Prospectives pour QCD au Tevatron et au LHC

0.1 Physique des jets

Le domaine de l'étude des jets est un domaine particulièrement fondamental de QCD a haute énergie. La mesure de la section efficace de production des jets au Tevatron, par exemple dans l'expérience DØ où l'IN2P3 et le CEA participent, permet de tester QCD dans un grand domaine cinématique en mesurant des jets d'impulsion transverse comprise entre 50 et 800 GeV, dans differents domaines de rapidité (la rapidité $\eta = log(tan(\theta/2))$ est directement reliée à l'angle de production du jet dans le détecteur θ). Tester QCD dans ce grand domaine de rapidité et mesurer la section efficace de production des jets sur dix ordres de grandeur permet d'améliorer la connaissance des distributions de partons (quarks et gluons) en particulier à grand x où x désigne la fraction d'impulsion emportée par le parton qui interagit. Par exemple, la densité de gluons à grand x etant très mal connue. La connaissance précise des distributions de partons est indispensable pour la recherche en physique des interactions fondamentales au-delà du modèle standard (par exemple particules supersymétriques, les dimensions supplémentaires, la technicouleur), car la production de jets est souvent un bruit de fond pour ce type de recherche qu'il faut connaitre avec précision. Ces mesures se poursuivront à la fois au Tevatron (expérience DØ), et au LHC (expériences ATLAS et CMS).

Un exemple intéressant est la mesure effectuée au Tevatron qui représente un test de QCD est la mesure de l'angle azimuthal entre les deux jets les plus énergétiques produits lors de l'interaction. L'avantage de ce type de mesure est qu'il est moins sensible à la détermination de l'échelle absolue des énergies dans les détecteurs (la mesure des angles est souvent plus facile). Cette mesure peut être comparée aux prédictions de QCD à l'ordre des logarithmes sous-dominants en cours d'étude, et est sensible à des effets d'ordre supérieur.

La mesure de la section efficace de production des dijets en fonction de leur masse est également intéressante car elle permet, à haute masse, d'être sensible a une sous-structure des quarks (modèles composites). Ce type de mesure est effectuée actuellement au Tevatron et sera également fondamental au LHC.

Des tests de QCD peuvent également être effectués la mesure de la constante de couplage "dure" α_S, les formes et les sous-stuctures des jets en minijets, tests qui sont à la fois effectues au Tevatron et au LHC.

0.2 Un nouveau domaine de QCD

Un autre domaine cinématique peut être également testé au Tevatron et au LHC, celui de QCD à grande rapidité (celui des petits x) grâce au nouveau domaine en énergie qui peut être atteint avec les nouveaux collisionneurs tels que le Tevatron ou le LHC. Dans ce nouveau domaine d'interaction forte, les densités de partons (spécialement les gluons) deviennent très grandes et la dynamique des gluons devient non linéaire (effet de saturation). L'observation de ce nouveau phénomène au LHC représenterait une découverte fondamentale sur un nouveau regime de QCD.

Différentes observables qui peuvent être mesurées au Tevatron et au LHC permettent d'accéder a ce nouveau domaine cinématique. La mesure de la section efficace de dijets séparés par un grand intervalle en rapidité, la mesure d'un intervalle en rapidité entre deux jets vide de toute activité hadronique, ainsi que la mesure de la section efficace de mésons vecteurs à grand transfert d'énergie permettent d'approcher ce nouveau domaine. Il est donc fondamental de réaliser ce type de mesure au LHC.

0.3 Diffraction

La diffraction dite dure où les protons (anti-protons) restent intacts après une interaction ̀courte portée a representé une partie importante du programme de physique à HERA et actuellement au Tevatron. Ces processus répésentent en effet le lien entre la physique "douce" non perturbative et la physique "dure" où les prédictions perturbatives sont possibles, ce qui permet donc d'explorer les aspects les plus inconnus de QCD, à partir des propriétés connues. La construction de détecteurs dédiés pour ce type de mesure (les "pots romains") qui permettent de détecter les protons très peu déviés par rapport à l'axe du faisceau, ainsi que l'analyse de ce type d'événements est fondamental au Tevatron et au LHC pour comprendre la frontière de QCD perturbative. Les mesures comprennent des analyses aussi différentes que la mesure de la structure partonique de l'objet non coloré lors de l'interaction, la production diffractive de jets, de mésons vecteurs... Une nouvelle idée apparue récemment envisage également la production de boson de Higgs au LHC par des processus diffractifs, ce qui permettrait une voie nouvelle de découverte ou l'analyse précise du boson de Higgs.

0.4 Besoins humains et financiers

Le domaine de QCD a été un domaine privilégié en France avec des responsabilités dans les collaborations BCDMS (porte-parole), CDHS, NMC (Marc Virchaux, Alain Milsztajn), H1 (porte-parole: Joël Feltesse), et DØ (coordinateur du groupe QCD: Christophe Royon). Il est donc fondamental de poursuivre ce domaine de recherche en France et de conserver l'expérience acquise, qui bénéficie en particulier d'une colloboration active avec des services de Physique Théoriques en France (qui sont en pointe en particulier dans ce domaine) et à l'étranger.

Les besoins humains représentent des groupes suffisamment forts dans les collaborations DØ , ATLAS et CMS, permettant la mesure, l'analyse et l'interprétation des nouvelles données. Dans ce cadre, la collaboration avec les théoriciens du CNRS et de la DSM est fondamentale. La bonne réalisation de ce programme de recherche nécessite donc à la fois des groupes français expérimentaux forts et une bonne collaboration avec les théoriciens.. Typiquement, des groupes comportant une dizaine de personnes dans chaque expérience (CMS et ATLAS pour le futur) sur chaque sujet (diffraction, jets, saturation) est nécessaire. Au niveau de la construction des détecteurs, il serait préférable que les expérimentateurs participent à la construction des détecteurs de pots romains utiliés pour la diffraction en plus de la contribution naturelle à la construction des détecteurs principaux ATLAS et CMS.

Du point de vue financier, les besoins sont essentiellement humains et demandent un nombre suffisant de postes et de moyens (missions...) pour soutenir cette activité de recherche. La construction de pots romains au LHC necessiterait l'addition de 300k Euros pour les deux expériences.