

ALIMENTATION DES POISSONS ET VITAMINES

Par M. H. BARTHÉLÉMY

Docteur ès Sciences, Chef de Travaux à l'Institut de Zoologie
et de Biologie générale de Strasbourg.

Les vitamines sont actuellement à l'ordre du jour ; on en parle sans cesse. Il est peu de réclames de produits pharmaceutiques, hygiéniques, de régime, destinés à notre usage ou à celui des animaux, dans lesquelles ce mot magique ne figure pas.

Ces mystérieux éléments sont donc passés au premier plan ; ils sont « *de mode* » et le moins qu'on en sache, c'est qu'ils sont *indispensables à l'existence, au développement et à l'entretien normal de la vie.*

Découvertes depuis relativement peu de temps, que sont ces substances si importantes ? Il est bien difficile de les définir et encore plus de leur attribuer une composition chimique précise (1).

On peut cependant dire, avec M^{me} L. RANBOIN et H. SIMONNET (2), que « les vitamines sont des principes que l'organisme animal est incapable d'élaborer lui-même, principes qui, à doses infinitésimales (de l'ordre du millionième, voire même du dix-millionième du poids de la ration quotidienne) sont indispensables au développement, à l'entretien, au fonctionnement des organismes et dont l'absence détermine des troubles et des lésions caractéristiques ». Insistons surtout sur le fait, bien démontré aujourd'hui, que les organismes animaux ont besoin de vitamines, qu'ils sont incapables de les créer et ne peuvent en mettre en réserve que de très faibles quantités dans leurs tissus. L'alimentation doit donc leur en apporter journellement des proportions suffisantes et variables suivant les espèces animales et les circonstances.

Comme pour la fée Electricité que chacun connaît et utilise par ses nombreuses et bienfaisantes applications, sans pouvoir en préciser la nature, les vitamines si précieuses nous apparaissent comme des produits doués

(1) Cependant, pour quelques-uns, les vitamines A et D par exemple, la nature chimique vient d'être récemment presque élucidée.

(2) *Les Vitamines*. — Collection Armand COLIN ; Section de Biologie, n° 145. — Paris, 1932.

d'un pouvoir surnaturel, excitants spéciaux de la nutrition, agissant a des doses infimes. Pour saisir et comprendre leur importance, le mieux est de rappeler brièvement comment on est arrivé à les découvrir et à se rendre compte de leur nécessité dans l'alimentation.

De très longue date, on avait constaté que, sur les populations d'Extrême-Orient se nourrissant surtout de riz poli (décortiqué), sévissait une affection dénommée *béribéri* provoquant la mort de 60 à 70 % des sujets atteints. Sans insister sur le détail des quatre formes cliniques de cette maladie, disons simplement qu'elle se manifeste par des troubles de la nutrition et des troubles nerveux par suite de la dégénérescence des nerfs. Considérée d'abord comme une maladie infectieuse, on reconnut, par suite d'observations et d'expériences sur les animaux, qu'elle était d'origine alimentaire. On établit aussi une relation de cause à effet entre le riz consommé abondamment et l'extension de cette maladie. D'ailleurs, le *béribéri* épargne les populations consommant le riz brut, c'est-à-dire dont la graine est encore habillée ; la maladie est guérie si l'on ajoute, à l'alimentation des sujets atteints, la balle, le péricarde et le germe enlevés par le polissage.

Depuis plusieurs siècles on sait aussi que les marins et explorateurs privés d'aliments frais et nourris, même abondamment, de conserves, contractent une maladie dénommée *scorbut* et que l'usage de végétaux et de fruits frais, surtout de citrons, a un effet préventif ou curatif remarquable.

Enfin, il est reconnu que le *rachitisme*, associé parfois au scorbut chez les enfants, maladie caractérisée par un arrêt de croissance provoqué par une stérilisation à l'excès du lait, peut se guérir facilement au moyen de lait frais, de jus de fruits, de purées de légumes verts.

Malheureusement, ces maladies ne sont pas le déplorable apanage exclusif du genre humain. On les rencontre aussi, trop fréquemment, hélas ! chez les animaux qui nous entourent, que nous voulons domestiquer, asservir et utiliser pour nos différents besoins. Ce sont, précisément, l'étude comparée et l'expérimentation effectuée sur les animaux courants de laboratoire qui ont permis de constater la présence et de démontrer la nécessité, dans les aliments, de ces principes indispensables à la vie des êtres ; que les uns ont appelés *vitamines*, d'autres *indéterminé alimentaire*, d'autres encore *facteurs accessoires* ou, tout récemment : *exhormones*. L'on a été ainsi amené à dire que la nourriture ne renfermant plus ou ne contenant pas ces précieux auxiliaires est *avitaminée* et provoque des maladies appelées *avitaminoses* ou *maladies par carences*.

Tous ces termes, assez mal choisis, prêtant à la critique, surtout celui de « facteurs accessoires » qui laisse supposer que ces substances ne sont pas indispensables à l'alimentation, alors qu'en réalité leur absence répétée dans la nourriture provoque les troubles les plus graves et même la mort. Comme l'usage a consacré ces mots nous les conserverons.

C'est de 1880 à 1920 que l'on put constater la multiplication et l'aggravation de ces maladies dites de la nutrition, surtout chez les enfants où l'extension du *scorbut infantile* a provoqué tant de décès et d'accidents très graves. Pourquoi ? En tout et pour tout l'excès est nuisible. Ce résultat lamentable est dû à l'influence des doctrines pastoriennes mal comprises dans l'application à l'alimentation. Les travaux de PASTEUR ont montré, en effet, que les microbes ou certains microbes, ennemis invisibles, introduits dans les aliments, sont susceptibles de déterminer de graves maladies, soit par leur présence, soit par les toxines ou poisons qu'ils secrètent. Pour éviter cette intrusion de microbes, les disciples, exagérant les doctrines du Maître, en arrivèrent à recommander une nourriture plus ou moins stérilisée par une ébullition ou une cuisson prolongée. D'où les industries multiples et variées de conserves alimentaires par stérilisation à haute température. Les conséquences en sont, comme nous le verrons dans la suite, la destruction partielle ou totale d'éléments nutritifs indispensables. C'est donc par l'usage abusif des produits stérilisés qu'on est arrivé à soupçonner l'origine des *maladies par carences*. Les études multiples de laboratoire effectuées sur les espèces animales, surtout pendant ces dix dernières années, n'ont fait que confirmer ces résultats de la pratique courante.

Les travaux des chercheurs, malgré tous les efforts tentés jusqu'ici, n'ont pu préciser complètement la composition chimique, la forme, la structure de ces éléments mystérieux dénommés vitamines ; mais, par contre, ils ont prouvé leur nécessité pour le développement normal du jeune individu, pour le bon entretien de la vie de l'adulte et pour le fonctionnement régulier de la reproduction.

On est ainsi arrivé à démontrer l'existence de plusieurs vitamines. D'après l'ordre chronologique des résultats acquis, on fait suivre ce terme par les différentes lettres de l'alphabet : A, B, C, D, etc. Cet ordre alphabétique, revenant à énumérer les vitamines d'après les dates successives de leur découverte, ne présente aucun intérêt pratique. Il est certes préférable de les classer dans un ordre tenant compte à la fois de leurs principales propriétés physiologiques et de leur résistance aux différents agents : la chaleur et les oxydants par exemple. Vu l'évolution rapide de la question, cette nouvelle classification n'est évidemment que provisoire. Actuellement (1), on distingue, dans l'*indéterminé alimentaire*, une partie soluble dans l'eau et dans l'alcool, appelée *facteur* ou *vitamine hydro-soluble*, et une autre portion, également agissante, dissoute par les matières grasses et dénommée, du fait de cette propriété, *facteur* ou *vitamine lipo-soluble*. Ces deux fractions, inégalement représentées dans les divers aliments, manifestent des propriétés biologiques bien différentes.

C'est ainsi que, dans le premier groupe des *vitamines hydro-solubles*

(1) J'emprunte les détails qui suivent à l'excellente publication de M^{me} Lucie RANDOIN et SIMONET, — (Voir note 2, p. 333).

(jouant un rôle essentiel dans les phénomènes assurant le fonctionnement de l'organisme), en partant des éléments les plus fragiles pour terminer par les plus résistants, nous distinguerons les cinq vitamines suivantes :

1° *La vitamine antiscorbutique* (C), la plus instable de toutes ;

2° *La vitamine antinévritique* (B¹), peu résistante à l'oxydation et à la chaleur ;

3° *La vitamine d'utilisation nutritive* (B²) résistant à la chaleur, mais détruite par chauffage en présence de carbonates alcalins ;

4° *La vitamine d'utilisation cellulaire* (B³) résistant au chauffage à l'autoclave en présence de carbonates alcalins ;

5° *La vitamine antipellagreuse* (P) résistant à la chaleur, très voisine de l'une ou l'autre des deux précédentes.

Le groupe des *vitamines lipo-solubles*, dont le rôle essentiel se manifeste dans les phénomènes du développement et de l'édification de l'organisme, est formé des trois vitamines suivantes :

1° *La vitamine de croissance proprement dite ou antixérophtalmique* (A), rapidement détruite par les agents oxydants ;

2° *La vitamine antirachitique* (D), lentement détruite par les agents oxydants ;

3° *La vitamine de la reproduction* (E), lentement détruite par les agents oxydants, mais résistant aux autres actions destructrices.

Fait intéressant pour la pratique, si on est ainsi arrivé à dresser la liste de ces éléments indispensables d'après leurs propriétés, leurs caractéristiques, etc., on sait aussi que tel aliment en renferme des proportions variables de l'une ou l'autre catégorie et que certains traitements chimiques ou physiques : ébullition, stérilisation, dessiccation, etc., peuvent les détruire complètement ou en partie.

L'étude ardue de la répartition des vitamines dans les divers aliments est encore bien incomplète. S'il est des aliments naturels qui n'en contiennent aucune trace, d'autres renferment des quantités plus ou moins grandes d'une ou de plusieurs sortes : nous n'entrerons pas dans le détail de ces listes publiées dans les divers manuels.

Dans notre exposé sommaire, pour fixer les idées, contentons-nous de distinguer trois variétés principales de vitamines, classées d'après leurs propriétés biologiques et leur action en indiquant quelques aliments renfermant ces corps actifs.

1° *Les vitamines A*, présidant à la croissance et au développement normal des jeunes animaux, se rencontrent dans les aliments d'origine animale, principalement dans le lait frais, le beurre, le foie, le cerveau, surtout dans l'huile de foie de morue et dans les végétaux ou fruits tels que les tomates, les épinards, les carottes, les citrons, les bananes.

2° *Les vitamines B*, se trouvent dans les enveloppes des graines, parti-

culièrement du riz, dans le lait et dans la levure de bière ; leur absence provoque le *béribéri*.

3° Enfin les *vitamines C*, dites *antiscorbutiques*, existent surtout dans les végétaux, dans les légumes et dans les fruits frais, principalement les oranges et les citrons ; elles perdent très facilement leurs propriétés par le chauffage.

Ces quelques exemples montrent que certains aliments, peu nombreux d'ailleurs, renferment plusieurs sortes de vitamines. C'est le cas de l'orange, du citron, de la laitue, des épinards, des germes de blé, du foie, du lait frais, du jaune d'œuf. D'une façon générale, les vitamines sont plus répandues dans les végétaux que dans les organes animaux. Quant à leur origine, on a constaté qu'elles ne se trouvent pas dans le règne minéral. Sauf de très rares exceptions, incomplètement élucidées, les animaux sont incapables de fabriquer des vitamines ; ils les mettent simplement en réserve. Seuls, les végétaux et certains microbes sont aptes à élaborer ces corps complexes. Comme toutes ces substances mystérieuses sont indispensables à la vie et pour la croissance des individus, il faut nécessairement éviter de les détruire dans les aliments où elles existent et l'on doit les fournir en suffisance dans la nourriture des êtres.

Certains auteurs dénomment les vitamines, *facteurs accessoires de l'alimentation*, terme laissant supposer qu'on pourrait s'en passer ; c'est donc qu'il existe d'autres *facteurs essentiels*. Quels sont-ils ? Les uns sont de nature organique, c'est-à-dire proviennent des organismes végétaux ou animaux ; de ce fait ils sont dénommés *aliments organiques*. Les autres sont les *aliments minéraux*.

Il s'agit donc, puisqu'ils sont qualifiés d'essentiels, de savoir ce qu'ils sont au point de vue chimique, d'indiquer où on les trouve, quelle quantité de chacun est indispensable au fonctionnement de la vie, de préciser leur rôle et du point de vue pratique connaître leur prix de revient, d'indiquer si l'on peut les remplacer totalement ou en partie l'un par l'autre, etc.

Tout d'abord, quelles sont les différentes catégories d'aliments organiques ? Ils comprennent ce qu'on appelle les *substances ou matières protéiques* ou *protéines*, puis les *graisses* et enfin les *hydrates de carbone*.

Dans l'état actuel de la Science, il n'est pas possible de donner une définition précise des *matières protéiques*, parce que la composition chimique et la formule exacte de la plupart de ces corps ne sont pas encore connues. Comme elles présentent avec l'albumine du blanc d'œuf des analogies évidentes, on les appelle parfois *substances albuminoïdes*, bien qu'elles comprennent des corps qui s'éloignent du type offert par l'albumine d'œuf. Ce qui les caractérise c'est, qu'outre les éléments simples : Carbone, Oxygène, Hydrogène, que l'on rencontre également dans d'autres substances nutritives telles que les graisses et les hydrates de carbone, elles renferment encore de l'Azote. D'où les noms d'*aliments azotés* ou *substances quater-*

naires employés parfois pour les désigner, par opposition aux *substances ternaires* comprenant les graisses et les hydrates de carbone. Ce terme de substances quaternaires doit être abandonné, parce que la plupart des substances azotées renferment presque toujours du Soufre et parfois d'autres corps simples tels que le Phosphore.

Les *matières protéiques* constituent en quelque sorte la base de tout être vivant ; elles sont indispensables pour la croissance, l'entretien de tout individu et la réparation de l'usure produite par le fonctionnement des organes.

Comme nous le verrons par la suite, les aliments naturels ne sont pas simples et ne renferment pas uniquement ou des matières protéiques ou des graisses ou des hydrates de carbone. Des proportions plus ou moins grandes de ces différentes matières y sont mélangées, et l'une ou l'autre domine. Pour fixer les idées, ajoutons que la viande maigre, les œufs, le lait contiennent surtout des matières protéiques.

Au point de vue chimique, les *graisses* formées de Carbone, d'Oxygène et d'Hydrogène comprennent surtout les corps gras alimentaires, c'est-à-dire les différentes graisses d'usage courant plus ou moins consistantes et les huiles végétales ou animales. Parfois elles renferment du phosphore et constituent les *graisses phosphorées* ou *lipoïdes phosphorés* dont les mieux connus sont les *lécithines*, rencontrées dans toutes les cellules animales ou végétales et dans la plupart des liquides de l'organisme.

Quant aux *hydrates de carbone* ou *hydrocarbones*, s'ils constituent la masse principale des tissus végétaux, ils n'entrent que pour une part minime dans la composition chimique des organismes animaux. Ceci ne veut pas dire que leur rôle dans l'alimentation est négligeable ; au contraire, ils constituent les principaux apports d'énergie nécessaires au fonctionnement de l'individu. Ils comprennent trois classes : les *glycoses* et les *saccharoses*, appelés aussi *sucres*, et les *amyloses* ou *matières amy-lacées*, représentées par les différents amidons ou féculs contenus principalement dans les pommes de terre et dans le riz.

Si l'on fait l'analyse chimique du corps d'un animal ou d'un homme, on trouve que les *sels minéraux* entrent dans la proportion importante de 4 à 5 pour cent du poids du corps. Les principaux constituants minéraux ainsi décelés sont du Potassium, du Sodium, du Magnésium, du Calcium, du Fer, du Zinc, du Chlore, du Fluor, du Soufre, de la Silice, de l'acide phosphorique, associés sous forme de composés divers tels que carbonates, chlorures, phosphates, sulfates, etc. Ces éléments sont des constituants cellulaires indispensables pour l'édification, le développement et pour le bon fonctionnement de la machine animale. Il faut donc les fournir à l'organisme sous une forme utilisable.

Jusqu'à un certain point, si l'on compare l'homme ou l'animal, quel qu'il soit, à une usine compliquée, les différentes sortes de *matières pro-*

téiques nous apparaissent comme les moellons de l'édifice ou les différents organes des machines. On conçoit qu'on ne puisse agrandir l'établissement ou le réparer sans l'utilisation de ces matériaux fondamentaux. Tandis que les *graisses* et les *hydrates de carbone*, essentiellement constitués par du Carbone, de l'Hydrogène, de l'Oxygène, sont, en quelque sorte, le combustible nécessaire pour le fonctionnement des machines ; les divers *aliments minéraux* : eau, gaz, sels minéraux tels que phosphates, chlorures de chaux, etc., peuvent être comparés au ciment de l'édifice et aux lubrifiants de la machinerie. Les *vitamines* agiraient enfin comme des excitants, véritables amorces permanentes, sans cesse renouvelées, fonctionnant comme les étincelles successives assurant la marche des moteurs.

On comprend facilement la nécessité de l'utilisation rationnelle de toutes ces différentes catégories de matériaux et produits pour le fonctionnement normal de l'usine. L'excès des uns comme l'insuffisance des autres provoqueront un supplément inutile de dépense, un rendement médiocre, aboutissant parfois à l'arrêt de l'entreprise.

Ces notions indiscutables s'appliquant à l'industrie en général se retrouvent également dans l'élevage des animaux, industrie plus spéciale portant sur des êtres vivants qui doivent fonctionner sans interruption et chez lesquels une faute de technique peut provoquer l'arrêt du développement et même la mort. Il s'agit de fournir, d'une façon continue et rationnelle, à la machine animale, ces éléments nécessaires, afin d'en obtenir le meilleur rendement et au plus bas prix. Il est absolument indispensable d'introduire dans l'organisme des *aliments* qui doivent : — 1° fournir les matériaux de croissance ou de réparation (*aliments plastiques*), — 2° subvenir aux dépenses d'énergie et de fonctionnement (*aliments énergétiques*). L'alimentation rationnelle doit remplir ces deux conditions.

Les aliments sont d'origine animale ou végétale, mais, quelle que soit leur nature, ils ne sont pas simples et renferment en quantité variable des protéines, des graisses, des hydrates de carbone, des sels minéraux, des vitamines. Il nous a paru inutile de faire figurer ici la composition chimique de la plupart des aliments ; tableaux que l'on trouve dans les manuels classiques. Qu'il nous suffise de rappeler que les aliments d'origine animale représentent surtout un apport de protéiques et de graisses, mais ne fournissent que des quantités insignifiantes de matières hydrocarbonées. Le lait, cependant, renferme, sous forme de lactose (sucre de lait), un complément important d'hydrates de carbone. Les denrées végétales apportent surtout des hydrates de carbone avec des quantités d'albumine variables et souvent très faibles. Exceptionnellement, dans l'olive et la noix, par exemple, l'hydrate de carbone est remplacé par la graisse. Comme, dans les végétaux, les matériaux nutritifs sont généralement enfermés dans des enveloppes de cellulose, il est parfois avantageux de les soumettre à la cuisson qui fait éclater ces enveloppes en mettant ainsi à nu les substances alimentaires.

Il s'agit donc de combiner entre eux les divers aliments végétaux ou animaux pour aboutir à la ration idéale, la moins coûteuse, répondant à tous les *desiderata* d'un bon développement. Ration variable en qualité et en quantité suivant le but à atteindre, l'âge et les besoins différents des divers animaux.

Qu'il suffise de rappeler que, parfois encore, on divise, comme autrefois, les animaux en Herbivores, Carnivores, ou Omnivores. Nous ne discuterons pas pourquoi l'alimentation d'un Cheval, par exemple, doit comprendre principalement des plantes et des graines alors que celle d'un Chien sera surtout représentée par de la viande. Ces régimes leur conviennent, et il ne viendra certes pas à l'esprit d'un homme sensé d'invertir les rations. Si ces notions courantes sont admises par tous et pour tous les animaux domestiques, elles s'appliquent également aux Poissons. Chez ces derniers, on a reconnu, par la pratique, qu'une alimentation essentiellement carnée convient mieux à certaines espèces, alors que d'autres peuvent se contenter d'éléments végétaux. C'est ainsi que l'on dit que la Truite est Carnivore, tandis que la Carpe est Herbivore. C'est vrai en partie. Mais il ne faut pas s'illusionner et s'hypnotiser sur des mots.

Si nous examinons de plus près ce qui se passe dans la nature où les êtres sont livrés à leurs instincts, il n'y a pas de bêtes sauvages exclusivement carnivores. Les animaux catalogués parmi les « mangeurs de chair » ingèrent une quantité appréciable de matières végétales, parce qu'ils se nourrissent souvent de proies entières herbivores dont le tube digestif est bourré de végétaux. Les chasseurs n'ignorent pas que les Carnassiers commencent par dévorer le contenu intestinal de leur victime. Les éleveurs et les amateurs savent fort bien qu'on ne peut nourrir les Carnassiers exclusivement de morceaux de viande ; l'animal ne tarde pas à périr, il ne se reproduit pas ou mal. Les animaux à régime mixte, c'est-à-dire s'alimentant à la fois de produits d'origine animale ou végétale, sont plus nombreux qu'on ne le croit. La classification habituelle en Carnivores, Herbivores, Omnivores est trop rigide ; tout au plus peut-on parler d'animaux dont l'alimentation est à *prédominance* carnée ou végétale.

Chez les Poissons, il en est de même. La Truite, par exemple, ne fait pas exception à la règle générale. Très vorace, vivant surtout d'Insectes, de Vers, de Mollusques, de petits Crustacés, de jeunes Poissons et même de ses semblables, elle est classée parmi les Carnivores. Mais est-ce à dire qu'elle exige un régime uniquement carné et que, pour obtenir un développement rapide et un rendement appréciable, il suffise de lui fournir en abondance de la viande sous une forme quelconque ? Cette nourriture employée seule est « échauffante » et, d'après son mode de préparation, elle peut même entraver le développement et provoquer des troubles très graves. Il est indispensable de la mélanger à des produits végétaux.

Suivant les espèces animales, il faut donc trouver l'alimentation conve-

nable, rationnelle et la plus économique. C'est une question de raisonnement, de tâtonnement, d'essais et d'expériences guidées par des personnes compétentes et réfléchies. L'aliment ne peut être défini que par rapport à l'organisme qui le consomme. Une matière nettement alimentaire pour une espèce peut ne pas l'être pour une autre. L'expérimentation physiologique seule peut établir le caractère alimentaire d'une denrée. De telles recherches ont été entreprises depuis longtemps et se poursuivent encore sur l'Homme, les Mammifères, les Oiseaux. Les résultats, quoique incomplets, sont satisfaisants. Malheureusement, trop peu d'essais ont été tentés chez les Poissons. Ce que l'on sait bien, c'est que certains exigent une alimentation à prédominance carnée alors que d'autres sont plutôt herbivores.

A première vue, on pourrait croire qu'il suffit d'observer comment les animaux sauvages, et les Poissons en particulier, s'alimentent en liberté dans la nature et de leur fournir en abondance la même nourriture. Cette façon empirique d'aborder le problème alimentaire peut rendre des services précieux, mais elle est insuffisante. Le Poisson livré à lui-même est obligé de manger ce qu'il rencontre et de s'en contenter. Son développement serait certes plus rapide s'il trouvait dans nos cours d'eau des éléments plus nutritifs et plus abondants. A titre de comparaison, qu'il me soit permis de rappeler que, durant la dernière guerre, nos voisins d'Outre-Rhin durent se contenter de pain KK et de toutes sortes d'« Ersatz ». Inutile d'insister sur les conditions lamentables d'une telle existence imposée par les nécessités et sur leur répercussion sur la vitalité des individus. La méthode expérimentale doit nécessairement compléter ce premier mode d'investigation.

Basé sur les notions élémentaires précédentes, l'aliment idéal doit renfermer, d'une part des substances dites « plastiques », c'est-à-dire des matières azotées indispensables pour l'édification de l'individu et pour remplacer l'usure du fonctionnement ; d'autre part, des matériaux dits « énergétiques » tels que graisses et hydrates de carbone, véritables combustibles de la machine animale. Ajoutons les aliments minéraux et les vitamines également indispensables. Dès lors, on pourrait croire que, pour obtenir le rendement maximum, il suffise de fournir sous une forme quelconque une alimentation renfermant une proportion déterminée et calculée des constituants des différentes substances ; proportions indiquées par l'analyse chimique des divers aliments. Cependant, si l'analyse chimique procure des indications précieuses sur la composition et la valeur des aliments, elle se révèle comme insuffisante. Il faut aussi tenir compte de la *digestibilité* de l'aliment pour l'être auquel il est destiné ; c'est-à-dire qu'il faut savoir sous quelle forme il se présente, s'il est toléré par l'organisme et si les organes peuvent le digérer et l'assimiler.

Revenons à cette comparaison banale et courante du Cheval qui digère très bien le foin, du Chien qui s'accommode volontiers de viande, alors que l'inverse n'est pas possible. C'est pourquoi l'analyse chimique d'un

produit alimentaire en Carbone, Hydrogène, Oxygène, Azote, etc., ne fournit que des indications approximatives ; il est indispensable de savoir sous quelle forme ces éléments sont combinés et s'ils sont assimilables pour l'animal auquel ils sont destinés. Quand l'étude biologique d'un Poisson aura indiqué que l'animal doit consommer quotidiennement tant de grammes de Carbone, d'Hydrogène, d'Oxygène, d'Azote, de sels minéraux, etc., cela ne veut pas dire que ces quantités peuvent être présentées sous une forme quelconque. Le régime de l'être doit entrer en ligne de compte. Pour illustrer ces notions, prenons quelques exemples.

Dernièrement un lecteur du *Bulletin* donnant de la viande crue à ses Truites, mais reconnaissant que cette nourriture est « un peu échauffante », demandait si elle ne pourrait être mélangée au son de farine de riz et dans quelles proportions ?

La nécessité de l'apport d'un complément alimentaire d'origine végétale ne fait aucun doute. Examinons la valeur nutritive du son de riz et les avantages de son emploi en Pisciculture.

Si le riz dépoli contenant en pour cent : — Eau, 13,2 — Protéiques, — 8,1 — Graisses, 1,3 — Hydrates de carbone, 75,5 — Cellulose, 0,9 —, mais ne renferme plus aucune vitamine ; le son, par contre, se caractérise par la présence d'une grande quantité de cellulose provenant des enveloppes. Plus riche en cendres (matières minérales), en gluten (substance albuminoïde) et en graisses, il a conservé les vitamines de la graine et en particulier la vitamine B à action antibériberique. La présence dans le son de ces facteurs accessoires localisés dans l'écorce la plus externe, les enveloppes et l'embryon des graines, facteurs indispensables à l'entretien et à la croissance de l'organisme animal, mérite déjà, à ce seul point de vue, de retenir l'attention.

Sans insister sur la valeur nutritive des albuminoïdes, des corps gras, des hydrocarbures et l'importance des sels minéraux que renferment les sons, arrêtons-nous plus longuement sur la cellulose (hydrate de carbone) qu'il contient en abondance.

On sait depuis longtemps que les enveloppes cellulosiques, tout en assurant au bol fécal un volume plus considérable, sont en grande partie réfractaires à la digestion, au moins chez l'Homme et chez certains animaux. D'autre part, la *digestibilité* d'un aliment composé (c'est-à-dire la proportion entre la quantité ingérée et la quantité absorbée, assimilée, réellement utile) se mesurant par le pourcentage des aliments simples contenus dans cet aliment composé et qui, échappant à la digestion, passent dans les excréments, est d'un intérêt considérable, au point de vue tant théorique que pratique. C'est ainsi que des expériences sur la digestibilité des protéiques de divers aliments composés, effectuées chez l'Homme, prouvent que la perte en non digéré devient relativement importante pour les pommes de terre et les lentilles par exemple ; à cause de l'obstacle créé par la cellulose.

Pendant la dernière guerre, pour des raisons économiques, la question de la digestibilité des aliments riches en cellulose, en particulier pour le pain, a retenu l'attention et multiplié les recherches des savants des États belligérants. Sans nous attarder dans ce débat passionné, retenons que si, par sa masse, la cellulose augmente le travail digestif, nuit à l'utilisation digestive de la partie vraiment alimentaire de l'aliment (albuminoïdes, amidon), une mouture spéciale, réduisant le son en poudre ténue, de même qu'une trituration très fine des aliments favorisent la digestibilité.

Si donc, la présence d'une quantité abondante de cellulose abaisse le taux d'utilisation des aliments protéiques, aliments les plus importants et les plus coûteux, par contre, cet inconvénient est contrebalancé par le fait qu'elle assure au bol fécal un volume suffisant, excitant et entretenant les contractions péristaltiques de l'intestin. Indispensable aux Herbivores qui la digèrent en quantité notable, la cellulose, par son influence mécanique, n'est pas moins utile aux Carnivores, leur évitant l'atonie de la musculature intestinale. Même chez l'Homme, elle doit entrer dans une alimentation rationnelle.

Bien que la Truite soit essentiellement carnivore, rien ne prouve qu'elle n'utilise et ne digère une partie de cette substance. En tout cas, trituré et mélangé à la viande, distribué modérément, le son de riz ne peut être qu'utile par les vitamines qu'il procure et par son action mécanique sur l'appareil digestif.

Reste la question quantité à employer dans l'alimentation du Poisson, afin d'obtenir le rendement maximum. Comme, jusqu'alors, aucune donnée précise n'a été fournie sur l'emploi du son de riz à la nourriture de la Truite, l'expérience seule peut se montrer décisive. Opérant sur des Poissons de même âge, dans des conditions identiques, avec des produits alimentaires semblables, de même origine et finement triturés, les essais peuvent être d'abord tentés avec 5 %, — 15 %, — et 25 % de son de riz, ajoutés à l'alimentation carnée. Comparativement un lot de Truites sera nourri uniquement de viande.

Il va de soi que, si des troubles se manifestent dans l'un ou l'autre lot, il faudra immédiatement interrompre le régime et le modifier après quelques jours de diète. D'après le prix de revient et le rendement, on se rendra ainsi compte de la proportion de son la plus convenable ; résultats que le Pisciculteur se fera un plaisir de nous communiquer et qui intéresseront vivement les lecteurs du *Bulletin*.

Plus récemment, un Pisciculteur me faisait part de ses insuccès dans des tentatives d'alimentation de Truites avec un produit desséché obtenu par un procédé secret qu'il avait dû payer un prix fort élevé. Des truitelles nourries avec cette pâtée se développaient d'abord très rapidement, fournissant des résultats inespérés et merveilleux. Puis tout à coup, après le troisième mois du régime, les Poissons restaient stationnaires ! Ignorant la composition du produit, je faisais remarquer que, vraisemblablement,

ii devait manquer de vitamines, soit qu'elles n'entrassent pas dans les matières élémentaires de l'aliment, soit qu'elles fussent détruites par le mode de préparation : très vraisemblablement une cuisson ou une stérilisation suivie d'une dessiccation.

Les analyses chimiques et le mode de préparation qui me furent ensuite communiqués confirmèrent mes suppositions. Sans doute, à première vue, la composition chimique : — Protéines, 20 %, — Graisses, 0,3 %, — Eau, 60 %, — Cendres, 1,6 %, — Cellulose, 10 %, — Hydrates de carbone, 7 %, — Sel, 0,4 %, — Phosphate de Chaux, 0,3 %, — semble remplir les conditions requises pour un aliment complet destiné à des animaux en voie de croissance. Les matières premières constituant cette pâte paraissent très digestibles et utilisables, sauf la sciure apportant la cellulose et jouant, cependant, le rôle important d'excitant mécanique de l'intestin. Mais seule des éléments constituant cette nourriture, la matière albuminoïde renferme, à l'état frais, une petite quantité de vitamines qui, malheureusement, est détruite, sinon totalement, du moins en partie, par le mode de préparation consistant en une cuisson suivie d'une dessiccation. Les résultats pratiques ne doivent donc pas surprendre : la carence de vitamines amenant nécessairement l'arrêt du développement. Il semble donc que cette nourriture, excellente comme aliment plastique et énergétique, mais manquant de vitamines, pourrait être modifiée ou plutôt complétée de la façon suivante : remplacement de la sciure par du son ou des drèches de brasserie plus nutritifs, fournissant des vitamines et excitant les mouvements de l'intestin ; addition d'aliments frais et même d'un peu d'huile de foie de morue et de levures pour l'apport des vitamines indispensables.

J'ai également sous les yeux une réclame d'un industriel proposant des Poissons séchés pour l'alimentation des Salmonidés. Outre l'analyse chimique : — Matière sèche, 25 % du poids frais, — Matières azotées, 66 %, — Matières grasses, 1 à 3 %, — Chlorure de sodium, 1 à 3 %, — figure la mention prometteuse et à l'ordre du jour : « Vitamines, 100 % (séchage à l'air libre) », et deux attestations d'essai du produit effectué pendant un mois sur des Truites. Qu'il me soit permis de faire quelques remarques qui ne diminueront nullement la valeur du produit que je n'ai pas expérimenté, mais qui permettront au Pisciculteur avisé et réfléchi d'en user avec précaution et sous certaines réserves. De toute évidence, il semble que, pour former de la chair de Poisson, rien ne vaut une alimentation provenant de cadavres d'animaux semblables. C'est ainsi que, depuis longtemps, de nombreux éleveurs utilisent des Merlans frais. Mais, comme le faisait remarquer un de nos lecteurs, cette nourriture, très coûteuse d'ailleurs, est trop « échauffante ». Il faut lui adjoindre des substances végétales pour combattre l'atonie du tube digestif. Les mêmes inconvénients se manifesteront nécessairement par l'usage de Poissons desséchés. Il y a plus. Est-on bien sûr que les précieuses vitamines indispensables ont été conservées dans le mode de préparation ? D'une façon générale, la stabilité des vita-

mines dans les aliments dépend du jeu de quatre facteurs principaux : degré de température, temps d'action, réaction du milieu, présence d'Oxygène, tous facteurs qui interviennent simultanément. En particulier, les processus d'oxydation nocifs pour la stabilité de certaines vitamines sont accentués par la dessiccation en couche mince et accélérés encore par une réaction alcaline même très faible. Ce sont des points qui méritent de retenir l'attention et des Industriels et des Pisciculteurs. Il est impossible, à *priori*, de savoir si une préparation alimentaire renferme ou non des vitamines. Seule, l'analyse biologique, une longue expérimentation exigeant beaucoup de soins et de patience, peuvent donner une certitude sur ce point.

A mon avis, une expérimentation de trente jours, surtout en hiver, est insuffisante pour affirmer que toutes les vitamines sont présentes dans ce produit commercial. Ajoutons qu'une erreur grossière de calcul, due sans doute à l'imprimeur, nous permettra d'être circonspects sur la valeur scientifique des essais expérimentaux signalés par l'Industriel.

Les Poissons desséchés ont une valeur alimentaire incontestable, mais comme dans l'exemple précédent, cette nourriture doit être additionnée d'un aliment frais et de substances végétales ou autres renfermant des vitamines en proportions déterminées par des expériences multiples de longue durée.

Pour montrer combien le problème de l'alimentation des Poissons est compliqué et que la moindre faute de technique peut conduire au désastre, je prierai le lecteur de m'excuser d'abuser de sa patience pour me permettre de lui raconter une histoire déjà ancienne.

Quelques années avant la guerre, un Pisciculteur m'informait que des « ennemis ou des jaloux » empoisonnaient ses Truites qui périssaient généralement après quelques jours de maladie. Le fait est que les Poissons malades, dans les viviers, manifestaient tous les symptômes d'empoisonnement par la picrotoxine (Principe actif de la Coque du Levant des braconniers). Pourtant l'analyse chimique ne décelait aucune trace de ce toxique, pas plus que les examens bactériologiques sur place n'indiquaient la présence de microbes pathogènes dans les tissus des malades. Par contre, l'intestin congestionné laissait supposer une maladie, très vraisemblablement d'origine alimentaire.

Renseignements pris, pour compléter l'insuffisance de sang et de déchets d'abattoir, le Pisciculteur distribuait à ses Truites, quotidiennement, en nature, des Mollusques et animaux marins conservés dans le sel. Cette alimentation trop salée provoquait nécessairement l'entérite, cause de tous les maux. La diète durant quelques jours, puis le retour à la nourriture habituelle convenablement dessalée faisaient disparaître les méfaits des pseudo-malfaiteurs.

Tous ces faits, sur lesquels je me suis peut-être trop longuement étendu, sont de nature à montrer la complexité et l'importance des facteurs mul-

tiples entrant dans la composition et dans le choix d'une alimentation rationnelle. La question n'a été qu'effleurée. La prudence la plus grande doit être recommandée au Pisciculteur. Seule, l'expérimentation de longue durée, convenablement et scientifiquement dirigée par des personnes compétentes et réfléchies pourra fournir quelques données précises pour la solution économique de cette importante question de l'alimentation des Poissons.

AU SUJET DE LA MORTALITÉ DES CARPES AU MOMENT DES GRANDES CHALEURS

Par M. G. GALLICE

Président de l'Union nationale des Syndicats de l'Étang.

L'article de M. Michel LHÉRIETIER sur la mortalité estivale des Carpes (1) traite une question qui intéresse tous les pisciculteurs, y compris les salmoniculteurs.

M. LHÉRIETIER expose, en praticien expérimenté, les causes *naturelles* qui paraissent provoquer cette mortalité dans le cas particulier qu'il examine ; mais, à mon sens, il n'établit pas une distinction suffisante entre l'*empoisonnement*, qu'il attribue à l'hydrogène sulfuré, et l'*asphyxie* qui est due à une insuffisance de l'oxygène dissous dans l'eau. Un doute subsiste dans l'esprit du lecteur.

La question est importante et mérite qu'on y apporte quelque précision : voici notre manière de voir.

Ainsi que M. LHÉRIETIER nous le conseille, en citant l'autorité de BUFFON, prenons les faits.

1° Trois petits étangs renferment des Carpes, en Août, au moment des grosses chaleurs.

Dans deux de ces bassins, l'eau était devenue *beaucoup plus chaude* que dans le troisième.

C'est dans les deux premiers bassins que la mortalité devient inquiétante ; dans le troisième rien ne s'est manifesté.

2° Lorsqu'on *change l'eau*, la mortalité s'arrête.

3° L'analyse chimique de l'eau de ces bassins ne révèle la présence *d'aucun corps toxique* : elle est négative.

(1) Voir *Bulletin* : — n° 57, Mai 1933, p. 281.