

# Repenser la matière

ARJEN DIJSMAN

**La conception de la matière qui habite notre pensée est sans doute l'un des axiomes les plus puissants parce que les moins perceptibles, les moins reconnus par notre esprit. Dans cette tribune, l'auteur se propose d'examiner de plus près nos présupposés sous-jacents en la matière...**

**L**e concept de matière ne semble pas défini de façon univoque, aussi bien dans le langage courant que dans la communauté scientifique. Dans les ouvrages de référence, on trouve en effet les définitions suivantes :

- Substance qui constitue les corps, qui est objet d'intuition dans l'espace et possède une masse mécanique (*Petit Robert*, 1993) ;

- Substance, réalité constitutive des corps, douée de propriétés physiques (*Petit Larousse*, 1995) ;

- Par matière, on entend tout ce qui est localisable et possède une masse (*Quid*, 1994) ;

- Nom général de tous les corps possédant une masse propre (*Dictionnaire de Physique*, J.-P. Mathieu, Masson et Eyrolle 1991).

Dans le modèle standard de la physique contemporaine, on admet communément que toutes les particules sont matérielles, excepté le photon parce que celui-ci n'a pas de masse inertielle. Le neutrino, autre particule apparemment « impondérable » dont on peut difficilement dire qu'elle soit constitutive des corps, est pourtant considérée comme de la matière.

Ces définitions portent manifestement l'empreinte de la définition I des *Principia* de Newton<sup>1</sup> : « *La quantité de matière est la mesure que l'on tire à la fois de sa densité et de son volume.* » Newton précise un peu plus loin qu'il emploie indifféremment les concepts quantité de matière, masse et corps pour la même abstraction.

Ce flou entretenu autour du concept le plus fondamental des « sciences de la matière » est, on s'en doute, dommageable pour l'avancement des connaissances. Comment peut-on en effet espérer décrire avec précision la matière, lorsque les bases sur lesquelles on fonde cette explication sont équivoques ?

Le *statu quo* résulte de l'indubitable succès qu'ont eues les lois énoncées par Newton, à l'aide de la définition précitée. Celle-ci est critiquable et critiquée. On peut, par exem-

ple, citer Mach<sup>2</sup> : « [...] *la définition I n'a que l'apparence d'une définition. Le concept de masse n'est pas plus clair parce qu'on le définit comme produit du volume par la densité, puisque la densité elle-même ne représente autre chose que la masse de l'unité de volume.* »

La définition de Newton n'est pas non plus compatible avec l'usage lagrangien où l'on assimile l'élément de matière à un point. Le volume d'un point étant nul, la quantité de matière du point matériel donnée par le produit du volume et de la densité ne peut être que nul. Il s'agit bien évidemment d'un artifice de calcul, permettant de décrire les interactions physiques dans le domaine classique, mais il n'est pas satisfaisant pour la description de la matière. Dès que l'on s'intéresse aux interactions entre des particules du domaine quantique, la représentation du point matériel n'est plus d'aucune utilité.

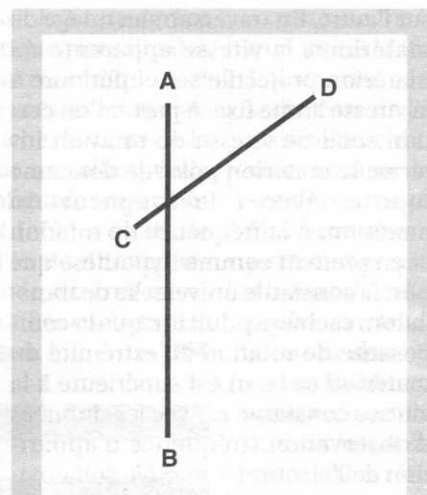
Par ailleurs, aux débuts de la physique quantique, on s'est aperçu qu'il était nécessaire d'introduire le concept d'antimatière, qui, malgré son nom évocateur, n'en est pas moins matérielle. On a également dû se rendre à l'évidence que l'on ne pouvait localiser la matière en un point. Au fil des ans, la communauté scientifique s'est appliquée à « standardiser » la matière en rajoutant des qualités soi-disant élémentaires (spin, étrangeté, nombre baryonique, nombre leptonique, etc.) aux qualités plus classiques qu'étaient la masse ou la charge électrique.

Dans sa correspondance à Besso, Einstein<sup>3</sup> écrivait : « *Nous sommes encore loin de posséder une théorie rationnelle de la lumière et de la matière qui soit en accord avec les faits ! Je pense que seule une spéculation hardie est à même de nous faire progresser, et non pas une accumulation d'expériences.* » Malgré les avancées expérimentales prodigieuses effectuées depuis leur date de rédaction, ces mots sont toujours d'actualité. Je suis d'avis qu'il faille repenser la matière.

Prenons un élément de matière.

Qu'est-ce qui fait que cet élément est perçu comme un objet matériel ? D'aucuns, formés à l'école de Newton et de Lagrange, répondront que c'est sa masse. Imaginons que je puisse tenir cet élément de matière entre mes doigts. Peu importe qu'il ait une masse ou non, je percevais cet élément en tant que matière du moment qu'il a une étendue propre. Autrement dit, cet élément est matière s'il ne peut se superposer à un autre élément de matière. Ce point de vue n'est pas nouveau. Dans les faits, je ne fais que renouer avec l'idée dominante avant que Newton ne révolutionne la physique. Dans ses *Principes de la philosophie*, Descartes<sup>4</sup> écrivait : « *Ce n'est pas la pesanteur, ni la dureté, ni la couleur, etc. qui constituent la nature du corps mais l'extension seule.* » Ce point de vue plus intuitif m'affranchit du concept encombrant qu'est la masse.

Pour modéliser cette idée, je suppose que l'élément de matière est assimilable à un court segment de droite dont la longueur est constante. Afin d'éviter une confusion avec l'élément de matière newtonien, je l'appellerai *matériau*. Pour se faire une idée plus concrète, on peut évoquer l'image d'une aiguille ou d'un bâtonnet dont la masse serait nulle. Les interactions entre matériaux se font par contact. Si l'on se représente deux matériaux initialement sans rotation et qui s'entrechoquent, il est clair que leur état de mouvement après collision dépend du point de contact (**Fi-**



**Figure 1. Interaction ponctuelle entre les matériaux AB et CD.**

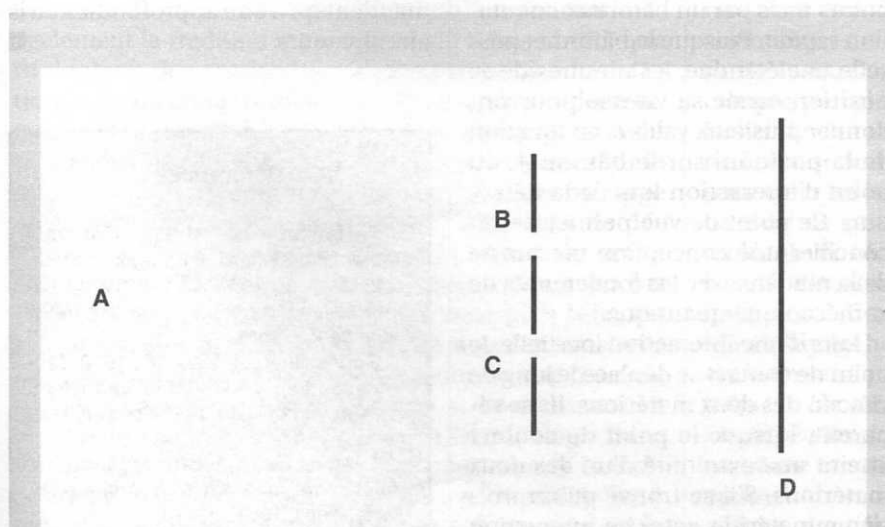
**gure 1).** Si le point de contact se situe au centre du matériau, ce matériau s'éloigne du matériau percuté, sans mouvement de rotation. Dans le cas contraire, le matériau acquiert une rotation après la collision, dont la vitesse dépend du rapport des distances du centre au point d'impact et à l'extrémité du matériau. L'effet est similaire pour la collision entre deux matériaux initialement en rotation : pas de changement de rotation si le point d'impact se situe au centre du matériau, changement de vitesse de rotation dans le cas contraire.

Dans le cadre conceptuel d'une matière sans masse inertielle, la vitesse d'éloignement après collision par rapport au matériau percuté ne

peut prendre qu'une seule valeur. En effet, il n'y a aucune qualité « occulte » du matériau qui nous permettrait de déduire une quelconque variation dans les vitesses d'éloignement de différentes collisions. Ceci reflète le comportement expérimental du photon : quelle que soit la vitesse relative initiale entre le photon et le dispositif expérimental, la vitesse relative finale semble toujours égale à une valeur constante (dans le vide). Les directions des vitesses de translation et des axes de rotation des matériaux se déduisent de l'analyse géométrique de la collision.

Pour pouvoir juger correctement de la pertinence de ce modèle, il faut effectuer des simulations sur un nombre important de matériaux. Imaginons un nuage de matériaux immobiles (sans rotations et sans translations relatives). Envoyons un matériau avec rotation importante dans ce nuage. En appliquant les règles de collision évoquées, on peut déduire que le matériau projectile va causer des ondes de choc avec propagation des matériaux percutés. La fréquence de ces ondes de choc est égale à la fréquence de rotation du matériau projectile. Cela s'explique par le fait que lorsque le matériau est parallèle à sa vitesse de translation, il « perce » à travers le nuage ; lorsqu'il est perpendiculaire, sa « section efficace » est maximale. Or la direction de l'étendue du matériau varie périodiquement. Il y a « concordance de phase » entre la fréquence de rotation du matériau et la fréquence des ondes de choc induites par la même rotation. L'onde de choc étant composée de matériaux, sa vitesse de propagation est du même ordre que la vitesse du matériau projectile. On retrouve là une similitude avec les résultats des travaux de Louis de Broglie<sup>5</sup>, pour qui « *les photons incidents possèdent une fréquence d'oscillation interne égale à celle de l'onde* ». Pour de Broglie, c'était l'onde qui pilotait la fréquence interne du photon ; dans le modèle du matériau, c'est le matériau qui pilote la fréquence de l'onde.

Dans le nuage de matériaux précédent, on imagine un écran avec deux fentes (dispositif de Young, **Figure 2**). Le matériau projectile, qui traverse une des deux fentes, va interférer avec les ondes de choc qui sont passées par l'autre fente. Si l'on assimile le matériau en rotation à un



**Figure 2. Dispositif expérimental de Young. Un photon projectile est émis en A, passe par la fente B et interfère sur l'écran D avec les ondes de choc produites par ce même photon en amont des deux fentes, qui sont passées par la fente C.**

