

POINT DE VUE

Farines animales : faut-il les réintroduire ?

Oui, car celles de 2011 n'ont rien à voir avec celles de 1996, à l'origine de la crise du prion.

Jeanne BRUGÈRE-PICOUX

Il y a un an, en juillet 2010, la Commission européenne proposait de réintroduire les protéines d'origine animale dans l'alimentation des poissons, des volailles et des porcs. Depuis, le Conseil national d'alimentation et les agences de sécurité sanitaire française et européenne étudient la question, et déposeront dès l'automne prochain des rapports sur la possibilité de réintroduire ces protéines dans les filières d'élevage. En juin dernier, le Conseil national d'alimentation a déjà émis un avis favorable, soulevant l'indignation de nombreux consommateurs. Pourtant, les protéines animales transformées, comme on les nomme aujourd'hui, ne sont pas les « farines animales » de 1996, mises en cause par la crise de l'encéphalopathie spongiforme bovine (ESB). Pour le comprendre, revenons quelques années plus tôt.

L'utilisation des farines de viande et d'os dans l'alimentation du bétail est ancienne et a surtout pris son essor à partir de 1945 avec l'industrie des aliments pour animaux domestiques. L'erreur fut de considérer que la chaleur détruisait tous les agents pathogènes potentiels. On ne se limitait pas au « cinquième quartier », c'est-à-dire aux restes d'une carcasse découpée à l'abattoir pour les consommateurs ; on incluait aussi des animaux trouvés morts (en particulier des ruminants) ou des saisies sanitaires. Le tout (excepté la majeure partie des os) était chauffé, déshydraté et dégraissé pour donner une farine destinée à l'alimentation animale. Le procédé s'est révélé insuffisant pour inactiver les prions. Dans les années 1990, la maladie rare qu'ils déclenchaient, l'ESB, devint une véritable enzootie au Royaume-Uni à cause, sans doute, d'une vache atteinte

intégrée dans le circuit peu avant 1980. Par le biais des exportations, le prion contamina d'autres cheptels en Europe et dans le reste du monde.

En mai 1990, on s'aperçut que les prions franchissent la barrière des espèces : le cas d'un chat anglais atteint du prion bovin fut confirmé, suivi de plus de 100 cas d'encéphalopathie spongiforme féline. Et en mars 1996, l'annonce de dix cas humains suspectés d'être atteints d'une variante de la maladie de Creutzfeldt-Jakob au Royaume-Uni déclencha la crise dite de la vache folle. Trois mois plus tard, alors que les farines étaient interdites aux ruminants depuis 1994, le gouvernement français a envisagé d'étendre cette interdiction à tous les animaux d'élevage.

Les scientifiques consultés, dont je fis partie, étaient très divisés, mais se rangèrent

SI UNE CARCASSE EST DÉCLARÉE propre à la consommation humaine, ses restes sont également bons pour les animaux domestiques.

à l'argument que je défendais selon lequel si une carcasse est déclarée propre à la consommation humaine, ses restes sont également bons pour les animaux domestiques (d'élevage et de compagnie) – hormis les matières à risque spécifié. Ces matières, constituées des déchets des organes contaminés dans les maladies à prions (la cervelle et la moelle épinière, les yeux, les amygdales, les intestins...), sont prélevées systématiquement à l'abattoir et détruites depuis la crise de l'ESB.

Restait à adopter une mesure de précaution supplémentaire : éviter tout croise-

ment dans les circuits de préparation et de distribution des aliments, afin que les ruminants ne puissent ingérer de farines, au cas où un défaut de détection de l'ESB se produirait. Avec la seconde crise de l'ESB, à l'automne 2000, plus grave que celle de 1996 dans ses répercussions économiques et médiatiques, la décision française d'interdire les farines animales à tous les animaux d'élevage, injustifiée au plan sanitaire, fut purement politique. L'Europe suivit la France.

Les ruminants ne consommant plus de farines animales, l'ESB est redevenue une maladie rare, comme en témoignent la surveillance épidémiologique des bovins et le dépistage systématique à l'abattoir et à l'équarissage : au 1^{er} juillet 2011, seuls deux cas ont été répertoriés cette année (parmi des bovins trouvés morts), ce qui porte à 1 019 le nombre de cas d'ESB déclarés en France depuis 1991 (sur 20 millions de bovins par an).

La crise de l'ESB a conduit à une amélioration de la sécurité alimentaire dans la filière bovine en introduisant la traçabilité de la viande de la ferme à la table (bien que la viande hachée mériterait encore quelques progrès, du fait qu'un lot de steaks hachés peut résulter du mélange de viandes d'origines trop nombreuses). Les centres d'équarissage ont aussi dû se plier aux exigences des comités scientifiques français et européens. Depuis 2002, en France comme en Europe, les déchets sont classés en trois catégories. Les deux premières sont destinées aux centres d'équarissage. Elles rassemblent les déchets dits à risque (matières à risque spécifié, animaux trouvés morts ou malades, saisies sanitaires...), qui ne peuvent entrer dans la chaîne alimentaire des animaux. Parmi ces déchets à risque, les protéines extraites d'animaux non rumi-

nants sont réutilisées sous forme d'engrais après stérilisation, notamment... par l'agriculture biologique.

La troisième catégorie comporte les déchets de découpe en abattoirs d'animaux sains destinés à la consommation humaine (ruminants – hors matières à risque spécifique –, porcs, volailles). De même qualité sanitaire (ils sont écartés seulement pour des raisons commerciales), ils sont traités par espèces dans des centres de valorisation distincts des centres d'équarrissage : les protéines animales transformées récupérées après déshydratation et séparation des graisses constituent une farine destinée à l'alimentation des animaux de compagnie.

Dès 2004, du fait de la disparition progressive de l'ESB, les Académies vétérinaire et d'agriculture de France ont envisagé une utilisation de ces protéines dans l'alimen-

tation des poissons et crustacés, des volailles et des porcs (la question ne se pose évidemment plus pour les ruminants). Par précaution, elles devraient être réservées à la seule alimentation de ces espèces, où aucune encéphalopathie transmissible n'a été signalée, et en aucun cas introduites dans la nourriture de l'espèce dont elles proviennent. En outre, un contrôle rigoureux de la fabrication de ces produits devrait être exercé, tant en France que sur les échanges internationaux, notamment en imposant une séparation stricte des filières par espèce de provenance.

La levée de l'interdiction restituerait une liberté économique aux différents acteurs des filières. Les éleveurs en particulier, privés d'une source de protéines locale, la remplacent par des denrées végétales d'importation, notamment du soja (parfois trans-

génique), et sont donc tributaires des cours du marché : fin 2010, une tonne de tourteau de soja coûtait 340 euros, alors que le prix de revient d'une tonne de protéines animales transformées serait de 35 euros. En outre, on arrêterait un gaspillage insensé de protéines d'excellente qualité.

Grâce à ces mesures, les protéines animales transformées seront différentes des farines animales d'avant 1996. Leur contrôle sera celui réalisé pour les parties destinées à la consommation humaine. ■

Jeanne BRUGÈRE-PICOUX est professeur à l'École nationale vétérinaire d'Alfort et membre de l'Académie vétérinaire de France.



Réagissez en direct à cet article sur www.pourlascience.fr

DÉVELOPPEMENT DURABLE

La gestion énergétique des salles informatiques

La climatisation des centres informatiques nécessite beaucoup d'électricité.

Pour réduire la consommation et augmenter l'efficacité, plusieurs solutions ont vu le jour.

Dominique BOUTIGNY

L'explosion des technologies de l'information a entraîné un développement considérable des centres de traitement des données. De même, le calcul intensif pour les sciences ou la technologie met en œuvre des supercalculateurs de plus en plus nombreux et puissants, hébergés dans des salles informatiques adaptées.

À cet accroissement du nombre et de la puissance des centres informatiques est associée une augmentation de la consommation électrique, en particulier pour maintenir le matériel à une température assez basse pour son bon fonctionnement.

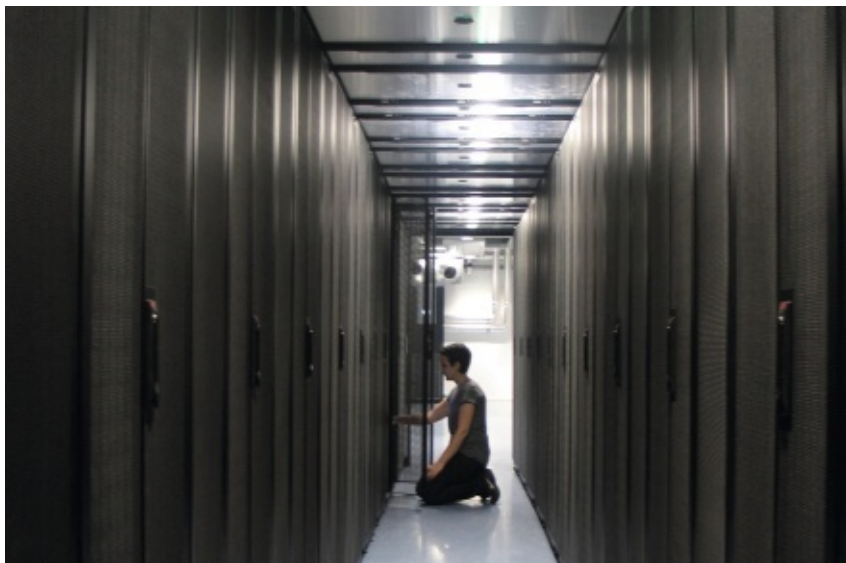
La consommation mondiale d'électricité était en 2008 de l'ordre de 17 000 térawatt-

heures, et l'on estime la consommation pour l'informatique en cette même année à quelque 900 térawattheures. La part de l'informatique ne représente donc qu'environ cinq pour cent du total. Cependant, à l'échelle de chaque centre informatique, l'accroissement de la consommation est devenu un casse-tête non seulement pour maîtriser les coûts, mais aussi pour concevoir les techniques de refroidissement appropriées.

L'approche retenue il y a une dizaine d'années pour augmenter la puissance de calcul des serveurs reposait sur l'augmentation de la fréquence de fonctionnement des processeurs. Or il s'ensuit une augmentation considérable de la consommation électrique de ceux-ci et, du même coup,

l'apparition d'une problématique de plus en plus complexe au niveau des infrastructures des salles informatiques. Il y a dix ans, une salle informatique ordinaire hébergeait des armoires-serveurs qui dégageaient un ou deux kilowatts de chaleur par mètre carré au sol. Le refroidissement était assuré par de l'air froid soufflé à travers un faux plancher, qui servait également de gaine technique pour le passage des câbles. Ce type de refroidissement impliquait donc une climatisation de l'ensemble de la salle des machines, puisque l'air chaud des serveurs était rejeté directement dans la pièce.

Désormais, avec l'augmentation de la fréquence des processeurs et la densification des serveurs, la chaleur dégagée peut



LA TECHNIQUE « IN ROW » A NOTABLEMENT AMÉLIORÉ LA GESTION ÉNERGÉTIQUE des salles informatiques. Dans cette approche, les unités de climatisation sont insérées entre les armoires-serveurs, au sein d'une même rangée. Par ailleurs, l'air chaud dégagé est confiné dans un couloir fermé entre deux rangées, ce qui évite de le mélanger à l'air ambiant de la salle.

atteindre 10 à 15 kilowatts par mètre carré pour une armoire de serveurs pleine. Il devient alors presque impossible de souffler efficacement l'air par le faux plancher pour refroidir tous les serveurs.

Parallèlement à ces problèmes de refroidissement, la consommation électrique globale augmente et il est fréquent de voir des salles de quelques centaines de mètres carrés dépasser le mégawatt de puissance électrique, quand les systèmes d'alimentation et de distribution le permettent.

L'efficacité de l'utilisation de l'énergie électrique est mesurée par le rapport entre la puissance électrique totale fournie (qui comprend l'énergie nécessaire au refroidissement) et la puissance de traitement informatique. Pour les grandes salles de machines, ce rapport, nommé PUE (pour *Power Usage Effectiveness*), atteint 1,7 à 1,8, voire plus.

Ces cinq dernières années, une double prise de conscience a eu lieu, d'une part du côté des fabricants, d'autre part du côté des concepteurs de salles informatiques. Les premiers se sont efforcés de réduire la consommation électrique des serveurs tout en améliorant la conception des châssis, pour optimiser les flux d'air. Les seconds

ont commencé à proposer des solutions de refroidissement plus efficaces.

Les fabricants ont limité la fréquence des processeurs et diminué leur tension de fonctionnement, ce qui a réduit de 30 pour cent par an la consommation électrique, à puissance informatique constante. Par ailleurs, l'augmentation de la capacité des disques durs (de 500 gigaoctets il y a cinq ans à deux téraoctets aujourd'hui pour des serveurs de stockage ayant à peu près même la consommation) a abaissé notablement le coût d'alimentation électrique et de climatisation du téraoctet de stockage.

Confiner l'air chaud entre les rangées d'armoires refroidies

Du côté des salles informatiques, l'amélioration décisive est venue des systèmes d'armoires refroidies et de confinement des allées chaudes (technique « in row », *en rangée*). Dans cette approche, les serveurs sont montés dans des rangées d'armoires et rejettent l'air chaud dans un couloir confiné séparant deux rangées. Cet air chaud est traité au plus près de sa production par des unités

de climatisation insérées entre deux armoires de serveurs. Il suffit alors d'une climatisation légère pour maintenir la température ambiante de la salle informatique.

La technique du confinement des allées chaudes, alliée aux dernières générations de groupes froids, a permis de ramener le PUE des salles informatiques ainsi équipées à des valeurs proches de 1,3. Les faux planchers soufflants deviennent alors superflus, d'où des salles moins coûteuses, capables de supporter des poids d'armoires de serveurs plus importants et, surtout, de disposer d'un câblage et d'une tuyauterie propres et accessibles, les services (courants forts, courants faibles, eau glacée) étant installés au niveau du plafond de la salle.

Pour aller plus loin, deux approches sont possibles. Celle qui a été mise en œuvre au Centre de calcul du CNRS/IN2P3 est de récupérer la chaleur des serveurs informatiques pour la mettre à la disposition des bâtiments voisins de l'Université Lyon 1. Cette démarche est particulièrement pertinente dans le contexte du *Plan campus* qui prévoit la construction de nouveaux bâtiments dont le système de chauffage peut être adapté à des températures d'eau chaude dans la gamme 50-55 °C.

L'autre approche est le « free cooling », qui consiste à utiliser au maximum l'air extérieur pour refroidir les serveurs. Ces derniers doivent alors fonctionner à des températures plus élevées et moins stables, mais qui restent dans un domaine acceptable. Cette technologie a été mise en œuvre avec succès au Laboratoire de physique subatomique et cosmologie du CNRS/IN2P3, à Grenoble, pour une salle informatique de taille moyenne. Pour les très grands centres de calcul, le tout « free cooling » est possible au prix de systèmes de captation de l'air extérieur de grandes dimensions, permettant un renouvellement d'air très important dans les salles informatiques. C'est aujourd'hui la seule voie connue pour atteindre des PUE inférieurs à 1,1. ■

Dominique BOUTIGNY est directeur du Centre de calcul de l'Institut national de physique nucléaire et de physique des particules (IN2P3) du CNRS, à Villeurbanne.

À découvrir en kiosque et sur www.pourlascience.fr



Mayas, Aztèques, Incas... Mais aussi Olmèques, Inuits, Cheyennes... l'être humain a conquis l'Amérique du cercle arctique à la Terre de Feu et y a fondé de nombreuses civilisations et cultures. La plupart font encore rêver aujourd'hui. Comment sont-elles apparues ? Comment fonctionnaient-elles ? Ont-elles vraiment disparu ? Ce Dossier retrace l'histoire, entre grandeur et décadence, des peuples d'Amérique.

→ Feuilletez les premières pages sur pourlascience.fr

VRAI OU FAUX

Peut-on ne jamais rêver ?

Les non-rêveurs n'existeraient pas. Mais plusieurs facteurs expliquent l'absence de souvenirs oniriques.

Delphine OUDIETTE et Isabelle ARNULF

Quelques pour cent (entre 2,7 et 6,1 selon les enquêtes) des personnes interrogées sur la fréquence de leurs rêves disent ne jamais rêver. Cette proportion chute à 0,38 pour cent quand les sujets dorment dans un laboratoire et sont réveillés plusieurs fois par nuit pour qu'ils racontent leur activité mentale.

Des lésions de certaines régions du cerveau peuvent effectivement supprimer les rêves. En 2004, des médecins suisses ont décrit le cas d'une femme de 73 ans qui ne rêvait plus après un accident vasculaire cérébral occipital (où se situent les aires visuelles). Outre la perte totale de l'activité onirique, la patiente souffrait de troubles visuels. Ces symptômes forment le syndrome de Charcot-Wilbrand, une pathologie rare décrite pour la première fois dans les années 1880. L'organisation de son sommeil semblait pourtant normale, avec une alternance des phases de sommeil lent et paradoxal. Mais, même réveillée en sommeil paradoxal, le stade associé à une activité onirique intense, la patiente ne se souvenait d'aucun rêve.

Toutefois, les lésions provoquant la perte des rêves sont rares. Alors pourquoi certaines personnes n'ayant eu aucun accident vasculaire cérébral disent-elles ne jamais rêver ? En fait, il est fort probable que tout le monde rêve, mais sans forcément s'en souvenir au réveil. En effet, de nombreux facteurs sont susceptibles d'influer sur le rappel des rêves. Par exemple, les femmes se rappellent souvent mieux que les hommes leur activité onirique (peut-être parce qu'elles s'y intéressent davantage). Les rappels de rêves sont moins nombreux chez les jeunes enfants (âgés de moins de 10 ans), puis augmentent

jusqu'à l'âge de 25 ou 30 ans ; ensuite, on se souvient moins de ses rêves, avec une stabilisation vers la cinquantaine.

Plusieurs études ont souligné le rôle fondamental de la motivation sur le rappel des rêves : les personnes qui accordent de l'importance à leurs rêves, celles qui s'exercent à s'en souvenir ou celles qui participent à une étude sur leurs rêves ont plus de chances d'avoir un rappel onirique que celles qui ne s'y intéressent pas. En effet, la motivation à l'égard des rêves activerait des mécanismes de l'attention, facilitant leur encodage (leur consolidation en mémoire).

Vouloir s'en souvenir

La méthode d'éveil peut aussi influencer sur le rappel de rêve. Si l'on est distrait ou si l'on fait autre chose entre le réveil matinal et le moment du rappel, on a moitié moins de chances de se souvenir de ses rêves. Et bien sûr, le contenu du rêve a son importance. Les rêves marquants, bizarres ou intenses émotionnellement, par exemple les cauchemars, laissent une trace plus forte au réveil.

Ainsi, les scientifiques cherchent une « signature objective » des rêves, qui permettrait de les quantifier indépendamment des souvenirs du participant. Certaines études ont montré que les réveils en sommeil paradoxal s'accompagnaient plus souvent d'un récit de rêves que les réveils en sommeil lent. Le stade de sommeil précédant le réveil intervient donc dans la propension à se souvenir ou non d'un rêve. Mais l'absence de souvenirs ne signifie pas qu'il n'y a pas de rêves. D'autres chercheurs tentent de lier la fréquence des récits oniriques avec des



Shutterstock / Carlos Castano

mesures physiologiques durant le sommeil, tels les variations du rythme respiratoire ou le nombre de mouvements oculaires rapides. Mais aucun résultat n'est probant.

Toutefois, en 2011, des chercheurs suisses et brésiliens ont montré, chez 17 jeunes sujets, que certaines caractéristiques de l'activité cérébrale durant le sommeil (évaluées par électroencéphalographie) prédisaient si les rêves pourraient être rappelés : en sommeil paradoxal ou en sommeil lent, les rêves reposeraient à la fois sur une inhibition des aires frontales du cerveau et sur une activation des aires occipitales. Mais ce résultat nécessite d'être confirmé.

Il est difficile de savoir s'il existe de véritables non-rêveurs, car nous n'avons pas accès à l'expérience mentale du dormeur. Dans notre Unité des pathologies du sommeil, nous enregistrons le sommeil de patients souffrant de trouble comportemental en sommeil paradoxal, une maladie qui engendre une extériorisation des rêves (le patient rêvant d'un agresseur se bat « réellement » contre un ennemi invisible). Certains de ces patients nous ont affirmé n'avoir jamais rêvé. Pourtant, ils s'agitent la nuit, donnent des coups et crient. Difficile de croire qu'ils n'avaient aucune image dans la tête à ce moment-là. Ils ne s'en souviennent simplement pas.

Même s'il est pour l'heure impossible de le confirmer, il est fort probable que tout le monde rêve. En revanche, les souvenirs du monde onirique varient d'un individu à l'autre. ■

Delphine OUDIETTE est postdoctorante dans l'Unité des pathologies du sommeil de l'Hôpital de la Pitié-Salpêtrière, à Paris, unité que dirige Isabelle ARNULF.