

Analyse et synthèse de documents techniques et scientifiques
Durée : 2 heures

L'usage d'abaques, de tables, de calculatrice et de tout instrument électronique susceptible de permettre au candidat d'accéder à des données et de les traiter par les moyens autres que ceux fournis dans le sujet est interdit.

Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale sur sa copie et poursuit sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il a été amené à prendre.

Chaque candidat est responsable de la vérification de son sujet d'épreuve : pagination et impression de chaque page. Ce contrôle doit être fait en début d'épreuve. En cas de doute, il doit alerter au plus tôt le chef de centre qui vérifiera et éventuellement remplacera le sujet.

Le sujet de cette épreuve comporte un document portant sur une des thématiques techniques et scientifiques des sciences du vivant et de l'environnement.

Chaque candidat doit vérifier que le sujet qui lui est donné correspond à la thématique qu'il a choisie lors de son inscription au concours. En cas de doute, il doit alerter au plus tôt le chef de centre qui vérifiera et éventuellement remplacera le sujet.

Les documents proposés dans les différentes thématiques sont les suivants :

- Agroalimentaire : Faut-il encore manger de la viande ?
- Paysage : COP21 : comment le changement climatique affectera la France.
- Environnement : COP21 : comment le changement climatique affectera la France.
- Productions animales : Faut-il encore manger de la viande ?
- Productions végétales : COP21 : comment le changement climatique affectera la France.

L'épreuve est composée de deux parties:

- **1^{ère} partie:** faites l'analyse et la synthèse des idées fortes du document (sur 10 points)
- **2^{ème} partie:** développez une des idées importantes du texte en l'illustrant et en valorisant vos connaissances techniques et scientifiques (sur 10 points)

ENVIRONNEMENT, SANTÉ,
BIEN-ÊTRE ANIMAL...

FAUT-IL ENCORE MANGER DE LA VIANDE?

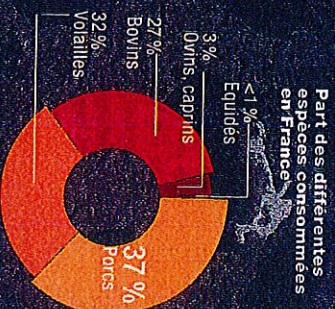
Accusée de tous les maux, la viande n'a plus la cote et nous en consommons chaque année de moins en moins. Mais a-t-elle vraiment tout faux ?
Nathalie Picard a mené l'enquête.

Reste-t-on nous omnivores ? Autrefois symbole de richesse, puis démocratisée grâce aux immenses gains de productivité, la consommation de viande semble aujourd'hui remise en cause. Les chiffres sont là : en France, comme en Europe, cette pratique multiséculaire est en net ralentissement depuis quelques années, avec une baisse marquée pour les viandes bovines, ovines et porcines, et une hausse pour les volailles (voir gra-

phique ci-contre). "Un tiers de la baisse s'explique par le prix de la viande, qui augmente plus vite que les revenus. Les deux autres tiers sont liés à des changements de préférences", analyse Pierre Dupraz, directeur de recherche à l'Inra. Le vent a commencé à tourner à partir des années 1970, avec l'émergence des préoccupations environnementales et une première reconnaissance de la sensibilité des animaux domestiques. Dans

les années 1990, le scandale de la vache folle a révélé un système où les vaches mangeaient leurs congénères sous forme de farines animales contenant des questions liées à la santé individuelle. Le tout accompagné, ces dernières années, de vidéos dénonçant certaines conditions d'élevage et d'abattage. Réchauffement climatique, gaspillage de ressources, danger sanitaire, maltraitance animale, la

liste des chefs d'accusation s'allonge. Les acteurs de la filière eux, dénoncent de faux arguments. Et dans cette bataille de chiffres entre défenseurs et pourfendeurs de la viande, il n'est pas rare, sur Internet, de lire une information et son exact contraire. Comment s'y retrouver ? Dans ce sujet complexe où de nombreuses questions restent en débat, *Science & Vie* a interrogé des scientifiques pour démêler le vrai du faux.



La viande et l'environnement

Un impact très fort sur le réchauffement ?

L'affirmation circule sur la toile : l'élevage réchaufferait plus la planète que les transports. D'après l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), 14,5 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre proviennent de l'élevage. Soit légèrement plus que les 14 % émis par les transports, indiqués par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec) dans leur dernier rapport.



"Deux chiffres incomparables", s'agace Anne Moitte, responsable des développements de l'élevage à la FAO. Laquelle explique que son organisme s'appuie sur l'analyse de cycle de vie, et inclut donc les changements d'usage des sols,

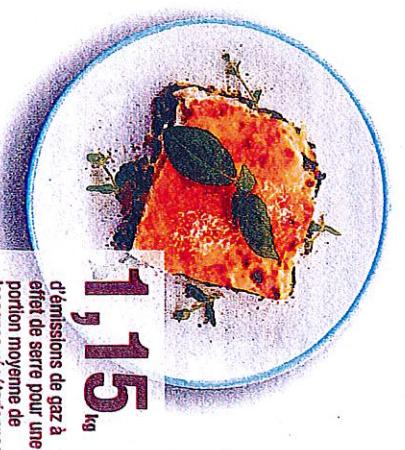
la gestion des déjections, le transport, tandis que les inventaires du Giec, eux, ne comptabilisent que les émissions directes par secteur – et les estiment d'ailleurs entre 10 et 12 % pour l'agriculture, soit moins que pour les transports.

En France, le Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique (Citepa), qui réalise les inventaires d'émissions directes, permet d'avoir des chiffres comparables. Et donne 19 % des rejets nationaux de gaz à effet de serre pour le secteur agricole – par tagés à peu près à parts égales entre les rejets de méthane émis par l'élevage et les rejets de protoxyde

2013, la FAO. Pour autant, le fait est indéniable : l'élevage a "un impact clairement négatif sur le changement climatique", selon une expertise de l'Inra sur les élevages européens.

Plusieurs pistes sont étudiées pour minimiser ces rejets, en particulier l'amélioration du stockage de carbone par les prairies qui,

nement



malgré tout, pourrait s'avérer très efficace.

Mais une partie de la solution se trouve au bout de notre fourchette. Comme le souligne Nicole Darmont, chercheuse en nutrition à l'Inra : "Dans les pays développés, consommer moins de viande est un levier majeur". Ce potentiel d'atténuation du réchauffement par

une alimentation moins riche en produits animaux est confirmé par plusieurs études internationales.

En France, l'Ademe a quantifié l'impact climatique des aliments. Résultat : un steak-frites émet quatre fois plus de CO₂ que des lasagnes végétariennes (voir ci-dessus). Cependant, "ces plats n'opèrent ni les mêmes nutri-

ments, ni la même énergie. Tout comme l'équilibre nutritionnel, l'impact carbone s'analyse dans la durée", précise Sarah Martin, ingénieure en charge de l'alimentation à l'Ademe. Pour couvrir nos besoins, fruits et légumes – riches en nutriments et pauvres en énergie – doivent être consommés en plus grande quantité

que les produits gras et sucrés. Or les émissions augmentent avec la quantité de nourriture ingérée. Un cercle vicieux ? Non. Pour Nicole Darmont, consommer moins en général, moins de viande et d'alcool en particulier, et plus de fruits et légumes, permet de réduire notre impact carbone tout en améliorant notre nutrition.

Une consommation d'eau délicate ?

L'information revient souvent : il faudrait 13 400 l d'eau pour produire 1 kilo de viande de bœuf. L'équivalent d'une centaine de bains ! Le calcul est un peu faussé, souligne Michel Doreau, directeur de recherche à l'Inra : "Il inclut l'eau de pluie nécessaire à la croissance des plantes

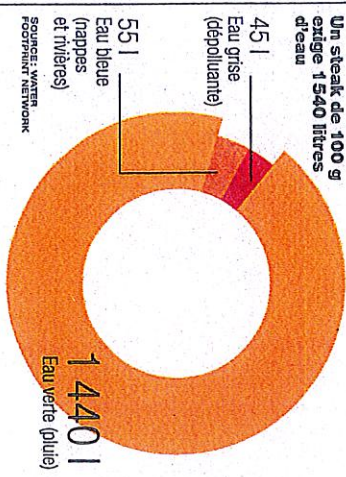
consommées par les animaux qui représente plus de 93 % du total."

La méthode développée par Arjen Y. Hoekstra en 2002 permet de distinguer l'eau verte, l'eau de pluie reçue par les terres agricoles transférée en vapeur d'eau par la transpiration des plantes et l'évaporation du sol, de

l'eau bleue est l'indicateur le plus juste pour comprendre comment l'élevage ponctionne la ressource hydrique

L'eau bleue, celle prélevée par les agriculteurs afin d'irriguer les cultures. En comptabilisant aussi l'eau grise, le volume d'eau nécessaire pour diluer les polluants. "Cette méthode permet d'analyser la production de l'eau à l'échelle mondiale, sans

se limiter aux consommations directes. Elle permet de comprendre quelles productions dépendent de l'eau de pluie", explique Daniel Zimmermann, ancien directeur du Conseil mondial de l'eau. D'ordinaire, lorsqu'on parle de consommation, il s'agit de l'eau bleue. "C'est l'indicateur le plus juste pour comprendre comment l'élevage ponctionne la ressource hydrique et 45 l d'eau grise."



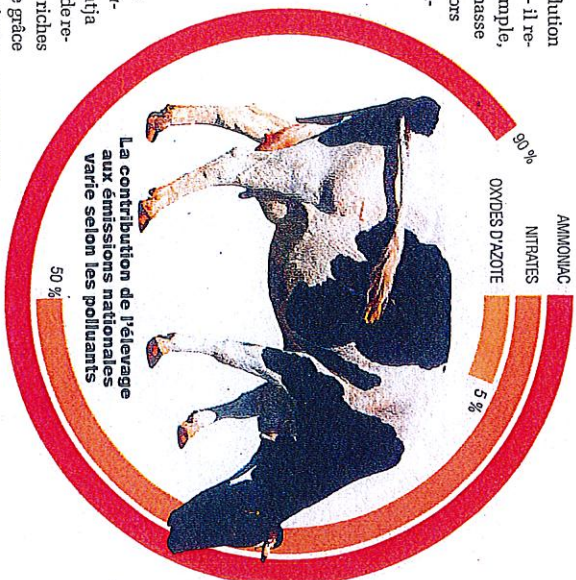
Une pollution massive?

Oui, indéniablement, l'élevage pollue. L'eau d'abord, avec l'azote et le phosphore excrétés par les bêtes qui peuvent provoquer un développement de biomasse asphyxiant – comme en témoignent les fameuses marées vertes bretonnes.

L'air aussi, avec l'émission d'ammoniac. D'après le Citepa, 98 % des rejets français proviennent de l'agriculture, principalement des déjections animales stockées puis épandues sur les champs (70 %), mais aussi des engrais minéraux (30 %). Sachant que lorsque cet ammoniac gazeux rencontre des oxydes d'azote issus du trafic routier, il se transforme en nitrate d'ammonium, l'un des

responsables de la pollution aux particules fines – il ressemblerait, par exemple, à Paris, 60 % de la masse des particules fines lors des épisodes de pollution massive de mars 2016!

Pour la terre, tout dépend des pratiques d'élevage. *"Un effet positif de l'élevage sur le sol s'observe dans des systèmes associant culture et élevage, où les prairies occupent au moins 30 % de l'exploitation"*, précise Katja Klump, ingénieure de recherche à l'Inra. Sols riches en matière organique grâce à l'usage d'engrais issus



SOURCE : INRA 2012

Une menace pour nos ressources alimentaires?

La question se pose quand on sait que, d'après la FAO, la quantité de nourriture que le cheptel mondial engloutit chaque année est de six milliards de tonnes, soit 50 % de plus que la consommation humaine mondiale!

Et que, pour produire une telle montagne, l'élevage occupe de 70 à 75 % des sols agricoles, concurrençant donc directement nos ressources alimentaires.

Cela est particulièrement vrai pour les champs de céréales destinées à l'alimentation animale qui représentent un tiers des terres arables de la planète. Moins

pour les prairies et les parcours (pâturés par les bêtes ou fauchés pour leur foin), dont 65 % sont des surfaces trop difficiles à cultiver (relief, humidité, qualité du sol). *"Sur ces espaces, élever des ruminants à l'herbe permet de produire de la nourriture humaine"*, re-



De nombreuses plantes destinées aux animaux pourraient entrer dans l'alimentation humaine

mark Anne Motet, de la FAO. En revanche, les 35 % restants – soit 700 millions d'hectares – pourraient être convertis en cultures disponibles pour l'homme. D'autant que les producteurs de viande défontent un gaspillage des ressources, en soulignant qu'il faut entre 2 et 10 kg de protéines végétales pour faire 1 kg de protéines animales. Ce calcul oublie cependant que nous ne

des déjections animales, cultures diversifiées intégrées dans leur rotation des légumineuses fixant l'azote, prairies permanentes riches en carbone... D'après Julie Ryschawy, maître de conférences en agronomie des territoires à l'INP-École nationale supérieure agronomique de Toulouse, ce cercle vertueux *"pourrait être un idéal agronomique pour les sols, permettant de gérer aux mieux les cycles de l'azote, du carbone et du phosphore"*. Mais, en France, cet idéal perd du terrain : les fermes en polyculture-élevage et les prairies permanentes disparaissent peu à peu, la tendance étant à l'agrandissement des cheptels, la spécialisation des territoires, l'élevage en bâtiment et l'intensification des pratiques.

La question est une casse-tête. Bien sûr, l'expansion des cultures au détriment de la forêt amazonienne, qui hébergerait près du quart de l'ensemble des espèces terrestres, est dévastatrice. Mais dans d'autres situations, l'élevage joue un rôle positif, en entretenant des prairies riches d'une biodiversité unique et spécifique – comme, en France, le rôle des génets, un oiseau protégé dont le déclin s'explique par la disparition des prairies humides dans les vallées. D'un extrême à l'autre, difficile donc d'évaluer l'impact global de l'élevage sur la biodiversité. *"D'autant qu'il y a des effets directs et indirects, comme la*

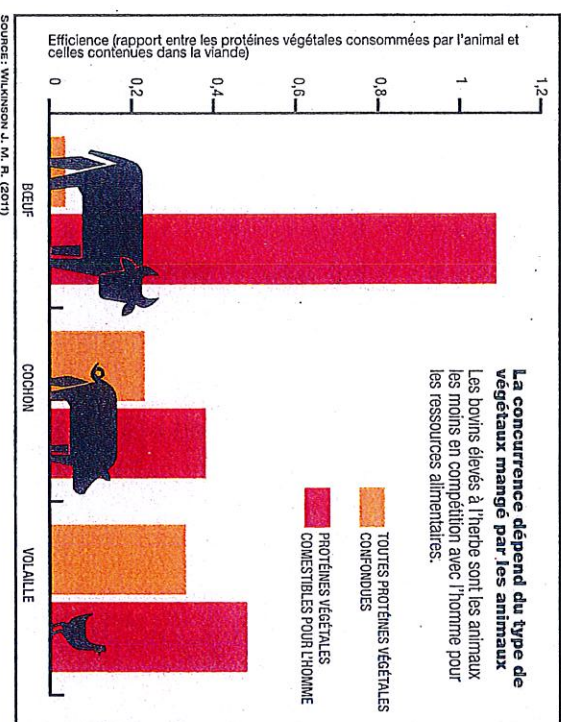
-22%

pollution de l'eau et le réchauffement climatique. Il faut prendre en compte des mécanismes variés et faire le lien entre des échelles locales et globales", analyse Anne Motet à la FAO. Des effets en cascade d'autant plus durs à quantifier que la biodiversité est difficile à mesurer. *"Qui peut décrire qu'un écosystème ou qu'une espèce serait supérieur à un autre ?"* Interroge Rodolphe Sabatier, chercheur en agroécologie à l'Inra, qui ajoute qu'*"à l'échelle d'un territoire, préserver des milieux variés, gérés de manière différente, favorise la biodiversité"*. D'après les experts de l'Inra, l'effet positif de l'élevage sur la biodiversité passe par le maintien des prairies permanentes. Mais encore faut-il qu'elles soient bien gérées – les fauchages mécanisés, toujours plus précoces, empêchent par exemple le rôle des génets de nicher et de se reproduire. Et on ne peut que regretter que les surfaces toujours en herbe des exploitations agricoles aient diminué de 22 %, en France, entre 1989 et 2015.

Un danger pour la biodiversité?

peut même apporter une contribution positive à la sécurité alimentaire!

Ce calcul dépend des frontières de la comestibilité, qui sont amenées à bouger. *"De nombreuses plantes destinées aux animaux pourraient entrer dans l'alimentation humaine grâce à de nouveaux procédés de fractionnement et d'extraction"*, affirme Denis Chereau, directeur général de la plateforme Improve, dédiée à la valorisation des protéines végétales. Des essais sont en cours pour extraire les protéines contenues dans les tourteaux de graines oléagineuses, les déchets de brasserie ou l'enveloppe des céréales.



SOURCE : WILKINSON, J. M. R. (2017)

La viande et le bien-

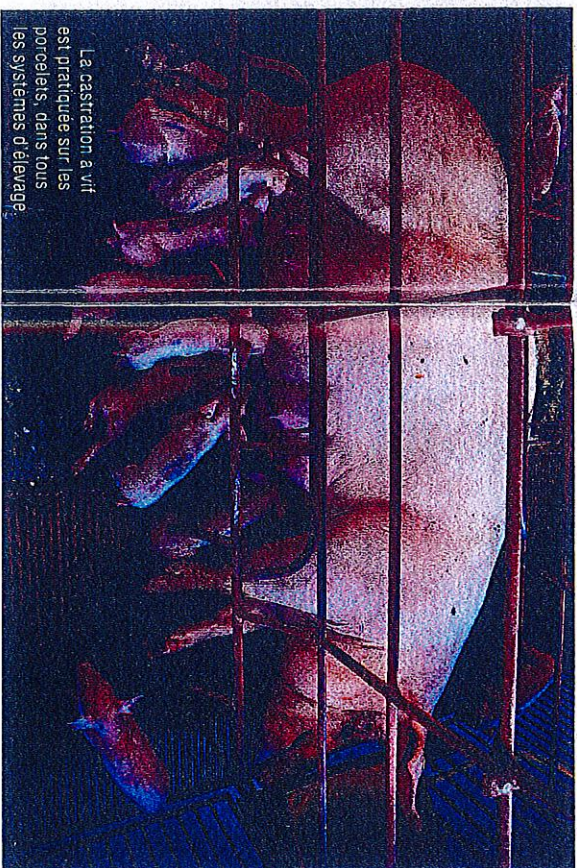
être animal

Des troupeaux démesurés?

Des animaux mutilés?

De mauvaises conditions de logement, des manipulations ou une alimentation inadéquate peuvent causer aux animaux d'élevage des douleurs. Mais comme le soulignait en 2012 l'expertise collective de l'Inra sur le sujet, "quelle que soit l'espèce considérée (volailles, porcs, bovins), une des principales sources de douleur en élevage réside dans la pratique de mutilations". Ecomage, castration et caudectomie ont pour objectif d'améliorer la qualité des viandes et d'éviter les blessures dues aux agressements entre congénères causés par la promiscuité et un

comportement. Dans la filière biologique, une densité plus faible et une litière paillée permettent d'éviter de couper les queues des porcs. Mais bio ou pas, la plupart des porcs sont castrés à vif afin de supprimer les odeurs désagréables que dégagent, à la cuisson, la viande issue de certains mâles entiers. Depuis quelques années, des pays scandinaves poussent l'Europe à mettre fin à cette mutilation. La Coopert Arc Atlantique - coopérative bretonne de 2 700 éleveurs - a suivi le mouvement. Signée par des membres de la filière porc européenne, une déclaration volontaire a annoncé, sous conditions, la fin de la castration pour 2018.



La castration à vif est pratiquée sur les porcs, dans tous les systèmes d'élevage.

Des animaux enfermés?

Pour ce qui est du plein air, les vaches laitières sont mieux loties. "Le pâturage est un point fort des exploitations laitières", confirme Alice de Boyer des Roches, de VétAgro Sup de Lyon. Dans les 131 fermes qu'elle a évaluées, les troupeaux passent un temps médian de 229 jours par an, 16 heures par jour, au pré.

La plupart des porcs vivent en bâtiments. Idem pour les poules ponduses: 32 sur 47 millions de ces gallinacées sont toujours élevées en cages. Y sont-elles vraiment plus malheureuses? C'est certain, l'élevage en batterie a des inconvénients à répondre le programme européen LayWel qui a comparé ces différents systèmes de 2004 à 2006. Désormais, une directive européenne impose l'agrandissement et l'enrichissement des cages (nid, perchoir...), ainsi qu'un

espace plus grand (un peu plus qu'une feuille A4). Cela a-t-il changé la donne? Oui, répond l'Institut technique de l'aviculture, qui avance une moindre restriction comportementale. Sophie Hild, de la Fondation droit animal, éthique et science (LITPA), ne partage pas cet avis: "Les problèmes d'agressivité et de picage demeurent. Cette réglementation a entraîné des coûts élevés pour la filière, mais pour les poules, ça n'a pas changé grand-chose."

Dans un avis rendu en 2015, le comité d'éthique pour la recherche agronomique note l'importance "d'adapter les conditions d'élevage aux comportements naturels des animaux", condition nécessaire pour que l'animal ne soit "plus traité comme un objet, mais reconnu comme animal, éthique et science". Faut-il alors rendre le plein air obligatoire? "Chaque système présente des avantages et des inconvénients, souligne Laure Bignon, ingénieure de recherche à l'Institut technique de l'aviculture. En plein air, les poules peuvent exprimer leurs comportements naturels mais elles sont plus exposées aux pa-

rasies et aux prédateurs." Pour prendre en compte cette complexité, le projet européen Wellfare Quality a mis au point des systèmes d'évaluation à partir de quatre principes: bonne alimentation, logement adapté, bonne santé et comportements appropriés. "Ces mesures peuvent être utiles, mais elles conduisent à une approche morcelée du bien-être, qui omet de penser le comportement de l'animal de manière globale", regrette Florence Burgat, directrice de recherche en philosophie à l'Inra. Le sujet est décidément bien complexe.

L'agrandissement des cages a entraîné des coûts élevés pour la filière, mais pour les poules, ça n'a pas changé grand-chose



Des abattages dans la souffrance?

Moutons jetés contre des barrières, cochons frappés, animaux conscients lors de la saignée... Tournées en car-mère cachée dans certains abattoirs français, les vidéos de L214 - organisation militante contre l'exploitation animale - ont montré crûment la maltraitance et la négligence subies par des bêtes lors de leur mise à mort. Cas isolés ou manquement généralisé?

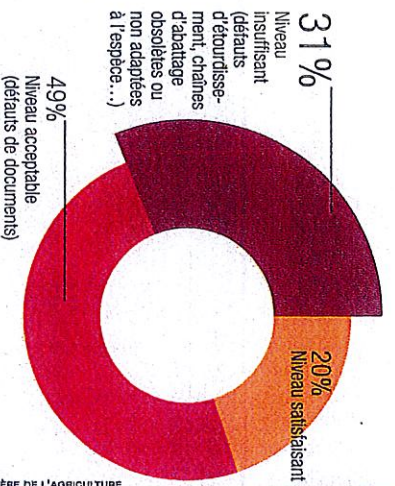
Suite au scandale de l'abattoir d'Alès, le ministère de l'Agriculture a lancé une inspection des abattoirs d'animaux de boucherie en avril 2016. Résultat: des non-conformités moyennes à graves ont été constatées dans 31 % des cas, surtout liées à des problèmes d'étourdissement (opération

qui fait perdre conscience à l'animal avant la saignée) ou de conception des locaux.

Les volailles ne sont pas beaucoup mieux loties, à en croire un audit de l'Union européenne en avril 2015: s'il note une situation française

"globalement satisfaisante", il liste quelques points noirs: l'étourdissement des volailles et le contrôle de l'étourdissement de l'ensemble des animaux. Quant au rap-

port de la commission d'enquête parlementaire datant de 2016, il s'agit de "dysfonctionnements non généralisés mais moqueurs" liés à des sous-investissements. Suite à ce constat, la loi Falorni prévoit d'instaurer le contrôle vidéo dans les abattoirs. La réglementation européenne impose pourtant que toute douleur, détresse ou souffrance évitable soit épargnée aux animaux lors de leur mise à mort. "À l'exception des méthodes de gazage utili-



SOURCE: MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

Et dans le poisson, tout est bon?

Consommation en hausse, bénéfice santé... Si le poisson a plus la cote que la viande, il n'est pas exempt des mêmes tensions. Des tensions sur l'environnement d'abord, avec l'impact de la pêche intensive sur les stocks, ou celle de la pêche au chalut sur les fonds océaniques. Il y a aussi le gâchis des ressources, à travers la consommation de poissons sauvages par leurs homologues carnivores (truites, daurades...): entre 1950 et 2010, 25 % des captures auraient été transformées en farines et huiles à destination des élevages (poissons mais aussi cochons et poulets). La tendance est à la baisse, la filière piscicole ayant commencé à les remplacer par des aliments à base d'insectes et de algues. Il y a aussi des tensions sur la santé. Vu la concentration du poisson en polluants (dioxines, mercure...), l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation recommande seulement deux portions par semaine. Et la pisciculture, qui concentre parfois des milliers d'individus, favorise elle aussi les résistances aux antibiotiques. Quant à la question du bien-être des poissons, le sujet commence tout juste à émerger. Pourtant, "le poisson présente des structures attestant sa capacité à percevoir la douleur et intégrer une situation négative", affirme Marie-Laure Bégout, chercheuse à l'Ifremer.

sant le dioxyde de carbone, si l'étourdissement et la saignée sont bien menés, l'animal perd conscience sans douleur de manière instantanée et ne ressent ni douleur ni peur jusqu'à sa mort", détaille Claudia Terlou, chercheuse à l'Inra.

Le problème est que l'étourdissement, obligatoire avant la saignée, est parfois raté. Trop souvent. En cause, des problèmes matériels, une mauvaise contention de l'animal ou un manque de formation des personnels, qui doivent recommencer l'opération. Une dérogation autorise l'abattage rituel sans étourdissement pour les filets halal et casher. Dans ce cas, lors de la saignée, l'animal souffre inévitablement avant de perdre conscience (une quinzaine de secondes pour les ovins, parfois, de quelques secondes à plusieurs minutes pour les bovins).

B. BELLANGER