

Préface

La théorie de la relativité restreinte occupe une place à part au sein de la physique. Ce n'est pas une théorie physique particulière, mais plutôt, comme la thermodynamique ou la mécanique analytique, une *théorie-cadre*, c'est-à-dire un cadre théorique général au sein duquel on peut formuler diverses théories dynamiques particulières. À ce titre, un exposé moderne de la relativité restreinte se doit de faire ressortir ses structures essentielles, avant de les illustrer par leurs applications concrètes à divers problèmes dynamiques particuliers. Tel est le pari (ô combien réussi !) du beau livre d'Éricourgoulhon.

Contrairement à la plupart des ouvrages didactiques sur la relativité restreinte qui entremêlent l'exposé de cette théorie avec celui de son développement historique, et qui écrivent parfois la forme concrète des « transformations de Lorentz » avant d'indiquer qu'elles laissent invariante une certaine forme quadratique, le livre d'Éricourgoulhon est centré, dès le début, sur la structure essentielle de la théorie, c'est-à-dire sur la structure chrono-géométrique de l'espace-temps quadridimensionnel de Poincaré-Minkowski. Le but étant d'habituer le lecteur à formuler toute question de relativité en termes de géométrie quadridimensionnelle. Le mot géométrie est pensé ici au sens de « géométrie synthétique » (à la Euclide), par opposition à la « géométrie analytique » (à la Descartes). Sous la houlette experte d'Éricourgoulhon, le lecteur apprendra à poser, et à résoudre, tout problème de relativité en dessinant des diagrammes d'espace-temps, faits de lignes, de droites, de plans, d'hyperplans, de cônes et de vecteurs. Il s'habituera à visualiser le mouvement d'une particule comme une ligne d'espace-temps, à penser le paradoxe des jumeaux comme une application de l'« inégalité des triangles d'espace-temps », à exprimer le référentiel local d'un observateur comme la généralisation quadridimensionnelle du trièdre de Serret-Frenet, à calculer une distance spatiale comme une moyenne géométrique d'intervalles temporels (en utilisant une généralisation hyperbolique de la puissance d'un point par rapport à une sphère), ou à voir l'effet Sagnac comme l'entrelac de deux brins d'hélice s'enroulant, en sens inverses, dans l'espace-temps.

Outre cette particularité pédagogique d'être centré sur une formulation géométrique, l'ouvrage d'Éricourgoulhon est remarquable par beaucoup d'autres aspects. D'abord, il est extrêmement complet et expose la plupart des notions et résultats où la relativité restreinte joue un rôle important : de la précession de Thomas aux fondements de la relativité générale, en passant par le

calcul tensoriel, le calcul différentiel extérieur, l'électrodynamique classique, la notion générale de tenseur énergie-impulsion et un remarquable précis d'hydrodynamique relativiste. Ensuite, cet ouvrage est parsemé d'éclairantes notes historiques où l'auteur résume de façon condensée mais très informative la fine fleur des travaux (parfois très récents) des historiens des sciences. Enfin, le livre est très riche d'exemples d'application de la relativité restreinte à des problèmes physiques concrets. Le lecteur apprendra le rôle de la relativité restreinte dans divers domaines de l'astrophysique moderne (nébuleuses de supernova, jets relativistes, micro-quasars), dans la description du plasma quark-gluon créé dans les collisions d'ions lourds, ainsi que dans un grand nombre d'expériences de haute technologie : des gyromètres lasers au LHC en passant par les répétitions modernes de l'expérience de Michelson-Morley, les interféromètres à ondes de matière, les synchrotrons et leur rayonnement, et la comparaison d'horloges atomiques embarquées sur des avions, des satellites ou la station spatiale internationale.

Je suis sûr que le livre remarquablement riche d'Éricourgoulhon intéressera au plus haut point ses lecteurs et leur permettra de comprendre et de maîtriser l'un (avec la relativité générale et la théorie quantique) des piliers fondamentaux de la physique moderne.

Thibault Damour
Professeur à l'Institut des Hautes Études Scientifiques
Membre de l'Académie des Sciences