

SELON QUE LES ATOMES S'ASSEMBLENT DE TELLE OU TELLE FAÇON, LA MATIÈRE CHANGE D'APPARENCE ET DE POUVOIRS...

LES 5 FANTASTIQUES ÉTATS DE LA MATIÈRE

ILLUSTRATIONS : JEAN-FRANÇOIS CARITTE

Dans la famille Matière, ils sont cinq à se partager l'Univers. Cinq visages différents que peut prendre une même substance selon l'arrangement de ses atomes à un moment donné. Regardez l'eau par exemple, on la connaît sous bien des formes : glaçon, flaque ou vapeur, tout dépend de son architecture intime. Voici donc comment se construisent les différents états de la matière...

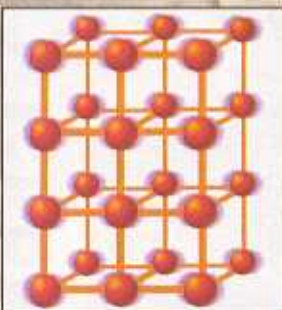
SOLIDOS, UN DUR DE DUR

Place au costaud de la bande! Solidos est un gaillard sur lequel on peut s'appuyer sans problème, voire peser de tout son poids. Il est du même acabit qu'un rocher, une poêle à frire ou un diamant. En clair, c'est un solide, le plus rigide des états de la matière. Le seul à posséder une forme propre, alors que les autres sont contraints d'épouser celle du récipient qui les contient.

La plupart des solides sont des cristaux, ce qui signifie que leurs constituants élémentaires (les atomes ou groupements d'atomes que l'on appelle aussi molécules) sont soigneusement rangés, par exemple placés à chaque coin d'un cube ou à chaque angle d'un hexagone. Mais il existe aussi des solides, dit «amorphes», dont les atomes ne sont pas bien rangés. L'un des plus fameux? Le verre.

Si Solidos est si ferme, c'est grâce aux forces qui lient ses composants. Ces liaisons sont principalement de deux types. La plus forte est la liaison covalente.

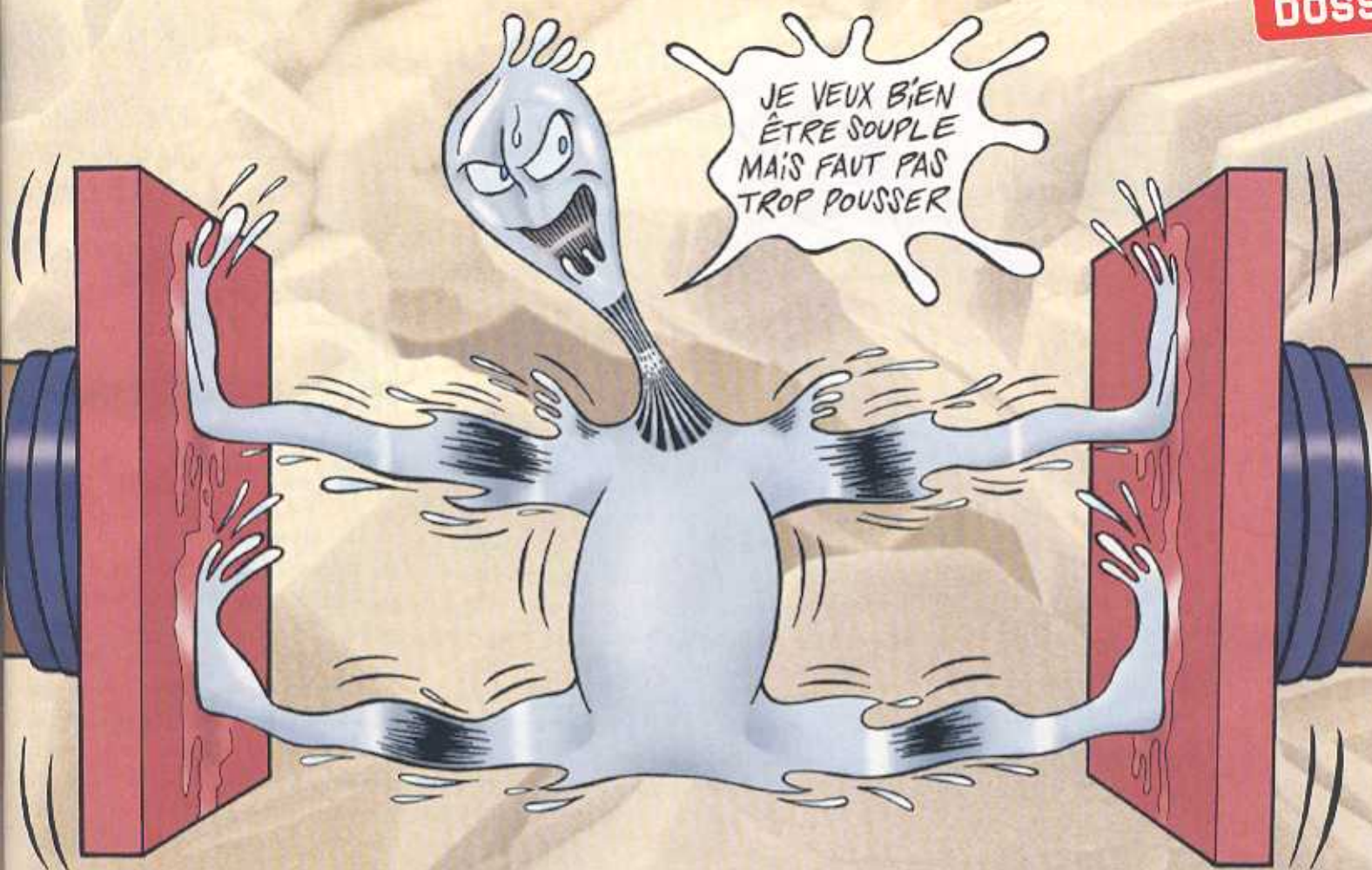
Les atomes mettent alors en commun des électrons pour former une sorte de pont. Le diamant, par exemple, est constitué d'atomes de carbone liés entre eux par covalence. L'autre liaison que l'on peut trouver dans Solidos est la liaison ionique. Plus faible, elle s'apparente à l'attraction entre les pôles opposés de deux aimants. Elle assure la cohésion d'un grain de sel par exemple, en unissant les ions Na^+ et Cl^- .



CONSTRUCTION RIGIDE

Dans un solide cristallin, l'ordre règne parmi les atomes! Ils sont serrés les uns contre les autres et rangés selon un ordre précis. Sur notre exemple, ils sont à chaque coin d'un cube. Tout ça tient debout car des forces très résistantes lient les atomes entre eux.



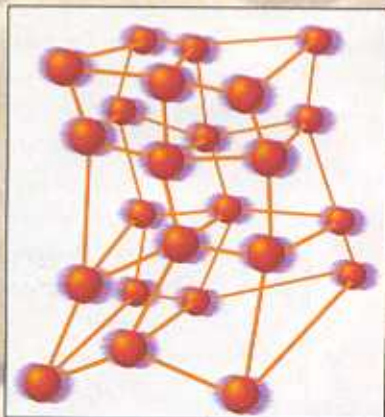


LIQUIDUS, TOUT EN SOUPLESSE

Liquidus est du genre changeant. Contrairement à Solidos qui garde sa forme en toutes circonstances, Liquidus n'en possède pas. Ou plutôt il les possède toutes, vu qu'il prend toujours celle du récipient qui le contient. Là encore, rien de tel qu'un petit coup d'œil dans ses entrailles pour comprendre. Les éléments de base de Liquidus, ce sont des molécules en quasi-liberté. Comme elles vont où elles veulent, pas moyen de garder bonne figure.

Les molécules ne sont toutefois qu'en liberté surveillée : des forces d'attraction maintiennent une certaine cohésion du liquide. Chaque molécule, en effet, se comporte un peu comme un aimant, avec un pôle positif et un pôle négatif du fait de la répartition irrégulière des charges électriques à sa surface. Les molécules s'attirent donc entre elles, mais ces forces sont faibles en comparaison de celles qui relient les composants d'un solide. Il suffit de peu d'énergie (un poil de chaleur par exemple) pour les rompre. Quoi qu'il en soit, heureusement qu'elles sont là. Sinon les molécules prendraient carrément la poudre d'escampette, comme c'est le cas pour Lady Gazeuse (voir page suivante).

Enfin, ce n'est pas parce que Liquidus épouse toutes les formes qu'il se laisse marcher sur les pieds. Vous n'avez qu'à essayer de comprimer l'eau d'un verre. Très vite, elle sera aussi résistante que du béton. Et pour cause : ses molécules sont déjà très tassées. Alors pas question de les serrer davantage.

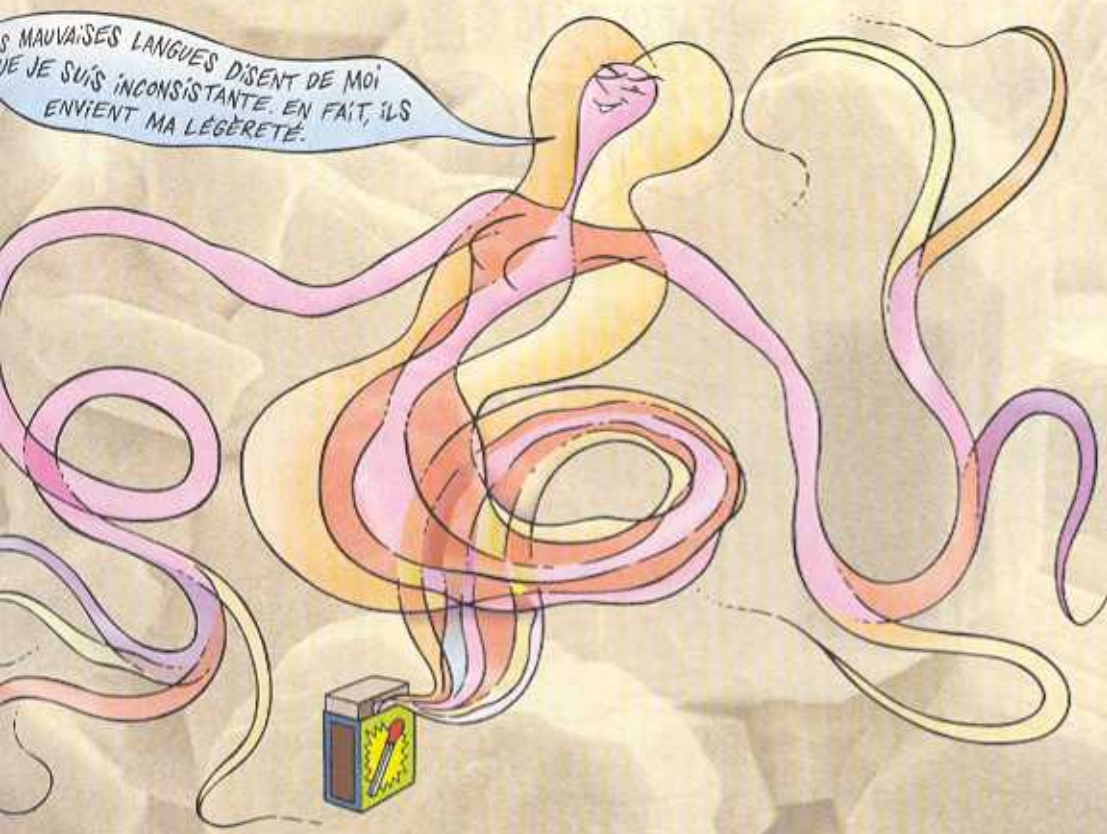


DÉFORMABLE À SOUHAI

Du côté des liquides, ce n'est pas vraiment la discipline de fer. Leurs constituants de base sont faiblement liés entre eux. Du coup, ils en profitent pour bouger sans cesse. Tout en restant au contact les uns avec les autres.

LES MAUVAISES LANGUES DISENT DE MOI
QUE JE SUIS INCONSISTANTE. EN FAIT, ILS
ENVIENT MA LÉGÈRETÉ.

PAR VULCAÏN!
JAMAIS RIEN
NI PERSONNE
NE
M'ARRÊTERA!



L'INSAISSISSABLE LADY GAZEUSE

Légère comme tout, sans consistance, voici Lady Gazeuse. Premier constat : on peut la traverser sans encombre. En effet, elle ne possède pas de corps à proprement parler. Car plus question de liaisons, même faibles, entre les molécules qui composent notre super Lady : elles sont libres comme l'air (un gaz, justement). Du coup, à y regarder de plus près, c'est un vrai souk dans les vapeurs de Lady Gazeuse. Les molécules filent en tous sens à des vitesses phénoménales, plusieurs centaines de kilomètres par heure.

Enfin, contrairement à son collègue Liquidus, Lady Gazeuse sait se faire toute petite. Alors qu'elle occupe tout le volume d'une pièce, elle peut être comprimée pour entrer tout entière dans une boîte d'allumettes. Un exploit qu'elle réalise grâce aux larges espaces qui existent entre ses molécules.



ENFIN LIBRES !
Là, c'est carrément l'anarchie ! Les molécules ne sont plus liées entre elles, et partent dans tous les sens. Au contraire des solides et des liquides, il peut donc se creuser de grands écarts entre deux molécules. Un gaz peut ainsi se dilater jusqu'à occuper tout l'espace qui l'entoure.

RIEN NE RÉSISTE AU CAP'TAIN PLASMA

Cap'tain Plasma, c'est un peu le fils terrible de Lady Gazeuse ! En effet, pour voir apparaître Cap'tain Plasma, il faut chauffer la Lady jusqu'à plusieurs milliers de degrés. Les molécules du gaz, gavées d'énergie, s'agitent et se percutent si violemment qu'elles se brisent. On se retrouve alors avec des molécules en pièces détachées, autrement dit des atomes. Et ce n'est pas fini ! La chaleur est telle que les atomes chahutés ont leurs électrons arrachés. Et voilà Cap'tain Plasma : une soupe de noyaux d'atomes s'agitant en tous sens au milieu d'une mer d'électrons. Prenez garde ! Tout objet plongé dans cette soupe est pulvérisé.

Évidemment, si Solidos, Liquidus et Lady Gazeuse supportent très bien le climat de la Terre, il n'en est pas de même pour lui. Son royaume est dans les étoiles. Et pour cause, leur cœur à plusieurs millions de degrés est pour lui un petit nid douillet. Toutefois, si Cap'tain Plasma ne passe pas souvent sur Terre, il n'est pas rare pour autant. On estime que 99% de la matière dans l'Univers se trouveraient sous la forme de plasma.



L'ÉTRANGE MISTER BOSE-EINSTEIN

C'est le petit dernier de la bande, aperçu pour la première fois en 1995. Un cas très spécial. Mister Bose-Einstein est un gaz glacé, c'est le moins que l'on puisse dire : $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$! À cette température, ses atomes se comportent un peu comme un banc de poissons. Ils avancent tous dans le même sens, très lentement. Et s'ils changent de direction, ils le font en même temps. En résumé, Mister Bose-Einstein a ses atomes aussi libres que Lady Gazeuse, mais aussi disciplinés que Solidos.

Pour l'instant, Mister Bose-Einstein est surtout une créature de laboratoire fabriquée par des chercheurs. Il ne contient que quelques millions d'atomes. Ce n'est pas lourd, il en faudrait des milliards de fois plus pour se faire une idée de ses pouvoirs. Toutefois, ils devraient ressembler à ceux de ses cousins Superfluide (un liquide refroidi à $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$) et Superconducteur (un métal, fortement refroidi également, capable de conduire l'électricité). Leurs propriétés sont remarquables. Par exemple, un courant électrique injecté dans un fil superconducteur circulera éternellement, tout simplement parce que rien ne vient gêner la marche des électrons qui portent ce courant. Idem pour un superfluide : s'il coule le long d'une vitre par exemple, il ne laissera aucune traînée derrière lui. Dans le cas de Mister Bose-Einstein, si vous le traversiez, ses atomes s'écarteraient tous en même temps pour vous laisser passer, comme les eaux de la mer Rouge s'ouvrant devant Moïse ! ●

Remerciements à : Jean Dalibard, École normale supérieure, à Paris ; et Vincent Laurent, Institut Galilée/CNRS, à Villetaneuse.



TOUS AU PAS
Dans un condensat de Bose-Einstein, les atomes sont quasiment figés dans le même état. Impossible de distinguer un atome d'un autre. Ils avancent tous à la même vitesse (très faible) et dans la même direction.

ÇA ME LAISSE
TOTALEMENT FROID!
REPASSE QUAND
TU VEUX!



ÇA FUSE !

Dans cette soupe de plusieurs millions de degrés, on ne trouve que des particules s'agitant dans tous les sens très rapidement ! Ces particules sont des noyaux d'atomes et des électrons (ici représentés par leurs trajectoires en bleu). Ces derniers devraient normalement tourner sagement autour de leurs noyaux. Mais le chaos est si grand qu'ils sont arrachés.