

propices à la prolifération neuronale et à l'augmentation du nombre de neurones olfactifs favorisant la mémoire olfactive.

Dans une deuxième étape, l'équipe de T. Shingo a tenté de distinguer le rôle des hormones maternelles de celui d'autres signaux émis lors de l'implantation des embryons. Pour ce faire, ils ont examiné des souris vierges qui se sont accouplées avec des mâles stériles. Là encore, le cerveau des femelles est le siège d'une neurogenèse notable. L'implantation d'embryons n'est donc pas nécessaire : des hormones seraient à l'origine de la neurogenèse. Des expériences ont écarté les œstrogènes et la progestérone. Restait la prolactine. Cette hormone est présente dans les tissus nerveux de tous les animaux. Chez les mammifères, la quantité de prolactine est maximale pendant la première partie de la gestation, puis diminue jusqu'au terme pour augmenter de nouveau pour la lactation. Ce profil correspond à celui de la neurogenèse olfactive et faisait de cette hormone un bon candidat pour entraîner la prolifération neuronale. L'injection de pro-

lactine à des souris dépourvues d'ovaires a entraîné des effets similaires à ceux observés chez les souris gravides à la fois en ce qui concerne la prolifération des cellules progénitrices de neurones et l'augmentation du nombre de neurones dans le bulbe olfactif. La prolactine est bien l'hormone responsable des modifications neurologiques observées pendant la gestation.

Cependant, la prolactine et ses récepteurs sont aussi présents chez les mâles, chez qui l'injection de prolactine a les mêmes effets neurologiques. De plus, la neurogenèse olfactive augmente chez les souris qui s'accouplent sans être fécondées. Par ailleurs, les concentrations plasmatiques de prolactine augmentent notablement après l'orgasme chez l'homme et chez la femme. Selon une hypothèse compatible avec ces observations, la prolactine favoriserait chez le mâle une mémoire olfactive propice à le retenir près de la femelle. Au final, la neurogenèse olfactive stimulée par la prolactine favorise les comportements maternels, mais aussi paternels.

Chimie verte

Plus propres et plus efficaces, les liquides ioniques vont-ils remplacer les solvants organiques ?

Benzène, toluène... Les solvants organiques sont sur la liste des produits les plus polluants. Pourtant, de nombreuses réactions chimiques industrielles ont lieu en phase liquide, dans de tels solvants organiques, qui sont souvent volatils, inflammables et cancérogènes. On pourrait les remplacer par des liquides ioniques, moins polluants et moins volatils. Les premiers liquides ioniques « prêts à l'emploi » viennent d'être commercialisés.

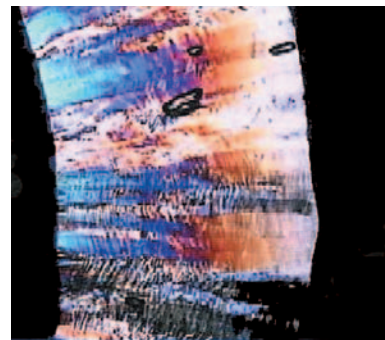
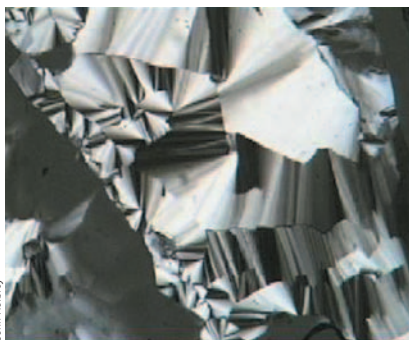
Les liquides ioniques sont des sels fondus, composés d'anions et de cations. Le plus souvent, à température ambiante, les ions existent sous forme cristalline. Dans le sel de table, par exemple, les ions chlorure (Cl^-) et sodium (Na^+) sont arrangés dans un réseau cubique. Un tel empilement est stable et ne fond qu'à 800 °C. Les premiers sels fondus, décrits au début du XX^e siècle, étaient composés d'ions inorganiques simples. Leur température de fusion étant souvent supérieure à 400 °C, ils sont inutilisables dans des réactions mettant en jeu des molécules organiques, qui se décomposent à des températures bien inférieures. Certains composés ioniques ont des températures de fusion inférieures, mais ils nécessitent souvent des atmosphères contrôlées contraignantes et sont finalement peu exploités dans l'industrie chimique hormis quelques cas rares.

Dans les années 1990, les premiers sels fondus, liquides à température ambiante, ont été synthétisés : on les nomme liquides ioniques. Les chimistes ont conservé les anions et remplacé les cations inorganiques simples des sels qui existaient déjà par des chaînes organiques (des composés aromatiques portant des chaînes plus ou moins longues). Les cations étant beaucoup plus volumineux que les anions, les ions s'empilent mal : l'édifice cristallin qu'ils forment est moins stable que celui des sels composés d'ions de taille similaire ; c'est pourquoi ces liquides ioniques ont une température de fusion inférieure à celle des sels fondus classiques.

Ces liquides ioniques dissolvent de nombreuses substances chimiques, tant ioniques que moléculaires du fait de leur structure particulière, à la fois organique et inorganique, et de leur polarité. Ils ont une faible tension de vapeur, de sorte qu'ils s'évaporent peu et ne sont pas inflammables ; ils sont faciles à stocker (sous forme de poudre) et à transporter. On peut y

effectuer un grand nombre de réactions classiques de synthèse organique. Le rendement de nombreuses réactions est même supérieur, et les réactions sont souvent plus rapides. De surcroît, ils ne se décomposent qu'à haute température et certains restent liquides et stables sur des gammes de températures comprises entre -100 °C et 400 °C. À ce jour, aucune toxicité n'a été constatée. Les effets de solvation mis en œuvre dans les liquides ioniques diffèrent de ceux mis en jeu dans l'eau ou dans les solvants organiques. On ignore encore les mécanismes intimes, mais on sait que les liquides ioniques stabilisent des composés intermédiaires et des degrés d'oxydation que l'on n'obtient pas dans les réactions chimiques connues. Toutefois, les chimistes ont déjà montré l'importance des cations organiques pour abaisser un point de fusion, alors que les anions semblent responsables de la majorité des autres propriétés, tels la conductivité, la viscosité et les effets de solvation... Ainsi, en jouant sur la nature de l'anion et sur la longueur de la chaîne organique, on ajuste les propriétés des liquides ioniques. Des milliers de tels solvants peuvent être synthétisés en fonction des propriétés physico-chimiques recherchées.

Aujourd'hui, les liquides ioniques commencent à quitter le stade expérimental. Dix nouveaux liquides ioniques apparaissent chaque mois. D'importants groupes industriels mettent au point des liquides ioniques qu'ils substitueront aux solvants classiques... dès que les taxes sur les déchets organiques et sur les émissions de gaz à effet de serre les y contraindront et justifieront le coût des transformations visant à adapter les procédés industriels aux liquides ioniques.



Les liquides ioniques (ici, un chlorure 1-hexadécyl-3-méthylimidazolium), cristallisent (à gauche) à des températures inférieures à celles où cristallisent les cristaux ioniques « classiques », tel le sel de table. Ils présentent parfois une phase cristal liquide (à droite) (images obtenues en lumière polarisée ; le grossissement est environ égal à 100).

Vaches malades et mesures sanitaires

PASCALE GRAMAIN-KIBLEUR

L'épizootie de Bayonne, à la fin du XVIII^e siècle, suscite une surveillance sanitaire généralisée en France. Hélas, lors de la crise de la vache folle, qui a écouté le passé ?



La mise en place du contrôle sanitaire des bovins a été lente lors de la récente épidémie de la vache folle et les pouvoirs publics ont justifié cette lenteur par la nouveauté de ce type de contrôle. Or les épizooties bovines existent depuis l'Antiquité et, en France, une structure chargée de les gérer a été créée dès la fin du XVIII^e siècle, après l'épizootie qui a ravagé le Sud-Ouest de la France dans les années 1770. En examinant les archives municipales de Bayonne, les archives départementales de Pau, les archives nationales, celles de l'Académie de médecine et celles de l'Académie des sciences, nous avons reconstitué l'histoire de cette peste bovine.

La peste bovine, l'une des maladies animales les plus redoutées, est très contagieuse : elle diffuse rapidement et tue en moyenne 90 pour cent des bovins contaminés. En Europe, plusieurs vagues sont venues d'Asie centrale, souvent à l'occasion de guerres : dans les années 370 (invasion des Huns), 560 (invasion des Lombards), 800 (campagnes de Charlemagne), 1220 (invasion des Mongols). Après une accalmie de plusieurs siècles, la peste bovine envahit de nouveau l'Europe au XVIII^e siècle, provoquant une dizaine de grandes épizooties avant d'être progressivement maîtrisée par la prophylaxie sanitaire et la vaccination (son origine virale ainsi qu'un vaccin efficace furent découverts au début du XX^e siècle). Aujourd'hui, elle persiste encore dans certains pays d'Afrique, d'Asie et du Moyen-Orient.

Les symptômes apparaissent 3 à 15 jours après la contamination. La maladie commence alors par de la fièvre, de l'anorexie et des troubles respiratoires, puis des larmolements contenant du mucus et une salivation abondante. Ensuite interviennent des troubles de l'estomac et des intestins : diarrhée hémorragique, déshydratation, douleurs abdominales, fatigue générale et mort en 8 à 12 jours. Ces symptômes sont particulièrement variés, et dépendent de la forme prise par la maladie. De ce fait, elle a reçu diverses appellations : « diphtérie maligne, dysenterie contagieuse, fièvre contagieuse typhoïde, peste morveuse, variole du bœuf... » Elle se transmet par contact direct ou indirect étroit, notamment par des objets souillés, par les sécrétions des voies respiratoires (le sang et tous les tissus sont infectieux avant l'apparition des symptômes). Il n'existe pas de porteur sain. Toutefois, seuls les ruminants et les suidés (cochons, sangliers) sont sensibles à la maladie, l'homme étant épargné.

En 1772, une épizootie éclate dans les environs de Bayonne. Elle a probablement été introduite par des bestiaux importés de Hollande, où sévissait la maladie. Le peuple effrayé se prive de bœuf, reportant sa consommation sur d'autres viandes, en premier lieu le mouton, dont le prix grimpe. Le porc, lui aussi sensible à la maladie, se fait rare. La pénurie de viande de boucherie et de lait entraîne une hausse de la consommation de blé. La région est avant tout agricole, mais sans bœuf, pas

de labours. Les récoltes diminuent et les paysans crient famine. Les commerces sont aussi atteints : en l'absence de chars à bœufs, le transport des marchandises est perturbé. Le foin destiné à nourrir les quelques bêtes restantes n'arrive plus jusqu'aux étables. Les moutons sont décimés : la fabrication de vêtements en laine, de première nécessité dans ces régions montagneuses, n'est plus assurée.

En 1774, l'épizootie s'est étendue à tout le Sud-Ouest du pays, jusqu'à Bordeaux. En 1775, on tente de repeupler les étables en important des vaches de Bretagne, mais elles meurent à leur tour. Louis XVI encourage l'importation de chevaux et de mulets pour les labours. Toutefois, ces animaux sont trop faibles, que ce soit pour tirer des charrues ou pour transporter des marchandises. Ils consomment plus de fourrage, leur harnachement est plus cher et ils donnent moins de fumier. Or, les terres ne produisent « qu'à force d'engrais ».

L'abattement est général : les conséquences de l'épizootie sont « accablantes pour les cultivateurs, pour le peuple, enfin pour toutes les classes d'habitants », qui fuient la région. Des maçons, charpentiers, charbonniers, bûcherons, tuiliers et autres ouvriers s'exilent en Espagne, laissant leurs femmes et leurs enfants sans ressources. En 1776, un tiers des laboureurs n'ont plus de bêtes à cornes et doivent cultiver leurs terres à bras d'homme. Finalement, grâce au plan de Félix Vicq d'Azyr, un jeune médecin anatomiste nommé en 1774 par l'Académie des sciences pour enrayer l'épizootie, la maladie disparaît progressivement de la région. La dernière récurrence se produit fin 1776. Au total, 150 000 bovins auraient disparu de 1774 à 1776. Comment l'académicien a-t-il procédé ?

LES MESURES CONTRE L'ÉPIZOOTIE

En France, la peste bovine a déjà sévi en 1711, en 1743, et en 1770, mais pas dans le Sud-Ouest. Même si les autorités savent peu de choses de cette maladie, et notamment de la façon dont elle se transmet, le problème n'est pas nouveau. Un arrêt de 1746 impose la déclaration des animaux malades, l'isolement de la paroisse concernée (les foires et les marchés sont interdits) et la réglementation du commerce des bouchers. Un autre arrêt plus sévère, de 1771, défend aux bouchers d'acheter des bestiaux, même sains, dans la paroisse contaminée. Toutefois, ces textes ne seront appliqués qu'à partir de 1774. À Bayonne, au début de l'épizootie, la municipalité réagit en instaurant un examen obligatoire des bêtes destinées à la boucherie et en délivrant des certificats de bonne santé aux propriétaires de vaches laitières, qui doivent les présenter aux acheteurs pour vendre leur lait. Des experts scientifiques sont associés à ces mesures, pour garantir la sûreté sanitaire. En 1773, quelques individus sont réservés à la reproduction (il reste si peu de bêtes saines que l'on craint la disparition de l'es-

En haut : BNF/Bridgeman Giraudon ; page de droite : F.L.T. Verdoux



La peste bovine a sévi à Bayonne dans les années 1770. Elle a probablement été introduite par des bestiaux venant de Hollande, déjà touchée par la maladie (sur cette lithographie d'époque).

pèce), mais les marchés aux bestiaux sont maintenus afin de ménager le commerce. Parallèlement, de nombreux charlatans, appelés pour guérir les troupeaux, pratiquent divers « traitements » qui favorisent la diffusion du mal en donnant aux paysans une fausse impression de sécurité.

Fin 1774, devant l'ampleur du désastre, Robert Turgot, contrôleur général des finances, s'adresse à l'Académie des sciences. Le directeur de l'école vétérinaire, appelé à la rescousse, confirme que la maladie est contagieuse et dresse un tableau de ses symptômes, afin de faciliter sa reconnaissance. Il prône l'abattage des bêtes atteintes, mais ses recommandations sont peu suivies dans un premier temps. Les représentants du pouvoir royal et les scientifiques unissent leurs efforts. Les premiers commencent à appliquer les arrêts existants. Un cordon sanitaire est mis en place à la frontière de la généralité de Bordeaux et des élèves de l'école vétérinaire sont envoyés sur le terrain. Dans le Béarn, les granges où des animaux sont malades font l'objet de mesures d'isolement : seuls les propriétaires sont autorisés à y pénétrer. Les foires et les marchés sont suspendus. Les intendants (qui représentent le pouvoir royal) échangent leurs expériences.

Rien n'y fait : la maladie progresse. Vicq d'Azyr est chargé par l'Académie des sciences d'étudier la transmission de la maladie, de tenter différents traitements et de mettre au point un plan d'éradication. Il part immédiatement sur le terrain et, après avoir expérimenté et observé les failles dans la manière dont s'organise la lutte, il élabore son plan. L'abattage devient obligatoire. Un réseau de communication est établi entre les membres du Conseil d'État du roi, de l'Académie des sciences et les hommes dépêchés sur le terrain. Un protocole de désinfection rigoureux est mis au point : les étables sont nettoyées avant d'être désinfectées par des personnes compétentes, c'est-à-dire des représentants de l'ordre ou des scientifiques.

Ces mesures sont impopulaires. L'interdiction de déplacer les bovins empêche de les faire travailler sur plusieurs parcelles cultivées au gré des besoins et de les utiliser pour le transport des marchandises. En 1775, des troupes sont envoyées par le roi pour établir des cordons sanitaires, vérifier l'état des animaux, désinfecter les étables. Comme les soldats sont susceptibles de véhiculer la maladie, ils ne doivent pas entrer dans les granges : pour lutter contre les fraudes, les bêtes sont marquées à la corne. Des conflits éclatent entre les troupes et les commissaires nommés localement pour veiller à l'exécution des règlements. Ces derniers sont contraints de suspendre leurs activités. Les soldats, dont les abus sont parfois difficiles à contenir, reçoivent des ordres de bonne conduite, ce qui témoigne du caractère explosif de la situation sociale. Les textes officiels sont publiés plusieurs fois : les règlements concernant les bovins ne sont donc guère suivis.

Même dans les rangs des élites, certains médisants critiquent vivement Vicq d'Azyr, prétendant que le mal ne s'arrête

quand les bovins ont tous été abattus et que « cette opération aura fait essuyer mille vexations aux propriétaires de troupeaux et aura coûté plusieurs millions au gouvernement ». En effet, à partir de 1775, les troupeaux entiers sont abattus et, pour la première fois, la perte des bêtes saines est intégralement remboursée (auparavant, depuis 1774, seules les vaches malades étaient abattues et l'indemnisation couvrait le tiers de leur valeur).

LA SURVEILLANCE SANITAIRE

Non seulement Vicq d'Azyr réussit à arrêter l'épizootie, mais il est aussi à l'origine d'une surveillance sanitaire qui sera efficace. Lorsqu'il se rend à Bayonne, il est frappé par l'indigence des moyens d'évaluation de l'état de santé des bêtes. La France ne possède pas de structure de surveillance, ni de stratégie de coordination médicale ou vétérinaire.

Vicq d'Azyr crée, en avril 1776, avec Turgot et Lassone, premier médecin du roi, la Société de correspondance royale de médecine. Son but est de « tenir une correspondance avec les médecins de provinces pour tout ce qui peut être relatif aux maladies épidémiques et épizootiques ». Elle doit synthétiser les observations des médecins et référencer les maladies, leurs symptômes et leurs remèdes. Deux ans plus tard, cet organisme prend le nom de Société royale de médecine et ses missions sont élargies : la Société doit s'occuper de médecine théorique et pratique, et surtout de ce qui a trait aux épidémies et aux épizooties. Ses membres appliquent les grandes lignes de la méthode de Vicq d'Azyr : état des lieux, synthèse, diffusion de l'information, collaboration avec l'administration. Avec la création de cette structure, la médecine investit la politique : le partage des connaissances qu'elle organise fait émerger un savoir synthétique, qui lui donne un pouvoir administratif. Ce pouvoir engendre à son tour des connaissances nouvelles pour administrer le pays dans le domaine sanitaire. Vicq d'Azyr est nommé secrétaire de la Société royale de médecine jusqu'à sa dissolution sous la Révolution.

Selon les mots du rapport de l'Académie des sciences remis à Vicq d'Azyr avant son départ pour le Sud-Ouest, « si ses premières tentatives ne sont pas assez heureuses pour conduire à des découvertes importantes, elles serviront du moins à épargner à nos successeurs des travaux inutiles dans des routes déjà frayées, à diriger leurs vues d'un autre côté et à inventer peut-être de nouveaux moyens pour parvenir aux découvertes. Nous aurons du moins employé toutes les connaissances et tous les secours qu'on peut avoir à présent pour seconder les intentions du gouvernement et travailler au bien de l'humanité ». La leçon a été oubliée.

Pascale GRAMAIN-KIBLEUR est docteur en histoire des sciences.

Les plumes de dinosaures



RICHARD PRUM • ALAN BRUSH

L'étude biologique de la croissance des plumes et celle d'une série de nouveaux fossiles de dinosaures confortent une hypothèse : la plume a évolué avant l'apparition des oiseaux et du vol.