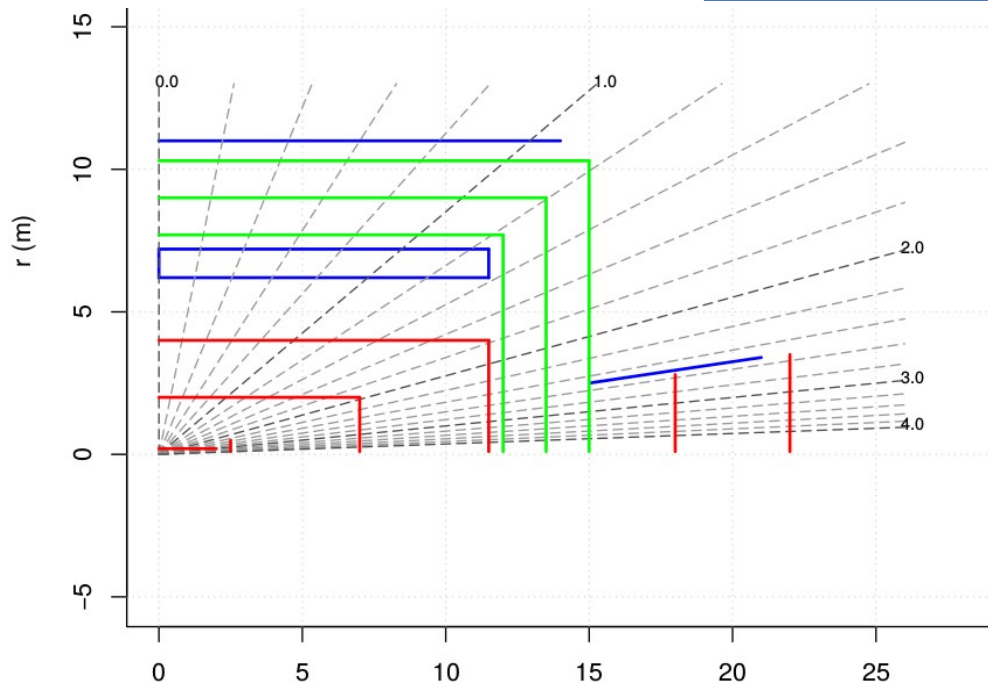


avec spectro muon

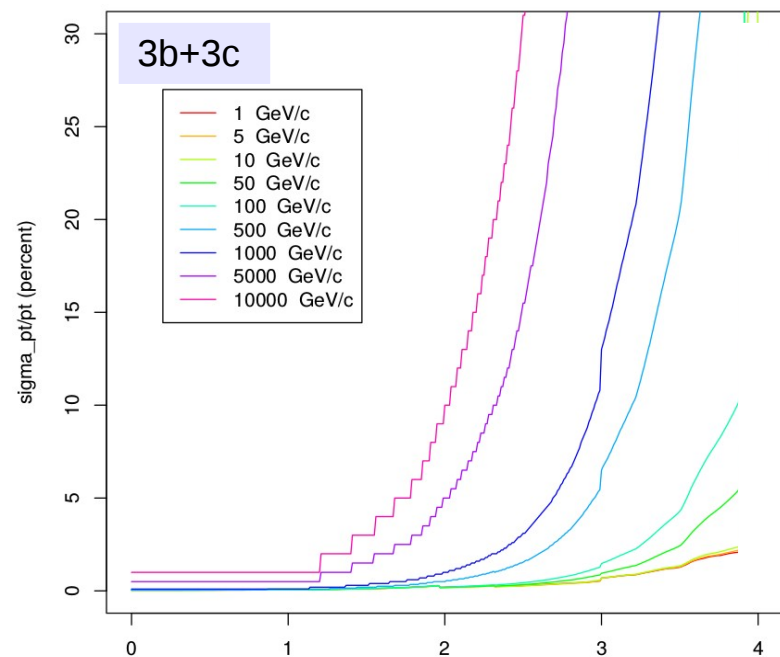


Comme attendu : pas de changement fulgurant dans  $\sigma_{p_T}/p_T$

# Twin + Dipôle et spectro muon

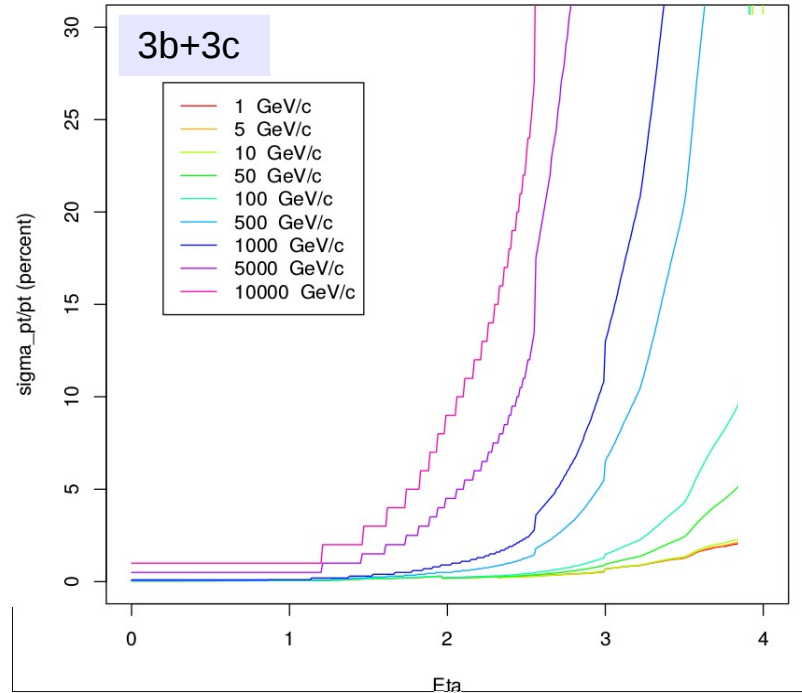
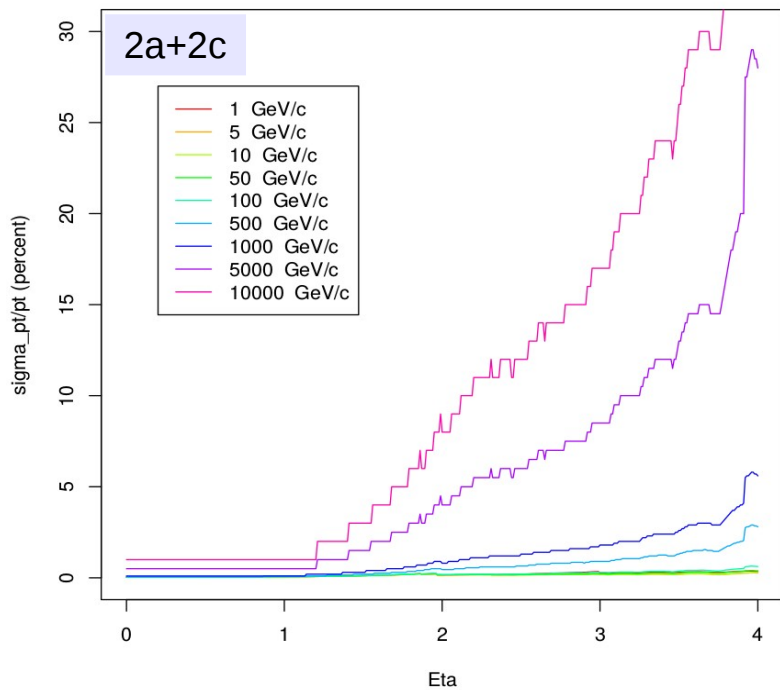
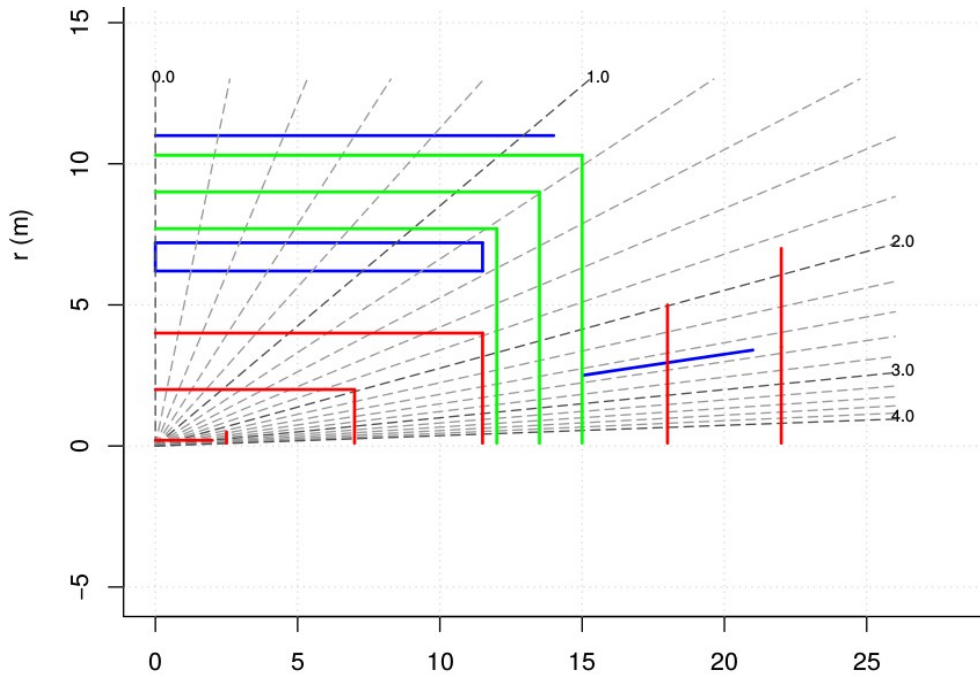


~ 10 % résolution pour  $0 < \eta < 3$



~ 10 % résolution pour  $0 < \eta < 2$

# Twin + Dipôle, spectro et extended ID



→ Ca vaut la peine de chercher les stray field autour du dipôle

## Conclusion

- Utilisation d'IDRES pour faire des études de résolution FCC
- Pour les designs plus compliqué, IDRES est limité
  - Dipôle
  - Prise en compte des barres qui tiennent le solénoïde intérieur
- premiers plots de résolution pT.
- importance des stray field autour du dipôle
- Cette étude ne prend en compte que la résolution pT.  
L'optimisation d'un ID dépend aussi de  
Z0, D0, X0, cooling (~ nombre de pixel), alignement, prix  
et physique recherchée