



Questions...

HERVÉ THIS

Des expériences simples suffisent-elles pour résoudre des on-dit culinaires ?



Dans cette rubrique, nous avons toujours présenté des résultats d'explorations de tours de main culinaires. Certaines questions ne seront résolues qu'au prix d'analyses fines, mais d'autres sont à la portée d'un expérimentateur équipé d'un matériel simple : une balance précise, un thermocouple, afin de mesurer la température, des éprouvettes graduées, du papier pH... Nous vous livrons quelques questions glanées dans les livres de cuisine, anciens ou modernes. Dans tous les cas, ne vous lancez pas trop vite dans l'interprétation : avant d'examiner les causes, vérifiez les effets. D'autre part, privilégiez les conditions opératoires de cuisine : un dicton peut devenir faux quand on le sort de son contexte.

N'hésitez pas à envoyer les comptes rendus de vos expériences à la revue *Pour la Science*. J'en ferai une synthèse dans quelques mois.



1. Les poires qui rougissent : dans un ouvrage intitulé *Le Cuisinier parisien*, publié en 1838, le chef Bernard Albert écrit à propos de compote de poires : « Comme les poires restent rarement blanches, il vaut mieux les avoir rouges tout à fait ; il suffit pour cela de mettre dans le sirop où elles cuisent un petit morceau d'étain fin ; ce morceau d'étain peut servir indéfiniment et son emploi n'a rien de malsain. Une casserole étamée produirait le même effet, mais si elle avait servi à d'autres usages, il faudrait auparavant y faire bouillir de la cendre pour en enlever tout ce qui peut être resté attaché à sa surface ».

L'expérience n'est pas difficile à faire ; si vous n'avez pas d'étain fin, vous pouvez utiliser du fil à soudure ou cuire votre compote dans une casserole étamée. Le chef ne donne pas les proportions

de sucre, d'eau et de fruit, mais sont-elles importantes ? Je vous laisse juger, et vous signale seulement qu'à ce jour, je n'ai jamais observé l'effet décrit.

2. Dans *La bonne cuisine de Madame Saint Ange*, l'auteur écrit que les oiseaux préparés en salmis ne doivent être que tièdes quand on les découpe : « S'ils sont découpés au sortir du rôti, tout leur jus s'écoulera des chairs. » Est-ce vrai et pourquoi ? Pour interpréter les phénomènes, n'oublions pas que la partie externe de la chair perd davantage son jus à la cuisson que la partie interne. C'est pour cette raison que les cuisiniers préconisent un repos des viandes rôties. Notons aussi que certains cuisiniers conseillent de laisser reposer les poulets rôtis en les plaçant en hauteur, sur une assiette, les suprêmes en dessous et le croupions en l'air, « afin de faire couler les jus dans les chairs les plus asséchées ».

3. Dans *Le meilleur et le plus simple*, le chef parisien Joël Robuchon indique que « pour brunir des oignons que l'on passe à la poêle, ne pas les saler. » Pourquoi cet effet ? Pour étudier le phénomène, il est utile de se souvenir que les oignons sont composés de cellules, lesquelles contiennent de l'eau. Or un cristal de sel approché d'une cellule d'oignon provoque la sortie de l'eau contenue dans l'intérieur de la cellule, par osmose. Avant d'étudier la question, nous vous proposons de tester l'effet du sel sur des oignons qu'on laisse reposer sans les cuire. Qu'observe-t-on ?



4. Madame Saint Ange, encore elle, écrit que : « Dans une omelette, le lait ajouté doit toujours être cru ; bouilli, il se mélange mal à l'œuf. »

Pour interpréter le phénomène, si vous le vérifiez, pensez que le lait est une solu-

tion de divers sels, d'un sucre, le lactose, et de protéines solubles ; y sont dispersées des gouttelettes de matière grasse et des micelles d'une protéine nommée caséine. L'omelette, elle, est faite d'œufs, c'est-à-dire d'une solution aqueuse de protéines.

5. Des feuilles de salade mises à tremper dans de l'eau légèrement sucrée retrouvent du croquant, dit-on. Est-ce exact ? D'autres dictons mentionnent que les salades reprennent du croquant quand on les plonge dans l'eau glacée. Quel procédé est le meilleur ? Pour interpréter, on se souviendra que les salades sont composées de cellules qui contiennent de l'eau et divers sels. L'osmose est un phénomène qui pourrait intervenir.



Question subsidiaire : un dicton japonais dit que des feuilles de salade flétrissent en présence de sel. Qu'observez-vous si vous recouvrez des feuilles de salade bien sèches avec du sel ? Pourquoi ?

6. Une expérience à faire en famille ou entre amis : on dit qu'une soupe trop salée peut être sauvée si l'on y plonge une pomme de terre pelée et cuite à l'eau. Est-ce efficace ? Pour ce test, il est utile d'avoir sous la main quelques dégustateurs et de pratiquer des tests « triangulaires ». On soumettra à chaque dégustateur un lot de trois bols, dont deux sont identiques. On aura tiré au hasard, pour chaque lot, le type de soupe qui sera dans un seul bol, ou bien dans deux bols : la soupe trop salée, et la soupe trop salée où l'on aura trempé la pomme de terre. Ne pas hésiter à soumettre plusieurs lots différents à la même personne : en notant la cohérence de ses réponses, on détermine sa fiabilité de dégustateur.

Prochain rendez-vous France Info et Pour la Science le 25 mars 1999, avec la chronique Info Sciences de Marie-Odile Monchicourt.

La carte d'identité des émeraudes

La composition en oxygène des émeraudes précise l'origine tant géologique que géographique de ces pierres précieuses.

Comme l'aigue-marine, bleue, la morganite, rose, ou l'héliodore, jaune, l'émeraude est une variété de béryl, constituée de béryllium, d'aluminium, de silicium et d'oxygène. La couleur verte, caractéristique de l'émeraude, est due à des traces de chrome et de vanadium. Leur proportion varie selon le contexte géologique des différents gisements et détermine la palette des tonalités de cette pierre précieuse. Comment peut-on retrouver l'origine géographique d'émeraudes en apparence identiques ? Une méthode mise au point par les géologues de l'Institut de recherches pour le développement (IRD) et du Centre de

recherches pétrographiques et géochimiques (CRPG-CNRS), à Vandœuvre-lès-Nancy, complète les informations déjà disponibles.

Les gisements d'émeraudes les plus anciens ont près de trois milliards d'années, les plus jeunes neuf millions d'années. Le béryllium entre dans la composition des granites provenant de la fusion de la croûte continentale, tandis que le chrome et le vanadium proviennent de roches du manteau. La réunion du béryllium, du chrome et du vanadium résulte de la rencontre fortuite de roches de la croûte et de roches du manteau, plus anciennes, remontées lors d'épisodes volcaniques ou de phénomènes tectoniques.

Ainsi, des fluides magmatiques, chauds et salés, riches en éléments volatils, et notamment en béryllium, se sont parfois infiltrés en suivant des fractures qui, par endroits, traversent les roches du manteau. Ils en ont extrait du fer, du magnésium, du chrome et du vanadium. Tous les éléments spécifiques de l'émeraude étaient réunis : la pierre a cristallisé. La majorité des gisements d'émeraude du Brésil, de Zambie ou d'Oural sont de ce type.

Au contraire, en Colombie, les gisements se sont formés lors de collisions de plaques tectoniques : sous l'effet des pressions exercées par ces bouleversements, les roches sédimentaires du bassin de la Cordillère orientale se sont fracturées, tandis que les eaux de bassins souterrains, chauffées à plus de 300 °C, ont dissous des couches de sel et formé des saumures, lesquelles ont réagi avec des schistes noirs contenant du chrome, du béryllium et du vanadium. Des veines de calcite se sont formées et ont servi de gangue aux émeraudes.

En cristallisant, les émeraudes ont piégé des éléments solides et des éléments liquides, témoins du contexte géologique et de leur mode de formation. Ces inclusions représentent la carte d'identité des pierres. Ainsi, les éme-

raudes d'un vert intense de la mine de Sandawana, au Zimbabwe, renferment une multitude de petits cristaux en forme d'aiguilles (des cristaux d'actinote). Celles de l'État du Minas Gerais, au Brésil, sont ornées d'inclusions solides de micas, et d'inclusions de gaz et de liquide ; quant aux émeraudes colombiennes des mines de Muzo et de Coscuez (d'un vert profond) ou de Chivor (d'un vert bleuté pâle), elles renferment des cristaux de calcite et des inclusions fluides triphasées de liquide, de gaz et de cristaux de sel.

Si les inclusions fournissent des informations, elles n'apportent pas de certitudes sur l'origine géographique des pierres et l'on s'est aperçu, par exemple, que des émeraudes d'Afghanistan contiennent des inclusions fluides identiques à celles des pierres de Colombie.

En revanche, le principal constituant des émeraudes, l'oxygène, livre de précieuses données : les géologues ont constaté que, pour un gisement donné, le rapport de deux des isotopes de l'oxygène (l'oxygène 18, ^{18}O , et l'oxygène 16, ^{16}O), est quasi constant et reflète le type de roches où les émeraudes se sont formées (deux isotopes ont des propriétés chimiques identiques, mais les masses de leur noyau diffèrent de sorte qu'on les distingue par certaines méthodes d'analyse physique, notamment par spectroscopie de masse). Ainsi, en Colombie, les rapports $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ sont supérieurs à ceux que l'on trouve au Brésil.

Toutefois, la méthode classique altère la pierre, et une nouvelle méthode d'analyse par sonde ionique a été utilisée : un faisceau d'ions pulvérise quelques centaines d'atomes, creusant un cratère de quelques micromètres de diamètre et de moins d'un nanomètre de profondeur, invisible à l'œil nu. Les atomes arrachés servent à la détermination du rapport isotopique $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$.

En collaboration avec l'Association française de gemmologie, les équipes de l'IRD et du CRPG-CNRS ont établi une carte des rapports isotopiques des principaux gisements d'émeraude du monde (les valeurs se regroupent en trois familles, les rapports les plus élevés correspondant aux mines de Colombie et d'Afghanistan). Cette carte isotopique, qui reflète les conditions de formation des gisements, devrait aider les géologues à authentifier les pierres et à déterminer l'origine des émeraudes anciennes.

Marie-Thérèse LANDOUSY



Cristal d'émeraude (en bas) dans sa gangue de carbonates : il mesure environ deux centimètres de longueur et provient d'une mine de Colombie. Les inclusions formées lors de la cristallisation des émeraudes reflètent leur milieu de formation : ainsi, l'inclusion triphasée (a), qui mesure environ 100 micromètres et contient deux cubes de sel (en bas à gauche) et une bulle de gaz (au centre) en suspension dans un liquide, indique une provenance colombienne, tandis que l'autre inclusion (b) révèle une origine bulgare.

Le mildiou est une algue

Longtemps classé dans la famille des champignons, le mildiou est aujourd'hui considéré comme une algue.

Par les ravages dont il est la cause, le mildiou est l'un des micro-organismes les plus redoutés des viticulteurs, ainsi que des cultivateurs de pomme de terre et de betterave. Il est apparu en France en 1878, et les botanistes qui l'ont étudié l'ont classé dans la famille des champignons en se fondant sur des caractères anatomiques. Toutefois, à la lumière d'analyses génétiques récentes, ce végétal appartiendrait plutôt à la famille des algues.

Depuis 30 ans, les indices d'une mauvaise classification se sont accumulés. Les parois des cellules du mildiou sont composées de cellulose, et non pas de chitine comme celles des champignons. Le mildiou prélève les stérols (des lipides) dont il a besoin chez les plantes qu'il parasite, tandis que les champignons les synthétisent. Cette dernière différence explique notamment l'inefficacité des fongicides utilisés contre le mildiou : ils inhibent la synthèse des corps gras que le parasite ne fabrique pas ! En revanche, la bouillie bordelaise, le seul moyen de s'en débarrasser, contient du cuivre qui tue également les algues.

Les algues et le mildiou se reproduisent en libérant des zoospores, des cellules dotées de deux flagelles qui leur permettent de se déplacer dans l'eau, tandis que les champignons libèrent

des spores dépourvues de flagelles et incapables de se mouvoir par elles-mêmes (elles sont véhiculées par le vent et la pluie). Malgré ces preuves accablantes, le mildiou restait un champignon, car il fabrique un réseau de filaments nommé mycélium identique à celui des champignons (voir la figure).

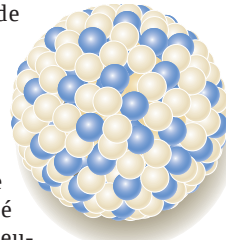
En 1988, le mycologue John Taylor, de l'Université de Berkeley, a effectué les premiers travaux de ce qui allait transformer radicalement la classification des végétaux. Il a comparé des séquences d'ADN impliqué dans la fabrication des ribosomes (des éléments cellulaires qui participent à la synthèse des protéines) de *Phytophthora infestans* (le mildiou de la pomme de terre), avec celles de champignons tels que des levures ou des moisissures. Les analogies observées l'ont conduit à reconsidérer la classification des champignons. Depuis 1994, le mildiou appartient à la famille des oomycètes, celle des algues.

Pendant les années qui ont suivi, les études génétiques effectuées par diverses équipes à travers le monde ont peu à peu remanié la classification des plantes. Ce qui était au départ une rectification phylogénique est devenue aujourd'hui une révolution botanique : tous les groupes traditionnels définis par des caractères anatomiques ont été redéfinis d'après les résultats des analyses génétiques. Certains caractères identiques sur lesquels on avait établi la parenté de deux espèces apparaissent aujourd'hui comme les résultats d'une évolution convergente d'organismes éloignés : les ADN – donc les organismes – différent, mais les conditions environnementales ont façonné des caractères anatomiques voisins. Par exemple, les lotus que l'on croyait cousins des nénuphars sont aujourd'hui rangés dans le groupe des choux. Grandeur et décadence...

BRÈVES

Un pied sur l'îlot de stabilité?

Dans la course aux éléments lourds, l'élément 114 était activement recherché, car les théoriciens prévoyaient qu'il était particulièrement stable. En bombardant une cible de plutonium avec des ions calcium un mois durant, des physiciens de l'Institut de recherche nucléaire de Dubna, en Russie, auraient obtenu un « événement » qui résulterait de l'existence, 30 secondes durant, d'un isotope de l'élément 114 constitué de 114 protons et de 175 neutrons. Toutefois, ce résultat est loin d'être confirmé : les éléments fils qui résultent de la désintégration de l'élément 114 produit sont des isotopes difficilement identifiables. Toutefois cette observation permet aux physiciens de poser pied sur l'îlot de stabilité autour de l'élément 114.



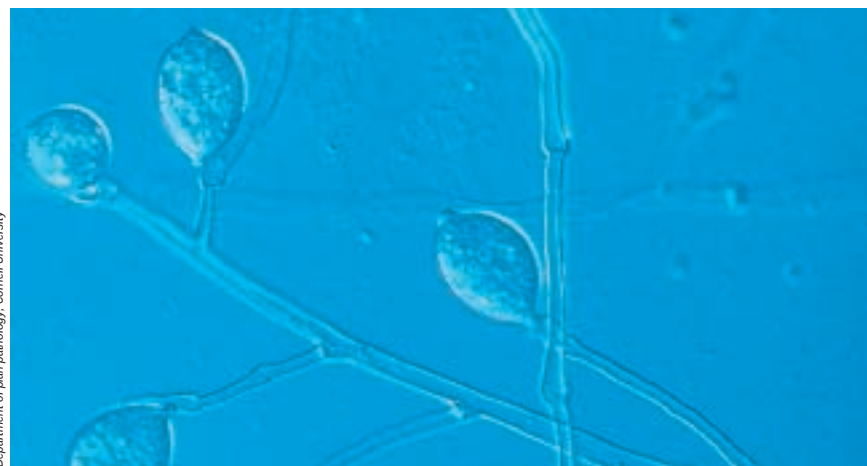
La révolution violette

Pour augmenter la densité de stockage sur les disques optiques, notamment les DVD, les physiciens réduisent la longueur d'onde des lasers utilisés pour écrire et lire les informations numériques. Grâce à la mise au point, par la société japonaise *Nichia Chemical*, de diodes lasers dont la longueur d'onde est égale à 400 nanomètres (dans le violet), la course vers les courtes longueurs d'onde vient de franchir une nouvelle étape. À quand la diode laser ultraviolette?

Réflecteur géant, pollution géante

Après l'essai d'un réflecteur géant en orbite le 4 février 1999, les astronomes s'inquiètent des conséquences néfastes que l'extension de cette technique aurait sur l'astronomie. Depuis des années, les astronomes du monde entier ont installé à grand frais de nombreux observatoires dans des zones reculées, qui ne sont pas affectées par la pollution lumineuse urbaine. Non seulement la pollution lumineuse qui résulterait de la mise en orbite de réflecteurs géants remettrait en cause l'efficacité de ces observatoires, mais elle serait également dommageable à l'observation de notre atmosphère à l'aide de radars. La radioastronomie a déjà été sacrifiée à l'autel des télécommunications; espérons que l'astronomie visible ne prendra pas le même chemin.

Suite page 22



Mycélium de mildiou : c'est à cause du mycélium (les filaments) que le mildiou a été assimilé, à tort, à un champignon. Toutefois, pendant la reproduction sexuée, les champignons forment des spores démunies de flagelle, tandis que le mildiou, à l'instar des algues, produit des zoospores (contenues dans les sacs de 35 millièmes de millimètre de longueur) dotées de deux flagelles.