

QUESTION AUX EXPERTS

L'inversion du champ terrestre sera-t-elle une catastrophe ?

La polarité du champ magnétique de la Terre a changé plusieurs fois au cours des ères géologiques. Sans dégâts !

Henri-Claude NATAF



© Shutterstock.com/Andrey VP

Le champ magnétique de la Terre a un pôle Sud et un pôle Nord. Or ces pôles magnétiques vont s'inverser. Dans 1 000, 10 000, 100 000 ans, plus ? Les géophysiciens ne sont pas capables de le prévoir, mais en tout cas cette inversion ne déclenchera aucune catastrophe.

Le champ magnétique terrestre n'a rien de bien impressionnant. En surface, son intensité est d'une cinquantaine de microteslas, soit 100 fois moins que celle d'un aimant de réfrigérateur. Il suffit cependant à orienter une petite aiguille aimantée – une boussole – et à former un bouclier contre les particules cosmiques chargées, qui s'étend sur plus de dix fois le rayon de la Terre.

Le champ magnétique de notre planète est dû aux courants électriques qui circulent dans le noyau terrestre, une grosse boule de fer liquide dont la température dépasse les 4 000 °C. Le fer liquide est animé de mouvements de convection (les parties les plus chaudes, moins denses, tendent à monter par poussée d'Archimède). En raison de ces mouvements, de l'ordre du millimètre par seconde, le champ magnétique induit des courants électriques, qui eux-mêmes entretiennent le champ.

Le champ terrestre est principalement dipolaire, comparable à celui que produirait un aimant à peu près aligné sur l'axe de rotation de la Terre. Aujourd'hui, le pôle Sud magnétique se trouve... près du pôle Nord géographique, mais il n'en a pas toujours

été ainsi. Loin de là : l'enregistrement par les roches du champ magnétique passé nous montre que sa polarité peut s'inverser en quelques milliers d'années. Cela s'est produit à un rythme aléatoire, mais plutôt soutenu, de plusieurs inversions par million d'années au cours des dernières ères géologiques !

La blogosphère regorge de scénarios effrayants sur les conséquences de telles inversions : changement du sens de rotation de la Terre, séismes et tsunamis gigantesques, catastrophe climatique, extinctions massives d'espèces, paralysie des circuits électriques, irradiations mortelles...

Des événements bénins

En réalité, une inversion du champ de la Terre est un événement bénin. Comme pour le Soleil, dont le champ magnétique s'inverse tous les onze ans, cela se passe en douceur. Pas besoin d'un réarrangement radical des écoulements dans le noyau. Et les enregistrements géologiques confirment que les nombreuses inversions passées n'ont provoqué aucun événement tectonique ou climatique décelable.

En fait, le champ magnétique ne s'annule jamais en s'inversant. Il chute, typiquement d'un facteur 10, et perd probablement son caractère dipolaire (il présente alors plusieurs pôles Nord et Sud). Le même phénomène se produit lors d'une excursion magnétique, qui est une inversion avortée au bout de laquelle le champ retrouve sa polarité initiale.

Cette atténuation du champ a toutefois des effets. La haute atmosphère subit un bombardement plus intense de particules. Il s'ensuit des trous dans la couche d'ozone, ce qui permet au rayonnement ultraviolet du Soleil de pénétrer plus profondément vers la surface. Mais pas de quoi s'alarmer : nos ancêtres ont déjà vécu plusieurs inversions sans que rien n'indique qu'ils en aient souffert. La dernière inversion franche remonte à 780 000 ans, et la dernière excursion magnétique à l'arrivée d'*Homo sapiens* en Europe, il y a 41 000 ans.

Notre civilisation technologique pourrait toutefois subir quelques désagréments dus à l'affaiblissement du bouclier magnétique spatial. C'est ainsi que, en raison de l'anomalie magnétique (un champ plus faible) présente sur l'Atlantique sud, les satellites qui survolent cette région peuvent voir leurs instruments ou logiciels endommagés par un flux plus important de protons en provenance de l'espace.

Par ailleurs, les éruptions solaires projettent des particules chargées qui illuminent les régions polaires la nuit et induisent aussi des courants électriques susceptibles de perturber les réseaux électriques. En serait-il de même en cas d'inversion magnétique ? Les chercheurs qui étudient les divers scénarios possibles sont nuancés : selon eux, une baisse de l'intensité du champ magnétique ne conduira pas partout à une augmentation des radiations. ■

Henri-Claude NATAF est géophysicien du CNRS à l'Institut des sciences de la Terre, à Grenoble.

ABONNEZ-VOUS À **POUR LA SCIENCE**

**OFFRE
DÉCOUVERTE**
59€

12 N^{OS} POUR LA SCIENCE



**VOTRE
RÉDUCTION**

24%

**OFFRE
PASSION**
79€

12 N^{OS}
POUR LA SCIENCE
+ 4 HORS-SÉRIES



**VOTRE
RÉDUCTION**

27%

**OFFRE
INTEGRALE**
99€

12 N^{OS}
POUR LA SCIENCE
+ 4 HORS-SÉRIES
+ ACCÈS
AUX ARCHIVES
DEPUIS 1996



**VOTRE
RÉDUCTION**

43%

BULLETIN D'ABONNEMENT

**POUR LA
SCIENCE**

À renvoyer accompagné de votre règlement à : Pour la Science - Service abonnements - 19 rue de l'Industrie - BP 90 053 - 67 402 Illkirch cedex

OUI, je m'abonne à Pour la Science et je choisis la formule :

■ J'indique mes coordonnées :

PAS472

Nom : _____ Prénom : _____

Adresse : _____

CP : _____ Ville : _____

Tél. Pour le suivi client (facultatif) : _____

■ Mon e-mail pour recevoir la newsletter Pour la Science (à remplir en majuscule).

@

Grâce à votre email nous pourrions vous contacter si besoin pour le suivi de votre abonnement. À réception de votre bulletin, comptez 5 semaines pour recevoir votre n° d'abonné. Passé ce délai, merci d'en faire la demande à pourlascience@abopress.fr

J'accepte de recevoir les informations de Pour la Science ☐ OUI ☐ NON et de ses partenaires ☐ OUI ☐ NON

■ Je choisis mon mode de règlement :

☐ Par chèque à l'ordre de Pour la Science

☐ Par carte bancaire - N° : _____

Date d'expiration : _____ Clé (Les 3 chiffres au dos de votre CB) : _____

Signature obligatoire

☐ **OFFRE INTÉGRALE**
12 N^{OS} POUR LA SCIENCE
+ 4 HORS-SÉRIES
+ ACCÈS AUX ARCHIVES DEPUIS 1996

99€
au lieu de 173,50€

PIA99E

☐ **OFFRE PASSION**
12 N^{OS} POUR LA SCIENCE
+ 4 HORS-SÉRIES

79€
au lieu de 108,50€

PIA79E

☐ **OFFRE DÉCOUVERTE**
12 N^{OS} POUR LA SCIENCE

59€
au lieu de 78,50€

PIA59E

Délai de livraison : dans le mois suivant l'enregistrement de votre règlement. Offre réservée aux nouveaux abonnés, valable jusqu'au 28/02/2016 en France métropolitaine uniquement. Pour un abonnement à l'étranger, merci de consulter notre site www.pourlascience.fr. Conformément à la loi "Informatique et libertés" du 6 janvier 1978, vous disposez d'un droit d'accès et de rectification aux données vous concernant en adressant un courrier à Pour la Science.

SCIENCE & GASTRONOMIE

Une théorie de quenelles

En choisissant le liquide de dilution, la matière grasse et d'autres ingrédients mis en œuvre dans les quenelles, on laisse libre cours à sa créativité.

Hervé THIS

Il existe des centaines de recettes de quenelles : pochées, rôties, au poisson, à la viande, avec de la graisse de rognon de bœuf ou de la crème... Laquelle choisir ? L'adaptation de recettes transmises par la tradition à nos penchants gustatifs nécessite de comprendre les phénomènes. Pour les quenelles, tout s'éclaire quand on se souvient que les chairs animales coagulent à la chaleur.

La base des quenelles est de la chair broyée, que l'on cuit. Mais la matière musculaire étant dense (pensons aux terrines) et parfois onéreuse, on ajoute de quoi assouplir.

Qu'il soit de viande ou de poisson, le tissu musculaire est un assemblage de fibres qui contient 25 % de protéines et 75 % d'eau. Le blanc d'œuf, avec ses 10 % de protéines et 90 % d'eau, est, cuit, plus tendre que les terrines, parce qu'il contient plus d'eau. Cette comparaison nous conduit à une première possibilité : à de la chair broyée, ajoutons un liquide et cuisons.

Quel liquide ? Les cuisiniers recourent rarement à de l'eau pure. Ils utilisent du vin, du bouillon, un fumet. Mais tout est possible, du café au jus de fruit. En quelle quantité ? On peut diluer au moins deux fois, pour obtenir une consistance analogue à celle du blanc d'œuf coagulé. En réalité, on peut faire mieux, puisqu'il est possible de gélifier jusqu'à environ 0,7 litre d'eau avec un œuf entier (qui contient environ 8 grammes de protéines, autant que dans 40 grammes de viande ou de poisson).

Qu'ajouter à ce gel ? Par exemple de l'air, de la matière grasse et des particules

solides. On introduit de l'air quand on fouette la préparation avant la cuisson. Dans une chronique précédente, j'ai d'ailleurs évoqué des mousses de viande ou de poisson, qui nécessitent en pratique qu'on libère efficacement les protéines de l'intérieur des fibres, en ne lésinant pas sur le travail de broyage. Si ce dernier est insuffisant, on brise les fibres musculaires, mais on ne libère pas leur contenu. Naguère, le travail des quenelles était pénible, mais les robots actuels facilitent la tâche : il suffit de les faire fonctionner quelques minutes de plus.

Matière grasse liquide, particules solides...

Par ailleurs, puisque la préparation qui est coagulée comporte de l'eau et des protéines, on peut sans difficulté émulsionner de la matière grasse. N'importe quelle matière grasse à l'état liquide convient, qu'il s'agisse de crème, de beurre fondu, de beurre noisette, de foie gras fondu, de fromage fondu, de chocolat fondu. Son choix est évidemment important pour le goût, mais aussi pour la consistance : au refroidissement, des matières grasses se solidifient à l'intérieur des quenelles, comme elles le feraient à l'extérieur.

Enfin, l'ajout de « particules » solides offre la possibilité d'agrandir encore l'univers des quenelles : de la pistache ou des noisettes, des éclats de caramel, pour des quenelles sucrées – car qui a érigé en loi que les quenelles doivent être salées ? Dans ce chapitre de la dispersion des particules solides, mettons aussi les panades, qui sont

à la fois un moyen d'utiliser des pains rassis, mais aussi une façon d'introduire des particules gélifiées, car, chauffée dans de l'eau, la farine s'empèse. Les grains d'amidon gonflent et forment un gel qui, quand on mêle la panade à la chair broyée, n'est généralement pas bien dispersé.

Ce n'est pas un défaut. Pour organiser des variations de goût au sein de la quenelle, on peut disperser médiocrement la panade à la chair broyée, afin de produire des alternances de chair et de panade, cette dernière pouvant être faite d'un liquide qui aura un goût différent de celui utilisé pour diluer la chair.

On peut aussi faciliter et améliorer la nécessaire cuisson des quenelles. Mouler les quenelles en faisant passer la préparation d'une cuillère à une autre, avant de déposer la quenelle dans l'eau frémissante, demande du doigté... Pourquoi ne pas, plus simplement, envelopper la préparation dans un film alimentaire que l'on poche ou que l'on passe au four à microondes ? ■



Hervé THIS, physicochimiste, est directeur du Centre international de gastronomie moléculaire AgroParisTech-Inra et directeur scientifique de la fondation Science & culture alimentaire (Académie des sciences).



Retrouvez la rubrique
Science & gastronomie sur
www.pourlascience.fr

