

Séance 5

Simulation de l'interaction $e^+e^- \rightarrow q\bar{q}g$ (suite)

Dans cette séance, nous utiliserons la méthode de réjection pour simuler des événements $e^+e^- \rightarrow q\bar{q}g$, à partir de l'expression de la section efficace différentielle que nous avons dérivée dans la séance précédente. Nous pourrons ensuite étudier quelques caractéristiques du processus physique et retrouver certains résultats du cours. Cette séance se conclut par un travail à remettre pour le **lundi 14 avril**.

1. Méthode de réjection : La première chose à faire est de générer les variables aléatoires nécessaires. Il faut ensuite construire les quadri-vecteurs des particules. Étant donné que nous nous sommes placés dans un référentiel particulier pour étudier la cinématique et parvenir aux formules de la section efficace, nous devons maintenant parvenir à exprimer les quadri-vecteurs des différentes particules dans le référentiel du laboratoire. Une fois que tous nos quadri-vecteurs sont exprimés dans un même système, nous pouvons utiliser les formules de section efficace pour la méthode de réjection, et sauver les événements satisfaisant à la condition.

- a) Déterminez les variables à générer et leurs intervalles autorisés (attention aux divergences!). Construisez les quadri-vecteurs ainsi générés dans le référentiel défini par les angles d'Euler.
- b) Écrivez une fonction ayant comme arguments les trois angles d'Euler ainsi qu'un quadri-vecteur, qui effectue le passage du référentiel d'Euler à celui du laboratoire et qui modifie directement les composantes du quadri-vecteur passé en argument.
- c) Codez la formule de la section efficace ayant comme arguments les 5 quadri-vecteurs exprimés dans le référentiel du laboratoire. Écrivez la condition pour la méthode de réjection.
- d) Générez des événements simulant le processus étudié et remplissez des histogrammes avec les variables intéressantes. Que pensez-vous de l'efficacité de cette méthode? Trouvez une solution pour améliorer la simulation, peut-être qu'un changement de variable peut être utile. Par exemple :

$$y = -\ln(1 - x)$$

2. Étude du processus physique : Maintenant que nous avons un générateur fonctionnel, il est temps d'étudier quelques caractéristiques du processus physique.

- a) Dans trois histogrammes, remplissez x_{\max} , x_{\min} et la valeur intermédiaire. Est-ce cohérent avec ce qui est attendu (voir cours théorique)? Quel type de modèle avons-nous généré?
- b) Remplissez des histogrammes à 2 ou 3 dimensions avec les corrélations entre les 3 valeurs de x et comparez avec les histogrammes attendus (voir cours théorique).
- c) Pour chaque événement, appliquer l'algorithme de Jade au niveau partonique afin de reconstruire les "jets". Quelles sont les fractions d'événements à 1, 2 ou 3 jets? Comment évoluent-elles avec le paramètre y_{cut} de l'algorithme de Jade?

3. Travail à remettre pour le lundi 14 avril : Vous devez remettre votre code et vos distributions commentées par mail ou via Teams. Ce travail doit être personnel, vous pouvez bien sûr discuter entre vous mais chacun doit écrire son propre code. Vous avez amplement le temps de l'écrire pendant les séances avec l'aide de l'assistant. Structurez votre travail comme vous voulez en suivant ces consignes :

- a) Ajoutez des commentaires à votre code pour le rendre lisible et compréhensible.
- b) Commentez vos histogrammes pour les variables angulaires et pour les fractions d'énergie (x_i et corrélations).
- c) Commentez vos histogrammes pour l'algorithme de Jade (évolution selon y_{cut} , limitation de votre algorithme,...)
- d) Lors de la séance 3 nous avons discuté de l'interaction $e^+e^- \rightarrow q\bar{q}$. Si nous avions voulu simuler l'interaction inverse $q\bar{q} \rightarrow e^+e^-$ à l'ordre le plus bas, quels auraient été les changements notables ? (5 lignes maximum).