

à partir du non-être, puisqu'elle a été créée. La contradiction est patente.

POUR L'AUTONOMIE DE LA RAISON

Pour patente qu'elle soit, elle n'est pas du tout apparue contradictoire pourtant à un esprit aussi avisé que Thomas d'Aquin qui revendique une autonomie de la raison : c'est là la deuxième position philosophique annoncée. Selon Thomas d'Aquin, il n'y a aucune impossibilité logique à tenir que le monde fut à la fois créé et éternel. En effet, «être créé» ne veut pas dire «avoir un commencement» ; «être créé» veut dire «dépendre d'un autre dans son être». Dieu aurait pu créer un monde éternel, tout comme il a pu le créer avec un commencement temporel. Commencement ou éternité ne sont pas des catégories impliquant la notion de création. En fin de compte, il n'y a aucun antagonisme entre les découvertes scientifiques, les vérités philosophiques et les exigences de la foi.

Seulement Thomas d'Aquin pensait que la raison, assurée du fait de la création, restait incapable par elle-même de connaître avec sûreté les modalités du début du monde : à ses yeux, les arguments rationnels que l'on invoque tant en faveur d'une thèse (commencement du monde) qu'en faveur de l'autre (éternité du monde) ne sont que probables. La vérité échappe à l'ordre démonstratif, et seule la foi invite à admettre que le monde ait commencé d'être. La foi tranche ce que la raison (ou la science) ne peut décider.

Les professeurs de la Faculté des arts adhéraient eux aussi à la thèse religieuse d'un début du monde, mais ils demeuraient néanmoins convaincus que la raison humaine démontrait la conclusion contraire et que, ce faisant, le physicien disait vrai lui aussi. Comment était-ce possible ? Y avait-il vraiment deux vérités contraires ? Même si d'autres sciences de l'époque s'occupent de cette question (la métaphysique et la mathématique), la physique permet de comprendre l'enjeu.

FOI ET SCIENCE INDÉPENDANTES

La physique du XIII^e siècle exploite les notions de temps, d'espace, de mouvement et de matière, en étudiant la nature, soumise au mouvement et au changement. Dépouillée des outils mathématiques, cette philosophie de la nature observe les phénomènes, les décrit et en analyse les causes. Or un mouvement naturel, justement, ne peut avoir de commencement, parce qu'en supposant qu'il en eût un, on poserait un mouvement antérieur à ce premier mouvement. Pour



J.-L. Charnet

Jusqu'à l'âge de 20 ans, les étudiants suivent des cours de logique et de philosophie à la Faculté des arts. Après y avoir eux-mêmes enseigné pendant quelques années, ils entrent ensuite à la Faculté de médecine, à la Faculté de droit ou à la Faculté de théologie. À partir de 1255, ils étudient les textes d'Aristote, qui soutient que le monde est éternel, contrairement aux écrits bibliques. Raison, foi et science sont, à cette époque, si étroitement imbriquées que de violentes disputes sur l'éternité traversent la fin du XIII^e siècle.

être produit, le premier mouvement exigerait d'être engendré, il exigerait une transformation qui serait elle-même déjà un mouvement. Nous voilà donc confrontés à l'absurde hypothèse d'un mouvement antérieur au premier mouvement. Seul moyen d'en sortir du point de vue de la physique : dire que le mouvement, donc le monde, n'a pas eu de commencement. Ainsi, le physicien est acculé à cette conclusion de l'éternité du monde : il part des principes propres de sa science, la nature, et dit vrai lorsqu'il affirme que le monde n'a pas commencé. La physique d'Aristote n'est pas réfutable.

Toutefois, le chrétien dit vrai lui aussi lorsqu'il affirme que le monde a commencé. Comment dénouer ce nœud ? Selon le philosophe logicien Boèce de Dacie, la double thèse n'est pas contradictoire, parce que la foi invoque une cause (Dieu créateur) supérieure à celle des principes de la physique, une cause qui se situe hors du champ d'investigation de la physique ; le domaine de la foi et celui de la physique sont d'ordre différent, et rien n'empêche que l'un et l'autre soient vrais (c'est la troisième position philosophique de l'époque).

Ainsi : «La conclusion où le physicien dit que le monde et le premier mouvement n'ont pas commencé est fausse absolument (car la foi dit le contraire), mais si on la réfère aux preuves et aux principes à partir desquels elle est démontrée, elle en découle bel et bien.»

Bien que la raison et la science acquièrent progressivement leur autonomie vis-à-vis de la foi, les philosophes sont tellement empreints de culture religieuse qu'ils cherchent tous une conciliation harmonieuse entre les exigences rationnelles et les requêtes de la foi. Ce faisant, ils élaborent une subtile différenciation entre les différents objets du savoir, ce qui est à leurs yeux le meilleur moyen d'assurer la diversité des méthodes scientifiques. Ils remplissent ainsi la tâche que l'institution universitaire exigeait d'eux : exercer leur métier de philosophes, sans concession. L'évêque de Paris ne l'avait pas compris qui, en 1277, comptait définitivement empêcher que le monde fût éternel.

François-Xavier PUTALLAZ est professeur de philosophie à l'Université de Fribourg, en Suisse.



Le goût de l'aliment

HERVÉ THIS

La texture des vinaigrettes détermine leur arôme.

Les cuisiniers le savent : l'excès de farine affadit la sauce. Explication : le goût des aliments ne dépend pas seulement des molécules aromatiques présentes, mais aussi des interactions moléculaires ; des molécules au goût neutre, telles les protéines ou les molécules de l'amidon, se lient à certains arômes, prévenant l'action de ces derniers sur nos sens. Quels arômes sont-ils ainsi masqués ?

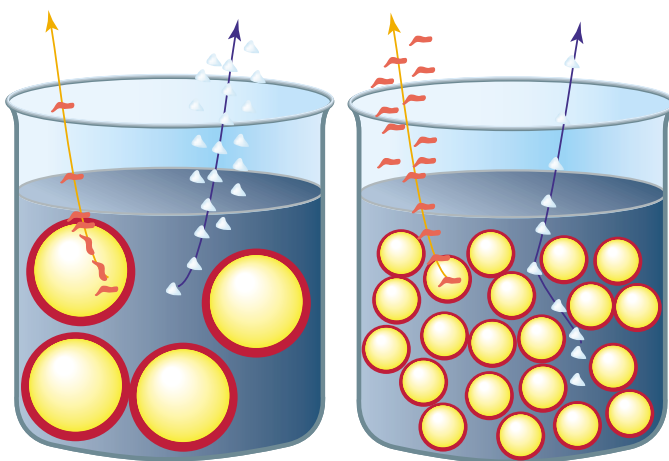
On ne peut se contenter de chercher les liaisons chimiques possibles entre les diverses molécules présentes, car la structure physique de l'aliment intervient également.

Déjà dans les phases homogènes, telles les solutions, la libération des arômes dépend de la viscosité. Toutefois les aliments sont plutôt des systèmes dispersés : des bulles d'air sont emprisonnées dans des liquides ou dans des solides (mousses), des gouttes d'huile sont dispersées dans l'eau (émulsions), des particules solides sont réparties dans des liquides (suspensions)... Aussi les molécules aromatiques qui sont présentes au sein des phases dispersées ou continues ne se libèrent pas de la même façon que si elles étaient simplement dissoutes.

Pis encore, dans les émulsions, par exemple, les gouttelettes d'huile dispersées sont limitées par des couches de molécules tensioactives ; celles-ci, par leur double solubilité dans l'huile et dans l'eau, se lient quasi nécessairement aux arômes, qui sont alors inaccessibles au dégustateur. Afin d'identifier les phénomènes qui déterminent la libération des arômes, Marielle Charles, Anne Guichard et leurs collègues de l'INRA et de l'ENSBANA à Dijon ont étudié des sauces pour salade, en collaboration avec des chercheurs de la Société *Amora-Maille*.

Dans les vinaigrettes étudiées – des émulsions –, la phase aqueuse était un mélange de vinaigre de vin, de jus de citron et de sel. Des gouttes d'huile de

tournesol y étaient émulsifiées grâce à des protéines du petit lait ; enfin un mélange de xanthane (un polymère obtenu par fermentation microbienne de glucose) et d'amidon stabilisait la sauce. À cette vinaigrette de base, les physico-chimistes avaient ajouté des quantités connues d'arômes : de l'allyl isothiocyanate, dans la phase huile, donnait une note moutarde, tandis que du phényl-2-éthanol et de l'éthyl hexanoate, dans la phase aqueuse, donnaient respectivement une note rose et une note fruitée. Plusieurs émulsions



Quand les gouttes d'huiles sont grosses, les arômes solubles dans l'eau sont mieux perçus, les arômes lipophiles moins perçus. La perception est inversée dans les émulsions plus fines.

ont été comparées : chacune était caractérisée par des gouttelettes d'huile d'une taille particulière. Un jury de dégustation entraîné évaluait les diverses sauces, notant l'intensité de descripteurs : la note citron, la note vinaigre, la note moutarde...

Le résultat des tests gustatifs est difficile à analyser : le goût acide étant prépondérant, les dégustateurs peinent à décrire les autres sensations. Toutefois, avec de l'entraînement, ils perçoivent que l'intensité de l'arôme total, du goût œuf, de l'odeur d'œuf, du goût moutarde et du goût beurre augmentent avec la taille des gouttes d'huile ; inversement l'intensité de l'odeur d'agrumes diminue quand la taille des gouttes d'huile augmente.

Pour interpréter ces observations, les chercheurs ont analysé les concentrations en arômes volatils dans l'air au-dessus des sauces. Ces analyses indiquent que les composés solubles dans l'eau sont présents en concentrations réduites dans l'air quand la taille des gouttes d'huile diminue. Inversement les molécules solubles dans l'huile sont alors plus abondantes.

Examinons l'origine de ces différences, d'abord pour les arômes solubles dans l'huile. Quand les émulsions sont fortement battues, à proportions d'huile et d'eau fixées, les gouttelettes d'huile sont plus nombreuses et plus petites : les arômes lipophiles ont moins de distance à parcourir pour atteindre la surface des gouttes. En outre, comme la surface totale de l'interface huile-eau est augmentée, les molécules tensioactives forment une couche plus mince, à la surface des gouttes d'huile : les arômes lipophiles diffusent plus facilement à l'extérieur des gouttes. Enfin ils ont des épaisseurs d'eau inférieures à traverser (où ils se lieraient aux épaississants) avant d'atteindre l'air qui surmonte les émulsions.

Pour les arômes solubles dans l'eau, l'effet est inverse : les émulsions aux petites gouttelettes étant plus visqueuses, ces arômes diffusent alors plus difficilement, dans une couche d'eau plus mince, et ils sont alors moins perçus.

Ces lois sont-elles générales ? Comme les aliments contiennent des molécules variées, de nombreuses études s'imposent afin de quantifier tous les mécanismes et d'élucider enfin leurs importances relatives : « La vie est courte, l'art est long, l'occasion fugitive, l'expérience trompeuse, le jugement difficile », disait Hippocrate.

Prochain rendez-vous France Info et Pour la Science le 26 juin 2000, avec la chronique Info Sciences de Marie-Odile Monchicourt.

■ POUR LA SCIENCE

VOTRE ABONNEMENT 100 % NUMÉRIQUE

1 an au prix de 48 €

soit **4 € seulement par numéro** au lieu de ~~5,20 €~~

Pour consulter et télécharger
en toute liberté sur www.pourlascience.fr
les 12 prochains numéros
dès leur parution.



Oui, je m'abonne
à *Pour la Science* 100 % numérique
1 an (12 numéros) pour 48 €

Je préfère découvrir toutes
les offres d'abonnement disponibles
en cliquant ici.

Réchauffement climatique et papillons

Le réchauffement modifie l'aire de répartition des papillons.

Les populations des papillons ne sont pas stables géographiquement. Certaines espèces régressent, mais d'autres, moins nombreuses, s'étendent. Le *Brenthis daphne*, par exemple, a gagné plusieurs centaines de kilomètres vers le Nord en quelques dizaines d'années. Au début du ^{xx}e siècle, cette espèce subméditerranéenne ne s'étendait pas au-delà de la moitié Sud du Massif central ; aujourd'hui, on la trouve en forêt de Fontainebleau et sur le flanc Ouest des Vosges. Les causes de ces déplacements sont multiples, mais Henri Descimon, du Laboratoire de systématique évolutive de l'Université de Provence, a montré avec une équipe internationale que, pour la plupart des espèces de papillons non migratoires, c'est-à-dire d'espèces qui, habituellement n'ont pas de variations d'aire géographique à court terme. Ces

déplacements sont liés au réchauffement climatique.

Pour analyser ce lien, les entomologues ont étudié la répartition de plusieurs dizaines d'espèces de papillons non migratoires dans plusieurs pays. En particulier, ils ont examiné le mouvement des limites Nord et Sud de ces aires. Plus de 60 pour cent des espèces étudiées s'étendent vers le Nord, alors qu'une extension vers le Sud a été notée chez moins de trois pour cent des espèces.

Depuis une centaine d'année, l'Europe s'est réchauffée d'environ 0,8 °C de sorte que les lignes isothermes se sont déplacées vers le Nord d'une centaine de kilomètres, une distance du même ordre que celle du décalage vers le Nord des aires de répartition effectivement observées. D'autres facteurs locaux sont parfois en cause, mais en réaction au réchauffement, les populations de papillons se décalent vers le Nord.

Pour certaines espèces dont l'extension est également avérée, d'autres causes que le réchauffement ont été établies. La Carte géographique (*Araschnia levana*), s'est étendue dans toute la



La Carte géographique (*Araschnia levana*) progresse dans toute la France.

France, excepté en région méditerranéenne. La raison en est vraisemblablement la prolifération des friches à orties, hôte de ce papillon. Des espèces jusqu'alors exotiques, font leur apparition. Le Brun des pélargoniums (*Cacyreus marshalli*), débarqué en France en 1997, arrive d'Afrique du Sud, via les Baléares, puis l'Espagne. Ce papillon profite d'un engouement culturel pour les Géraniums (pélargoniums), hôtes communs des balcons et des pergolas. La ponte de ces papillons s'effectue sur les boutons floraux de cette plante. Son acclimatation au Sud de la France est attestée : depuis trois ans, sa prolifération a été foudroyante des Pyrénées orientales au Var.

Malgré des conditions nouvelles, certaines espèces de papillons s'adaptent. Toutefois, le réchauffement climatique que nous avons connu au ^{xx}e siècle est bien inférieur à ce qu'il sera au siècle prochain (entre 2 °C et 5 °C selon les prévisions). Si ce réchauffement décale encore plus fortement les papillons vers le Nord, reste à savoir combien d'espèces pourront s'étendre aux latitudes supérieures, où les milieux naturels sont plus dégradés. Seuls les colonisateurs les plus efficaces y parviendront. D'autres espèces disparaîtront.

Bernard CHAUBET,
BIO3P, INRA-ENS, Rennes.



Le Brun des pélargoniums (*Cacyreus marshalli*) est un papillon exotique qui envahit la France depuis 1997 en profitant de l'engouement pour les géraniums, dont c'est l'hôte obligé.