

Nécessité fait loi

MIHAI GANCIU

Les expériences réalisables «sur table» favorisent la coopération scientifique et la transdisciplinarité.

Avant 1994, les lasers X étaient d'énormes installations, composées de laser classiques puissants, qui émettaient une lumière visible, focalisée sur des cibles solides. Aussi la communauté des physiciens fut bouleversée d'apprendre que Jorge Rocca et ses collègues de l'Université du Colorado avaient construit un laser à rayons X qui tenait tout entier sur une table. Quoi, une décharge électrique, dans un petit tube capillaire rempli d'argon, provoquait un effet laser à une longueur d'onde de 46,9 nanomètres, remplaçant ainsi les volumineuses installations de naguère !

Aujourd'hui les physiciens utilisent encore des systèmes classiques pour obtenir des faisceaux laser X de très courte longueur d'onde, mais de nombreux laboratoires explorent la piste ouverte par J. Rocca. Les progrès de ce type intéressent des physiciens de tous les pays, mais ils sont surtout vitaux pour des équipes dont les financements sont faibles. Je veux montrer ici, sur des exemples, que les difficultés financières qui nous limitent aux expériences «de table» sont une incitation à la coopération transdisciplinaire et internationale. Les scientifiques qui ont le moins de moyens sont

poussés à utiliser au mieux les ressources théoriques et à mettre au point des systèmes simples, qui profitent en retour à tous les laboratoires, riches ou pauvres. Inversement, les laboratoires des pays les plus riches peuvent collaborer avec les équipes démunies sur des projets légers.

Les résultats de J. Rocca ne nous sont pas étrangers : nous utilisons ses publications depuis longtemps et, à l'aide de décharges électriques, nous obtenons des faisceaux intenses de particules chargées, que nous dirigeons vers des cibles gazeuses ou solide. Pour obtenir de telles décharges, nous employons un matériel réduit au strict nécessaire : des écrans d'ordinateurs, par exemple, nous fournissent des tensions électriques de plusieurs dizaines de milliers de volts (il suffit de désosser l'appareil et de repérer la sortie du transformateur) ; et comme il est coûteux de faire des expériences dans le vide poussé, nous étudions les décharges qui sont produites dans des gaz à des pressions accessibles aux pompes à vide primaire.

Depuis 1990, nous collaborons avec des chercheurs russes et bulgares, avec qui nous avons mis au point des lasers à plasma de recombinaison. Dans ces systèmes, des décharges électriques ionisent un mélange de néon et d'hydrogène ; lors de la recombinaison des ions et des électrons, les espèces neutres qui se forment sont dans un état excité, qui conduit à un effet laser si les tubes à décharge sont placés dans une cavité optique (deux miroirs en vis-à-vis). Grâce à ces systèmes de table, l'équipe russe a vérifié les simulations numériques qu'elle avait mises au point pour l'étude des lasers à pompage nucléaire, des lasers de très grandes dimensions, où le gaz actif, émetteur de faisceau laser, est excité par des particules subatomiques chargées, formées lors de réactions nucléaires. Comme la construction des lasers à pompage nucléaire est aujourd'hui presque abandonnée, nos collègues russes craignaient que leur travail n'ait été fait en pure perte, mais les systèmes de table ont été une solution salvatrice.

Dans des pays «riches», aussi, les systèmes de table s'imposent : le petit

laser que nous avons construit permet l'étude des recombinaisons de plasmas ; c'est ainsi que nous avons été conduits à collaborer avec Anne-Marie Pointu et ses collègues du Laboratoire de physique des gaz et des plasmas, à l'Université Paris-Sud. Dans ce cas, la simplicité de nos systèmes a permis de faire des expériences qui auraient été excessivement coûteuses et lentes, tandis que nous profitons des équipements perfectionnés d'analyse qui sont disponibles à l'Université et au CNRS.

De surcroît, les systèmes de table conduisent à des applications dont la portée aurait été très limitée si les phénomènes physiques mis en œuvre étaient restés cantonnés aux gros centres de recherche. Ainsi nous avons récupéré une partie des techniques de table qui avaient été mises au point lors de l'exploration des lasers à pompage nucléaire et montré que nos faisceaux électrons intenses, pulsés et bien collimatés, sont utilisables comme sources de rayons X, pour l'usinage des surfaces, pour le dépôt de couches minces, etc.

D'autre part, l'étude des processus d'excitation, d'ionisation et de recombinaison dans des gaz à haute pression a nécessité la mise au point préalable de décharges pulsées, dans des gaz à la pression atmosphérique ; ces décharges ont des applications inattendues : avec Alexandru Balaban et ses collègues de l'Institut roumain d'électrochimie, nous avons étudié l'effet de champs électriques intenses sur des fluides à surface libre (par exemple, des particules solides dispersées dans de l'huile s'alignent très rapidement quand on place la suspension de particules dans un champ électrique puissant). Cet effet permettrait une commande rapide de l'écoulement des liquides à surface libre qui éviterait des fuites, en cas de rupture de canalisations contenant des gaz ou des liquides dangereux (voir la figure).

Aujourd'hui, les études de ce type, réalisables avec de petits systèmes, sont presque les seules possibles en Roumanie et dans d'autres pays où les financements de la recherche restent insuffisants. Grâce aux coopérations internationales, ces systèmes conduisent à des applications des résultats fondamentaux, tandis qu'ils donnent aux théoriciens l'occasion d'explorer les nouvelles voies.

Mihai GANCIU est physicien au Département des plasmas froids de l'Institut de physique atomique INFAPR, à Bucarest. Il est également professeur invité de l'Université Paris-Sud.



L'écoulement d'un liquide est bloqué par une décharge électrique à la pression atmosphérique.



Bien des énigmes de l'Univers mettent simultanément en jeu¹ d'énormes faits cosmiques et de minuscules grains qu'on découvre sans cesse.

Les problèmes de grandeur ont toujours fait bosser les chercheurs. Ils se sont penchés autant sur le bas d'échelle, ce qui implique des tailles très courtes et des faibles masses, que sur les cotes des comètes.

Se prêtant au jeu du néant, un néant fécond, Einstein, grand humaniste couvert d'honneurs dont la description des courbes nécessite beaucoup de veilles, a tordu l'abîme immense. Il a dilaté les temps en les comptant. Mais il n'a pas vu l'extension de l'Univers que des expérimentateurs ont observée en captant des «bips», «bips» qui tombent sur la Terre. Un astronome colérique qui perdait son latin dès qu'il explosait et tenait alors d'incompréhensibles propos sur Saturne, un vrai sabir, a même prétendu qu'un effet Auger des profondeurs zénithales expliquait l'annulation d'une nova ! On a vu une astrophysicienne vexée en parlant des rayons cosmiques sans valeur : on lui avait dit que sa glotte était pleine de muons. En revanche, d'autres chercheurs sensés qui savaient communiquer ont su exploiter ces messages spatiaux, et décoder avec un art consommé, comme le fit tel savant à tête de lion en découvrant ses pulsars.

En face de ces champions des fresques spatiales, chéris des chroniqueurs fréquentant assidûment leurs groupes, on trouve des spécialistes des particules qui testent sans cesse et sans fin. Ces physiciens font une sacrée tête dès qu'ils découvrent de beaux photons. Une spécialiste des quarks a trouvé beaucoup de sites pour la

«beauté». D'autres expertes maîtrisent parfaitement la réduction des sections efficaces et se montrent indulgentes envers les journalistes qui biffent «proton», ont des attitudes bêtes devant leurs kaons mais fêtent leurs pions. Et ils savent les emmener sur la piste des chimères.

Des lycéens sortant du bac en se demandant si l'Univers est clos, aux membres de l'Académie fêlés dès qu'ils parlent de dilatation car ils se demandent si l'abîme se tasse, tous les scientifiques supputent les mêmes choses en prenant parfois de drôles de poses comme certains jeunes licenciés qui se font volontiers pompeux et se prennent au jeu des questionnaires. Quelles valeurs pour les spins²? Les champs sont-ils légers? Un astrophysicien à turban parle souvent de masse cachée.

Les chercheurs se branchent alors sans délai sur de grands mystères sans craindre de vider bien des poches. Il faut des navettes valant beaucoup plus qu'un million et envoyer en l'air des cosmonautes qui se retrouvent décalés dès qu'ils sont en fusée. Mais il faut aussi d'énormes anneaux où ce ne sont pas des vieux bus qui circulent en pure perte car aucun n'attend personne, mais où paraissent et se cognent à chaque instant avec une colossale énergie de drôles de particules par centaines de milliers. Bref, il ne faut pas cesser de payer, ce qui déclenche une avalanche de coûts.

Ainsi, à Kamioka au Japon, les responsables internationaux d'une énorme expérience viennent de provoquer l'effroi des Nippons avec des coûts de taille. Mais cette débauche de béton va susciter beaucoup de thèses comme le montre l'équipe des chercheurs qui n'ont pas eu le temps de paresser et se font déjà connaître par le bruit de leurs chiffres.

C'est au bout d'une très longue prospection qu'a été lancé le germe des idées tant ces chercheurs étaient en quête de rare. Après bien des passages dans la région de Kamioka, ils ont découvert une immense mine. C'était l'abysse dont ils rêvaient et qui suscita d'emblée de grandes envies de fêtes. Indépendamment du choix des Nippons, ils ont voté avant de se déployer dans des travaux dont ils se disputaient les places. Ils ont commencé par étayer l'abysse car de tels trous ne se comblent pas facilement, puis elle a été complètement pla-

quée par l'équipe des chercheurs qui rêvaient de murs d'ambre. En définitive, après avoir encollé les murs, ils ont choisi l'habile détecteur dont ils se sont servi à de multiples exemplaires pour tapisser partout en se contentant de pain, car l'ascèse mais aussi les bains étaient de rigueur³. On se souillait facilement avant de pouvoir détecter ce qui était le but que couraient ces traqueurs de l'infime. Infimes ne furent pas les pannes mais ils finirent par arriver au bout et ce ne fut pas en treize ans.

Atteindre ce but devant lequel il ne cafouillèrent jamais leur permet de mieux connaître l'effet des forces faibles. Comment se transforme un neutron qu'on prend sur le nez? Mais aussi, comment notre Terre peut elle être tapée des milliards de fois par seconde sans qu'on ne sente rien, par d'invisibles grains-obus? Les hommes, eh bien, ont mis longtemps à trouver le neutrino. Puis ils l'ont vu de plus en plus léger mais ce n'est pas en le faisant chuter. A-t-il une masse et laquelle, ils en sont perturbés, car leurs femmes doutent avec eux. S'il en a une et si elle est trop grosse, ce sera l'effondrement général car le monde pèse trop et finira brisé. S'il n'en a pas ou si elle est toute petite, le monde ne pèse pas assez et finira par s'emballer, tel une énorme bulle qui gonfle et poursuit pour l'éternité son incroyable route.

Avec Kamioka et cette immense mine sans porosité, tout est désormais assez su. Quelques jaloux fustigent la «pègre de physiciens qui exhibent leur neutrino. D'après un spécialiste, c'est une vague célébrité du nom d'Aline qui parle ainsi de pègre et pourtant cette personne en a lu dans l'annonce : «Les neutrinos même maigris émergent massifs du Soleil.»

1. Le mot «jeu» est souvent employé par un arrogant spécialiste de Vernes (Vernes Jules) dont les fictions auraient, dit-on, affermi le règne.
2. Le grand spécialiste du spin est-il Fermi?
3. Le tout fut rempli par 50 000 tonnes d'eau et l'entretien des détecteurs (12 000 photomultiplicateurs) nécessitèrent de nombreuses plongées (*Phrase normative, NDLR*). On mangeait, puis on rotait avant de plonger.

Les lecteurs trouveront, à partir du 1^{er} avril, sur le site internet de Pour la Science (adresse : <http://www.pour-lascience.com>) une traduction du texte du Vicomte et ses 104 figures de style (sauf horreurs ou émissions).