Avant-propos

« L'histoire des Sciences montre que les progrès de la Science ont constamment été entravés par l'influence tyrannique de certaines conceptions que l'on avait fini par considérer comme des dogmes. Pour cette raison, il convient de soumettre périodiquement à un examen très approfondi les principes que l'on a fini par admettre sans plus les discuter. »

Louis de Broglie,
Nouvelles perspectives en microphysique, 1956

La complétude d'une théorie est basée sur sa capacité à représenter l'ensemble des phénomènes physiques observés. Si une solution physiquement admissible remet en cause cette théorie, c'est tout l'édifice qui est fragilisé. Pour remettre légitimement en question le modèle existant, il est impératif d'expliquer les raisons sous-jacentes de la divergence entre ce modèle et les observations. La reconstruction d'un édifice plus robuste doit permettre de résoudre le problème sans altérer les propriétés du modèle. Pour autant, la modification d'une théorie existante par l'ajout d'un paramètre supplémentaire n'est pas l'assurance d'une meilleure description du phénomène physique. Il est parfois nécessaire de revenir sur la signification profonde d'une loi établie, validée et admise par toute la communauté ; même si elle n'est pas fautive, elle peut être mal interprétée ou sur-interprétée. Une manière de reconstruire un modèle minimal est d'appliquer le principe de parcimonie qui consiste à ne retenir que les éléments strictement nécessaires à l'élaboration de celui-ci.

L'exemple le plus emblématique est probablement celui de la chute libre des corps soumis à la gravitation terrestre. Au XVII^e siècle, Galilée émet l'hypothèse que tous les corps, quelles que soient leur nature et leur masse, chutent dans le vide avec la même vitesse. Cette hypothèse d'universalité, vérifiée avec une grande précision par de nombreuses expériences dont certaines sont encore menées aujourd'hui, est nommée le principe d'équivalence faible. Galilée et ses successeurs en concluent que la

masse liée à l'inertie du corps est égale à la masse associée à la gravité, d'où l'énoncé « la masse inerte est égale à la masse grave ». Cette connexion entre des observations sur des quantités purement cinématiques comme la vitesse ou l'accélération et la notion de masse interpelle le bon sens, car le constat qui mène au principe d'équivalence est justement l'indépendance de la vitesse en fonction de la masse. Le principe d'équivalence tel qu'il est compris n'est pas erroné : la loi qui le décrit est tout simplement redondante. La masse n'a rien à voir avec le phénomène, une particule sans masse au repos chuterait avec la même vitesse sous l'effet de la gravité, c'est un principe local. Cela n'empêcha pas I. Newton de formuler sa seconde loi reliant la notion de force et de quantité de mouvement ni les physiciens du XIX^e et du XX^e siècles de définir une masse au repos et une masse en mouvement dans le cadre de la théorie de la relativité restreinte. Ce concept de masse persiste encore aujourd'hui malgré son équivalence avec celui d'énergie. Le principe de parcimonie conduit dans ce cas à écrire le principe fondamental de la dynamique de Newton comme une égalité entre accélérations, celle de l'inertie et celle de la gravité.

Cet exposé est dans cette même doctrine. Les observations réalisées ne sont pas remises en cause et il est indispensable que tout nouveau modèle puisse les représenter ; mais il existe peut-être une autre manière de concevoir le monde dans lequel nous vivons et d'autres lois alternatives aux lois classiques déjà élaborées. De nouveaux concepts d'espace et de temps sont introduits pour la première fois en abandonnant le référentiel classique de la mécanique ou en revenant sur le concept d'espace-temps de la relativité restreinte. Le référentiel global de la physique qui décrit la notion de coordonnée dans un espace à trois dimensions est remplacé par un référentiel local à une dimension nommé référentiel de Maxwell, où les interactions de l'espace tridimensionnel sont de cause à effet. Celui-ci permet de représenter très simplement la translation sur la direction privilégiée, mais aussi la rotation autour de ce même axe, l'accélération et la vitesse devenant alors des scalaires sur un segment orienté.

La simplification drastique des lois existantes menée avec discernement conduit à une loi alternative où l'accélération intrinsèque d'une particule avec ou sans masse ou d'un milieu matériel est égale à la somme de deux termes orthogonaux, un terme de translation écrit sous la forme d'un gradient du potentiel scalaire et d'un autre, le rotationnel dual d'un potentiel vectoriel. Sous cette forme, la loi du mouvement possède des propriétés spécifiques, notamment celle d'être relativiste ; ses symétries et invariances lui confèrent des propriétés de conservation particulières. Toutes les quantités qui apparaissent dans cette loi ne s'expriment qu'avec deux unités fondamentales, celles d'une longueur et d'un temps.

La loi du mouvement de la mécanique discrète est générique d'un ensemble de domaines de la physique des champs classiques – la mécanique, fluides et solides, l'électromagnétisme, les transferts de chaleur et de masse – tout en respectant les résultats de la relativité restreinte et générale. De très nombreux concepts spécifiques

élaborés par ces différents domaines ont été abandonnés et remplacés par des grandeurs unifiées en nombre restreint sans porter atteinte à la signification profonde des lois classiques. Dans l'instant, cet ouvrage reste un essai ; il ne vise pas à remplacer les lois de la physique déjà validées, mais à rechercher une alternative crédible à des équations établies indépendamment les unes des autres et à réduire les redondances observées pour certaines d'entre elles. Cette formulation discrète de la physique constitue une rupture avec les lois existantes, elle ne pourra être admise ou non qu'après un long débat scientifique.