

Quasi-cristaux

Dans l'article «Nouvelles visions des quasi-cristaux» (voir *Pour la Science*, septembre 1999), la démonstration de Petra Gummelt de l'existence d'un recouvrement des pavages de Penrose par une unique pièce décagonale proprement décorée repose sur les propriétés particulières d'un certain type de pavages pentagonaux, ceux dits de Penrose stricts. Elle n'est pas généralisable à des pavages quasi périodiques quelconques, même pentagonaux. Tout indique au contraire que, compte tenu des propriétés très spécifiques requises pour un recouvrement par un pavé unique, les pavages tridimensionnels réalistes – et, *a fortiori*, les structures atomiques – ne sont pas descriptibles par un unique pavé de recouvrement de taille pas trop grande (pour garder un sens physique plausible). Pour le pavage icosaédrique le plus simple correspondant aux quasi-cristaux réels tridimensionnels (structure icosaédrique de type F), Peter Kramer, l'un des trois auteurs cités dans l'article, identifie déjà au moins deux pavés générateurs.

Sur le fond, l'enjeu est de savoir en quoi la détermination d'un amas atomique prototype de recouvrement unique – à supposer qu'il existe dans les quasi-cristaux réels – pourrait apporter une nouvelle «vision» de ces solides.

Sur le plan descriptif, l'information est faible : certains atomes de l'amas prototype appartenant à deux ou plusieurs amas de façon variable selon la localisation de l'amas considéré, il est impossible de déduire directement la composition et la densité de l'alliage à partir de celles de l'amas : il faut connaître les fréquences d'apparition des divers recouvrements, ce qui revient à remonter dans l'espace à N dimensions. Pour la même raison, il est impossible d'en calculer le spectre de Fourier – calcul pourtant essentiel pour la confrontation des modèles avec l'expérience – sans, à nouveau, faire appel à l'espace de grande dimension. Les «modestes résultats» (sic) sur les structures atomiques des quasi-cristaux obtenus à partir de modèles N -dimensionnels – qui, eux, conduisent directement à toutes ces informations –, constituent les seules données sérieusement quantifiées et confrontables à l'expérience. Plus grave, l'idée selon laquelle la stabilité du quasi-cristal provient de celle de l'amas de recouvrement est intenable. Qui pourrait argumenter que l'énergie d'un cristal est proportionnelle à celle de son motif ? Et, lorsqu'en plus, comme ici, les motifs se recouvrent de façon quasi périodique, il n'existe plus aucun moyen, même qualitatif, d'évaluer l'énergie du solide par rapport à celle du motif isolé.

Reste le problème de la croissance. Les règles de recouvrement des couleurs proposées par Petra Gummelt sont équivalentes aux règles d'incidence des tuiles losanges des pavages de Penrose : construire le pavage avec l'une ou l'autre des méthodes conduit aux mêmes types d'incompatibilités. Un théorème déjà ancien, dû à R. Penrose, stipule qu'il n'y a pas de règles de croissance locales pour ces pavages, et la belle décomposition géométrique de P. Gummelt n'y échappe pas. La compréhension de la croissance quasi cristalline n'est pas seulement une affaire de géométrie, elle passe aussi, et surtout, par une étude de la dynamique des atomes au sein du solide et en front de croissance. Recouvrement ou non, le problème reste entier.

Au total, ces «nouvelles visions des quasi-cristaux» se résument en une propriété géométrique très intéressante des pavages de Penrose stricts, mais l'interprétation physique est contestable.

Denis GRATIAS, L'Hay-les-Roses

Isolationnisme ?

Parce que je suis coupable d'avoir introduit la table à coussin d'air dans l'enseignement de la mécanique, parce que j'ai proposé une méthode pour la découverte expérimentale des lois de conservation, puis de non-conservation de la quantité de mouvement (méthode adoptée par la commission Lagarigue), je crois utile de réagir à ce propos de Jacques Treiner (voir *Pour la Science*, octobre 1999) : «Ainsi, la célèbre table à coussin d'air permet de se placer dans une situation qui n'existe jamais dans le monde réel, à savoir un monde sans frottements.»

Jacques Treiner n'a-t-il jamais connu le verglas ? N'a-t-il jamais lancé un caillou sur la glace d'un étang gelé et observé alors la loi d'inertie (presque ! Mais, en physique, c'est toujours presque !)?

Élevons le débat. Le monde réel met en jeu une telle multiplicité d'interactions qu'il ne peut être étudié qu'en entourant une partie de ce monde, appelée système, par une enceinte isolante interdisant les interactions autres que celles que l'on veut étudier expérimentalement. Par exemple : l'étude de l'interaction thermique entre deux corps nécessite leur enveloppement par une enceinte adiabatique réalisée approximativement avec le calorimètre. Faudrait-il exclure le calorimètre de l'enseignement sous prétexte qu'il n'existe pas de paroi adiabatique dans le monde réel ? Faudrait-il interdire les «fils électriques» dont l'isolement est imparfait dans

un monde réel ? La physique expérimentale utilise une multitude de parois approximativement imperméables à diverses grandeurs extensives : notre table à coussin d'air crée une situation dans laquelle un mobile est protégé – approximativement – d'un apport de quantité de mouvement. Dans un premier temps, on ne comprend pas comment fonctionne une paroi isolante (la paroi du calorimètre, la table à coussin d'air, etc.), mais cette paroi permet d'établir certaines lois de la physique. Réciproquement, les lois ainsi établies permettent de comprendre le fonctionnement de la paroi et de permettre le perfectionnement de cette paroi. La paroi perfectionnée est alors utilisée pour améliorer notre connaissance des lois de la physique, laquelle progresse ainsi par allers et retours entre lois fondamentales et technologie. Les élèves doivent comprendre cela !

Se satisfait-on d'un retour à la machine d'Atwood et de l'assimilation à un point matériel unique de l'ensemble de deux masses réunies par un fil passant sur une poulie ?

(La suite de la lettre est disponible sur le site Web www.pourlascience.com)

Pierre PROVOST, Clamart

Outrage !

J'ai été outré par le ridicule achevé de vos articles concernant l'évolution, et tout particulièrement la fable monumentale qui veut faire croire aux gens qu'ils ont pour grand-père un singe, pour arrière-grand-père un oursin, pour grand-mère une guenon... Cela sans aucune probité intellectuelle, vertu première et indispensable de tout homme, surtout s'il se prétend «homme de science».

En effet, vous avez publié un numéro démentiel sur la «préhistoire». On a trouvé, dites-vous, des traces de pas sur une boue solidifiée, et vous en déduisez que ces traces sont celles d'êtres humains – ou pré-humains – qui sont passés par là il y a plusieurs dizaines, voire centaines de millénaires... Vous n'en savez strictement rien. Vous êtes encore prisonniers du canular fantastique qu'a inventé l'abbé Breuil, le peintre des «grottes de Lascaux», grâce auxquelles il a convaincu de sottise tous les paléontologues du monde...

Abbé Joseph GRUMEL

Écrivez à *Pour la Science* vos réactions, vos commentaires et vos réflexions sur l'actualité scientifique et vos relations avec la science. L'adresse de *Pour la Science* sur Internet est : tribune@pourlascience.fr.