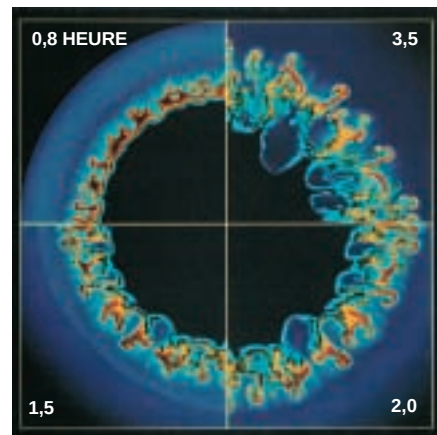


Jouer avec les étoiles

Un système à dix lasers pour analyser les supernovae.

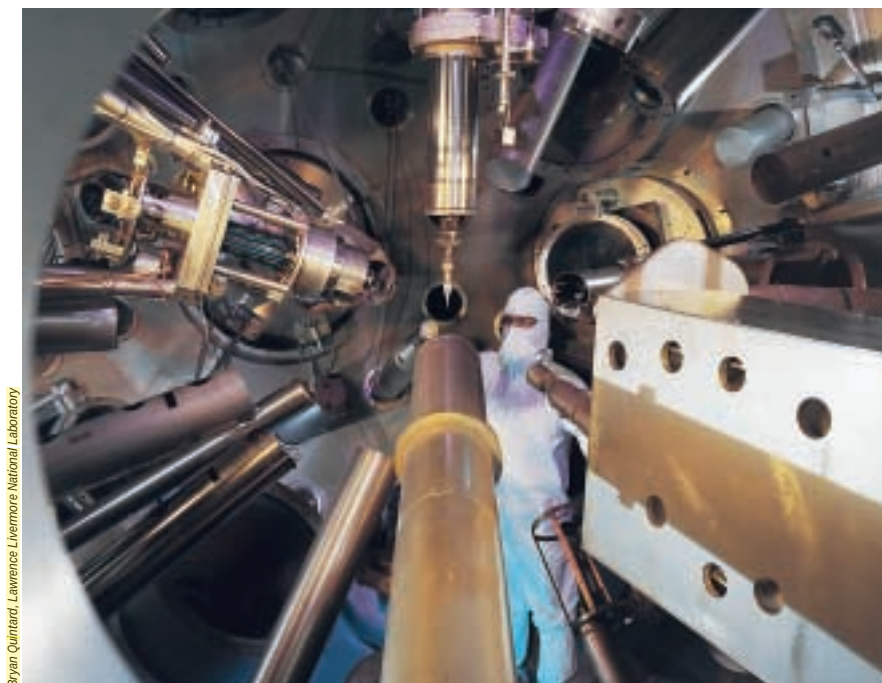
Il y a 11 ans, le 23 février, des astronomes de l'hémisphère Sud observaient un point brillant dans une galaxie voisine de la nôtre : c'était une supernova, l'explosion d'une étoile géante bleue, qui, faute de combustible nucléaire, s'était effondrée sur elle-même, tel un soufflé que l'on cesse de chauffer. Rebondissant sur le cœur, la matière des couches externes provoqua une titanique onde de choc et libéra, sous la forme de lumière, une quantité d'énergie égale à la totalité de l'énergie rayonnée par toutes les étoiles et galaxies visibles de l'Univers... mais en seulement dix secondes. Cette lumière se propagea pendant 160 000 ans, atteignant la Terre le 23 février 1987 ; d'où le nom SN 1987 A donné à la supernova.

Comment reproduire un tel phénomène en laboratoire ? Des physiciens du Laboratoire Lawrence Livermore utilisent aujourd'hui le laser Nova afin de recréer des conditions comparables à celles qui ont propulsé la couche externe de l'étoile dans l'espace. Évidemment, la reproduction se fait à petite échelle : les faisceaux laser – portant une énergie totale de 30 000 milliards de watts – sont focalisés sur un cylindre en or de trois millimètres de long, en partie recouvert d'une double couche de cuivre et de plastique.



Simulation numérique de l'explosion d'une supernova.

Les dix lasers émettent simultanément, vaporisant le cylindre d'or et formant une pluie de rayons X, qui engendrent un plasma. Les images réalisées par les caméras qui équipent le dispositif montrent des phénomènes analogues à ceux qui avaient été prévus par les simulations de supernova... au moins à deux dimensions. À trois dimensions, les simulations n'ont pas reproduit correctement la supernova SN 1987A : la vitesse de la matière éjectée par la supernova était deux fois supérieure à la vitesse calculée. Les physiciens américains espèrent que les paramètres mesurés lors des expériences menées à l'aide du laser Nova, extrapolées aux dimensions cosmiques, expliqueront les insuffisances des simulations.



Bryan Quittard, Lawrence Livermore National Laboratory

Le laser Nova délivre une énergie lumineuse de 30 000 milliards de watts sur une minuscule cible (à l'extrémité de la pointe verticale). Cette cible est un modèle réduit de supernova.

Le ressort et l'amortisseur

Des matériaux poreux et des liquides non mouillants stockent ou dissipent l'énergie.

Un nouveau groupe d'études industrielles qui réunit des laboratoires privés ou publics, civils ou militaires, prépare l'exploitation d'une idée physique apportée en France par le physicien russe Valentin Erochenko, aujourd'hui professeur à l'École nationale supérieure des techniques avancées (ENSTA) : le stockage ou la dissipation d'énergie par des matériaux poreux où circulent des liquides non mouillants.

L'idée est si simple qu'on s'étonne de la voir apparaître si tardivement : quand un liquide ne mouille pas une surface, on ne peut le mettre en contact avec cette dernière que si on lui apporte de l'énergie ; et puisque le liquide ne mouille pas la surface, il restitue l'énergie stockée en se séparant de la surface, quand il en a la possibilité. N'est-ce pas le principe du ressort ? Toutefois, comme l'énergie ainsi stockée par unité de surface est très faible, le seul moyen de l'augmenter notablement consiste à augmenter l'aire de la surface et, par exemple, à forcer la pénétration du liquide dans un matériau poreux, dont la surface totale développée atteint classiquement celle d'un terrain de football pour quelques centimètres cubes de solide.

Pourquoi un tel système serait-il supérieur à un ressort ? Tout d'abord parce que l'énergie stockée peut être considérable : elle atteint 200 joules par centimètre cube

de couple solide-liquide, et les forces restituées atteignent un millier de kilogrammes force. D'autre part, un tel système s'utilise peu (il supporte des centaines de milliers de cycles), puisqu'aucune pièce mécanique ne frotte contre une autre. Ensuite il tient parfaitement la « charge » : sans fuite, les molécules qui sont piégées dans le matériau y restent, jusqu'à ce qu'elles aient la possibilité d'en sortir, lors de l'ouverture d'une commande. C'est ainsi que V. Erochenko conserve un de ses systèmes depuis 12 ans, mesurant périodiquement la pression libérable : elle n'a pas changé de façon mesurable.

Si le principe du système a été bien étudié à Kiev, le groupe d'étude qui vient de se constituer en France cherche aujourd'hui les matériaux poreux et les liquides adaptés à chaque utilisation. La gamme des matériaux poreux est vaste : le silica gel, le charbon poreux, le verre poreux, l'alumine ou divers autres oxydes préparés par le procédé sol-gel peuvent accueillir de l'eau, du mercure ou des sels fondus... Toutes les associations sont possibles, à condition que le principe de base soit respecté : le liquide ne doit pas mouiller le solide poreux.

De surcroît, des variations inattendues du système sont possibles : si les pores du solide sont suffisamment gros et connectés de façon appropriée, la quantité de liquide qui vient au contact direct de la surface est proportionnellement faible, et le liquide circule beaucoup dans le matériau, dissipant l'énergie ; le système est alors un amortisseur.

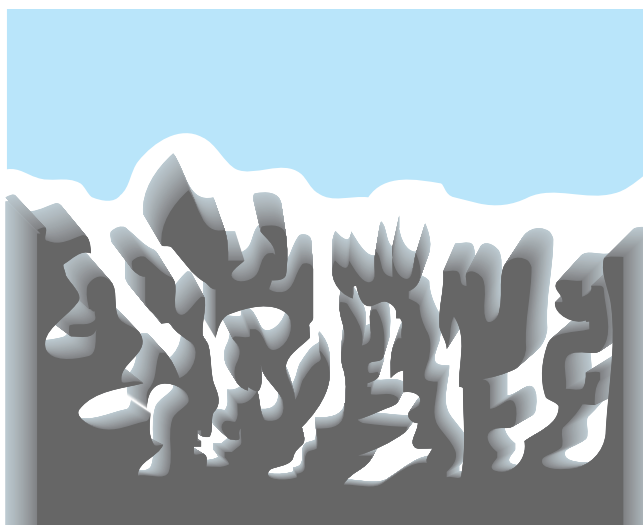
L'Aérospatiale, Bouygues, Dassault aviation, Elf Atochem, Giat industries, Jarret, la Snecma, DLDI et dix laboratoires de recherche publique s'intéressent au



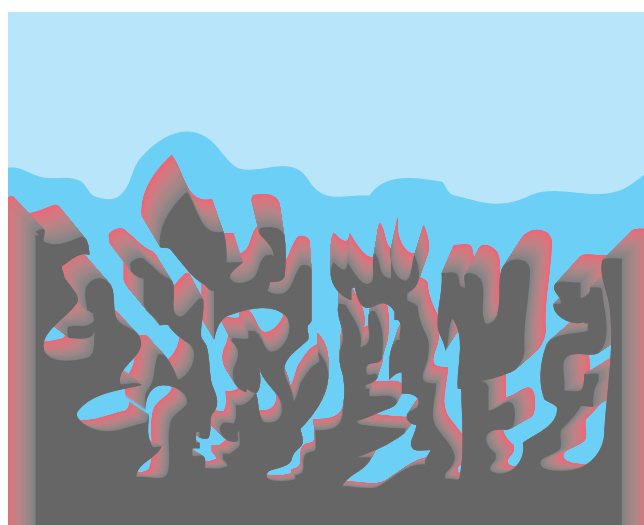
D.R.

Clé thermique à trois temps : (1) compression après chauffage ; (2) solidification du liquide par refroidissement ; (3) restitution de l'énergie mécanique lors du réchauffage.

procédé, avec des besoins variés. On entrevoit des dispositifs pour ouvrir les panneaux solaires des engins spatiaux, des bistouris chirurgicaux, des systèmes antisismiques, des systèmes de transformation de la chaleur en énergie mécanique. Par exemple, on a créé une « clé thermique », où l'on utilise les variations de l'énergie interfaciale pour stocker l'énergie : à chaud, on profite de cette réduction de l'énergie interfaciale pour faire entrer le liquide dans le solide poreux ; puis on solidifie le liquide en le refroidissant ; et on réchauffe le système quand on veut récupérer l'énergie. Enfin, des amortisseurs qui ressembleraient à ceux qui ont été employés pour les avions-cargo russes de type Antonov sont à l'étude.



On doit fournir de l'énergie pour faire pénétrer dans un solide poreux un liquide (en bleu) qui ne mouille pas le solide (en noir). Quand on



relâche la contrainte appliquée, l'énergie de surface (en rouge) est entièrement restituée.