

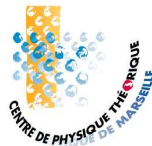
# Cours d'option : **Géométrie et théories de jauge**

*Master Recherche "Physique"*

*Spécialité : Physique Théorique et Mathématique,  
Physique des Particules et Astroparticules*

Serge Lazzarini (Maître de Conférences)

Université de la Méditerranée & Centre de Physique Théorique



(5 novembre 2009)

# Motivations :

- ▶ Notion de symétrie : le cadre de la géométrie (/ algèbre) différentielle
- ▶ Un lien fort entre géométrie et physique

# Motivations :

- ▶ Notion de symétrie : le cadre de la géométrie (/ algèbre) différentielle
- ▶ Un lien fort entre géométrie et physique
  - Mécanique quantique :  
Transformations de jauge du 4-potentiel vs transformation unitaire
  - Transformations de jauge en théorie des champs : dérivée covariante /  
Maxwell et Yang-Mills
  - Mécanique analytique / géométrie symplectique
  - Relativité Générale : géométrie de Riemann et difféomorphismes

# Positionnement de l'option dans le cursus du M2

► Complète les cours de base :

théorie des groupes,

théorie des champs,

# Positionnement de l'option dans le cursus du M2

► Complète les cours de base :

théorie des groupes,

théorie des champs,

ainsi que les options

Relativité générale et trous noirs

Le modèle standard

# Positionnement de l'option dans le cursus du M2

► Complète les cours de base :

théorie des groupes,

théorie des champs,

ainsi que les options

Relativité générale et trous noirs

Le modèle standard

► C'est aussi un enseignement de la géométrie différentielle, à l'interface entre  $M \cap \Phi$ , comme sujet moins familier, via une formulation moderne.

dont le but = déblocage via une initiation - reste une introduction à ce vaste domaine...

# Seulement 20H pour une invitation au voyage

## Questions abordées :

- Pourquoi la notion de fibré principal intervient-elle en physique ?

**de l'importance des groupes de Lie**

- Quelle interprétation géométrique donner

au potentiel de Yang-Mills ? / aux symboles de Christoffel ? **une connexion**  
au champ de Yang-Mills ? / au tenseur de Riemann ? **une courbure**

- Quelle image géométrique donner à la notion de connexion ?  
visualiser un choix de jauge

- A quoi servent les fibrés associés ? **représentation d'un groupe de Lie**

- Quelle interprétation géométrique donner aux champs de matière ? **sections**

- Qu'est-ce que le groupe de jauge ? (transformations de jauge ? fixation de jauge ?)

- Comment se traduit en termes géométriques une théorie de jauge ?

- Comment traduire une symétrie infinitésimale de manière algébrique ? **algèbre différentielle**

- La géométrie : un langage (unifiant ?)  
pour toute théorie ? (Yang-Mills, gravitation, ...)

# Demandez le programme !!

# Demandez le programme !!

- ▶ Interprétation géométrique de l'invariance de jauge en mécanique quantique : visualisation  $U(1)$  et Maxwell

# Demandez le programme !!

- ▶ Interprétation géométrique de l'invariance de jauge en mécanique quantique : visualisation  $U(1)$  et Maxwell
- ▶ Vers les espaces “courbes” :
  - Survol de géométrie différentielle : aspects opérationnels
  - Espaces tangent et cotangent (vecteurs, covecteurs, formes diff, tenseurs)
  - Difféomorphismes et dérivée de Lie

# Demandez le programme !!

- ▶ Interprétation géométrique de l'invariance de jauge en mécanique quantique : visualisation  $U(1)$  et Maxwell
- ▶ Vers les espaces "courbes" :
  - Survol de géométrie différentielle : aspects opérationnels
  - Espaces tangent et cotangent (vecteurs, covecteurs, formes diff, tenseurs)
  - Difféomorphismes et dérivée de Lie
- ▶ Quand Algèbre et géométrie se parlent
  - Groupes et algèbres de Lie - forme de Maurer-Cartan
  - Notion de fibrés : principal, associéconnexion et sa courbure, transformations de jauge : local vs global

# Demandez le programme !!

- ▶ Interprétation géométrique de l'invariance de jauge en mécanique quantique : visualisation  $U(1)$  et Maxwell
- ▶ Vers les espaces “courbes” :
  - Survol de géométrie différentielle : aspects opérationnels
  - Espaces tangent et cotangent (vecteurs, covecteurs, formes diff, tenseurs)
  - Difféomorphismes et dérivée de Lie
- ▶ Quand Algèbre et géométrie se parlent
  - Groupes et algèbres de Lie - forme de Maurer-Cartan
  - Notion de fibrés : principal, associé  
connexion et sa courbure, transformations de jauge : local vs global
- ▶ Applications :
  - géométrie pour Yang-Mills, utilité pour la théorie des champs.  
Les repères (Einstein-Cartan), gravitation

Devoirs en continu = comptent pour 1/3 ou donnent l'évaluation globale

Examen final ?? De quel tye : **Écrit ou oral** ??

Quel poids donner à cette option ??