

JEU-CONCOURS N° 58

PIERRE TOUGNE

Soustractions curieuses

Prenez un nombre de quatre chiffres non tous égaux, comme, par exemple, 2 871. Formez, avec ces quatre

chiffres, le nombre le plus grand, soit

8 721, et le nombre le plus

petit, soit

1 278. Calculez la différence entre

ces deux nombres, soit

$8\,721 - 1\,278 = 7\,443$. Avec ces quatre nouveaux chiffres, recommencez le procédé. On obtient ainsi 3 996, 6 264, 4 176. Enfin, avec 4 176, on forme $7\,614 - 1\,467 = 6\,174$, et le procédé s'arrête, car on obtient toujours 6 174.

En fait, quel que soit le nombre de départ (dont les quatre chiffres ne sont pas égaux), on converge vers 6 174. Si le nombre de départ comporte moins de quatre chiffres, on complète avec des zéros, non significatifs. Ainsi, 231 donnera $3\,210 - 0\,231 = 3\,087$, $8\,730 - 0\,378 = 8\,352$ et, enfin, $8\,532 - 2\,358 = 6\,174$. Comment démontrer cette propriété?

On peut naturellement former toutes les combinaisons de quatre chiffres non tous égaux ; il y en a 705 (vérification laissée au soin du lecteur), et

tester la propriété sur ces 705 nombres!

Cependant, avec un peu de

réflexion, on

peut diminuer notablement le

nombre de vérifications,

et ce sera l'objet du jeu-concours. Quel est le nombre minimum de tests à effectuer et quels sont les nombres à tester pour démontrer la propriété annoncée? Enfin, question subsidiaire : quel est, dans le cas le plus défavorable, le nombre de soustractions à effectuer pour arriver à 6 174?

6174

Envoyez vos réponses aux questions sur carte postale à *Pour la Science*, 8, rue Férou, 75006 Paris. Parmi les réponses exactes reçues pendant le mois d'avril 1999, dix gagnants tirés au sort recevront un livre.

RÉPONSE AU JEU-CONCOURS N° 56

Les lecteurs se sont répartis en quatre groupes principaux. Le premier s'est arrêté à 28, car il s'est interdit l'usage des parenthèses (ce que le texte du concours n'excluait pas) et, effectivement, pour 29, les parenthèses semblent inévitables comme, par exemple, $29 = 6 + 5 \times 5 - (9 + 5)/7$. Un deuxième groupe, beaucoup plus important (et dont je fais parti!) a buté sur 100, dont voici la solution : $100 = -6 \times 5 - 5 \times (9 - 5 \times 7)$. Un troisième groupe, beaucoup plus petit, s'est laissé arrêter par 121. Enfin, une grande majorité a atteint le nirvana, soit 124, dont voici les dix derniers :

$$115 = 6 + 5/5 + 9 \times (5 + 7)$$

$$116 = 6 + 5 + 5 \times (9 + 5 + 7)$$

$$117 = (6 + 5 \times 5 - 9) \times 5 + 7$$

$$118 = (6 + 5 + 5 + 9) \times 5 - 7$$

$$119 = 6 \times (5 \times 5 - 9 + 5) - 7$$

$$120 = 6 \times 5 - 5 \times 9 \times (5 - 7)$$

$$121 = 6 + 5 \times (5 - 9 \times (5 - 7))$$

$$122 = 6 \times 5 \times 5 - (9 - 5) \times 7$$

$$123 = 6 \times 5 - 5 + (9 + 5) \times 7$$

$$124 = 6 + 5 + 5 + 9 \times (5 + 7)$$

Une recherche informatique montre que les nombres non représentables sont 125, 145, 154, 164, etc.

Le nombre 655 957 ne semble pas avoir de propriétés très remarquables, hormis qu'il n'est pas premier : $655\,957 = 769 \times 853$ et qu'il peut se décomposer de deux façons, en somme de deux carrés, soit $726^2 + 359^2$ et $791^2 + 174^2$. Le nombre 6,55957 est le premier facteur de conversion de francs en euros.

Je voudrais néanmoins citer Monsieur Rémy Simon, pour le joli tour de force suivant : $655\,957 \times (555 - 5 \times 5 - 5) - 555 = 308\,299\,235$ s'écrit en base 26, quand on écrit 0, ..., 9, 10 = A, 11 = B, etc., POGNON!!

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.