

Jules RAVATÉ

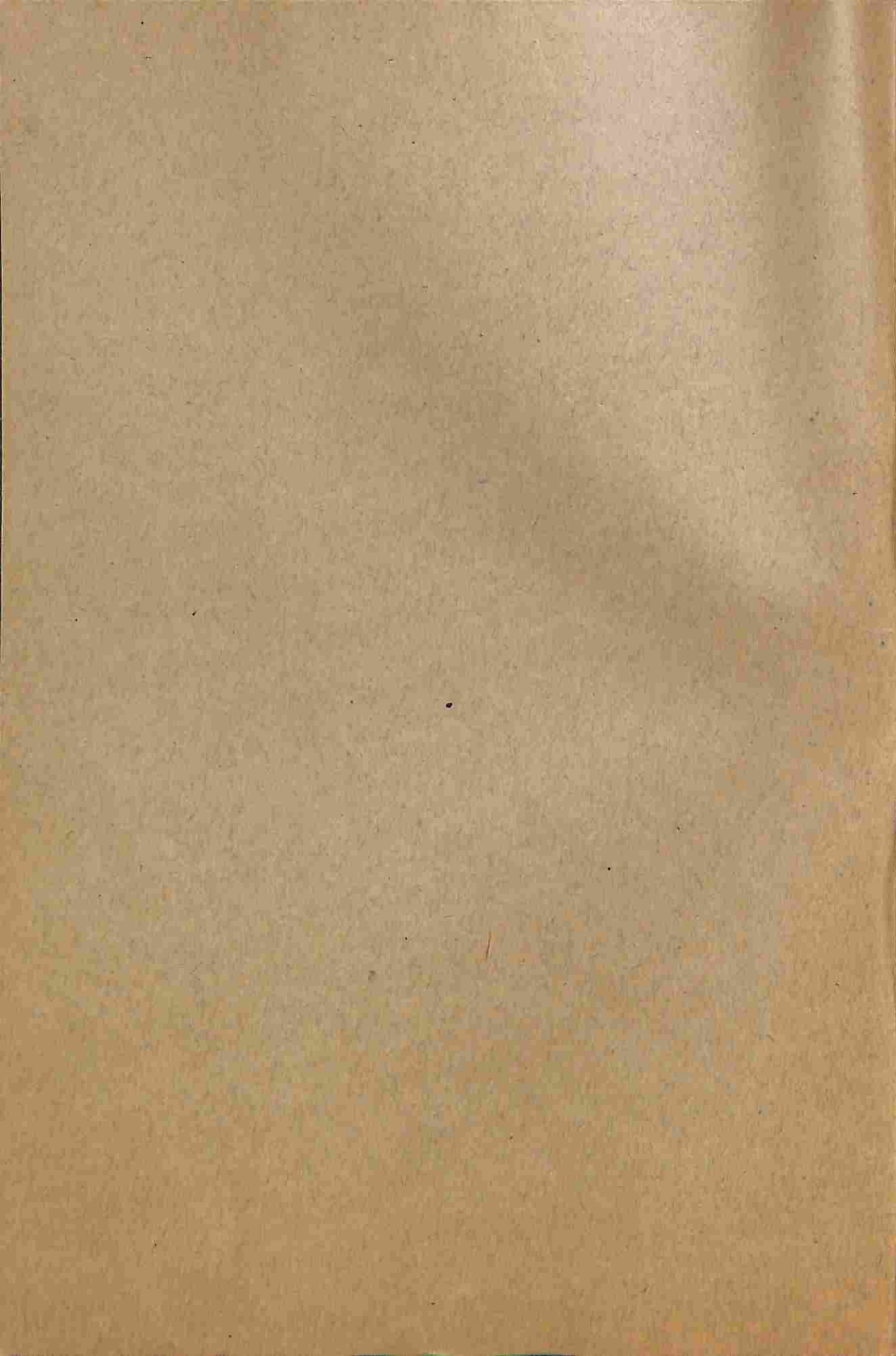
# Les Défenses

des

# Êtres Vivants



*Edition de RODVMNA; Rodinne; 1914*



Les Défenses des Êtres Vivants.

*Des extraits de cet opuscule ont paru dans Rodumna,  
Revue du Pays roannais, Avril 1914.*

---

Jules RAVATÉ

# Les Défenses

des

# Êtres Vivants



*Edition de RODVMNA, Roanne, 1914.*



# LES DÉFENSES

DES

# ÊTRES VIVANTS

---

Pourquoi et comment se défendent les êtres vivants ; les raisons pour lesquelles ils continuent à vivre ; voilà l'origine et l'aboutissement de la biologie. Pour répondre à ces deux interrogations, les esprits curieux, les observateurs de toutes les époques ont dû faire de nombreuses hypothèses, les étayer par une technique expérimentale qui les a guidés à travers les difficultés de divers ordres qui encombrant le champ de l'observation et masquent les causalités vraies.

Aussi, ce n'a été que par une série d'approximations successives et le rejet de nombreuses théories, mais surtout après que les sciences antécédentes (chimie et physique) ont été solidement constituées, qu'on a pu entrevoir les grands processus généraux et les lois suivies par l'organisme ; et c'est ainsi que l'homme de science en a tiré certaines déductions, servant à l'individu et à son groupe, pour réagir contre les causes perturbatrices et à prévoir et prévenir consciemment, volontairement, les dangers innombrables qui mettent l'être vivant en péril.

### I. — La définition de la vie.

On dit de la biologie, qu'elle est la science de la vie ; mais il reste à définir la vie. Ce terme, de même que l'adjectif vivant, est employé dans des sens si divers que l'accord est loin d'être fait entre ceux qui emploient ces mots ; la vie revêt des formes si variées que, souvent, on prend une manifestation importante du phénomène vivant pour l'essence du phénomène. Ainsi l'on dit qu'une pièce de théâtre est vivante, qu'une plante, un chien, un homme sont vivants.

Autrefois l'on admettait que des substances inertes, tels le vent, le feu, l'eau, étaient douées de vie, parce qu'on croyait que tout ce qui était en mouvement\*— mouvement dont on ignorait la cause et qui, par là, était considéré comme spontané — devait être vivant. La mobilité spontanée, qui trouvait en elle-même la force interne qui la mouvait, a été longtemps considérée comme la caractéristique de la vie. Cette notion est encore admise, assez souvent, de nos jours et elle obscurcit bien des problèmes de biologie.

Le problème se complique encore, lorsqu'il se restreint aux êtres réellement vivants, si l'on considère qu'un organisme classé parmi les êtres supérieurs est constitué d'une très grande quantité de cellules — 80 trillions, en moyenne, pour le corps humain — et si l'on admet chaque cellule composante douée de vie. On a employé le même mot pour l'unité cellulaire en état d'activité et pour l'agglomération coordonnée qui les contient, quoique toutes deux montrent des phénomènes différents. Il était nécessaire cependant de faire une distinction. Si, par exemple, l'on disait qu'un métier à tisser fonctionnant tisse et qu'après avoir constaté qu'il est composé de divers organes, l'on ajoutait : chaque pièce du métier tisse, tout le monde crierait au non-sens évident, parce que chaque pièce a une fonction bien déterminée et que seul l'ensemble des pièces en mouvement produit le tissu. Ce qui est vrai en technique industrielle l'est aussi en biologie. Un être vivant composé de cellules vit, la fonction de chacune de ces cellules doit avoir un autre nom. Depuis plus de vingt ans, à la suite de M. Le Dantec, le chef incontestable de l'école néo-lamarekienne française, les biologistes disent qu'une cellule est douée de *vie élémentaire manifestée* et que la coordination de toutes ces vies élémentaires constitue la *vie* (1).

---

(1) Félix Le Dantec. *Théorie nouvelle de la vie.*



Dès lors, le problème posé plus haut se transforme en celui-ci : Qu'est-ce que la vie élémentaire manifestée ? Les microscopistes et les chimistes se sont mis à l'œuvre, ils ont constaté que cellules et êtres monoplastidaires étaient des substances chimiques enrobant et convoyant des complexes colloïdaux qui, entourées d'une membrane et soumises aux conditions ambiantes, étaient susceptibles de produire des substances semblables aux leurs. La vie n'est plus cette entité mystérieuse qui, sous le vocable de force vitale, a régenté la biologie ; elle apparaît comme la *coordination* d'une série de manifestations physico-chimiques.

Tous les êtres vivants ne s'accroissent pas indéfiniment, ils rencontrent des résistances diverses qu'il faut détruire ou auxquelles ils doivent s'adapter ; le milieu interne et externe renferme des ennemis qu'il faut éviter ou combattre, contient des poisons sécrétés, tant par les autres êtres vivants qui les entourent que par l'organisme lui-même, et il faut les neutraliser ou les éliminer sous peine de désagrégation, de mort. On voit par là toute l'importance que prend en biologie l'étude des mécanismes simples ou complexes qui servent à la défense de l'organisme. Toute notre médecine, qui n'est que la biologie appliquée, est vieille comme l'humanité ; elle n'a toujours eu qu'un but : défendre l'homme contre toutes les attaques du milieu extérieur, contre les poisons sécrétés par lui-même, contre les microbes et leurs toxines qui engendrent les maladies de diverses sortes et abrègent la vie.

## II. — Réflexe, Défenses physique et chimique.

Les moyens de défense de la substance vivante sont excessivement variés ; chaque individu, chaque espèce se différencient de leurs congénères de tant de manières différentes qu'il serait fastidieux de les énumérer toutes. Le plus caractéristique, que l'on pourrait passer sous silence, parce que connu de tous, est celui qui isole l'être vivant de l'ambiance ; il relève de la définition même de la vie des cellules et des êtres monocellulaires. On a dit que ce sont des substances contenues par une membrane, mais celle-ci n'est qu'une portion du protoplasma — appelée ectoplasma par les histologistes — qui, en contact avec les substances externes subit une modification de fonction et, tout en permettant les échanges avec le milieu extérieur, isole le protoplasma interne ou endoplasma. On retrouve cette fonction protectrice chez tous les êtres vivants ; chez l'homme, c'est la peau et les dérivés épidermiques, c'est la carapace des Arthro-

podes, les coquilles des Mollusques, c'est encore la cuticule et le liège chez les plantes. C'est une *protection* exclusivement *mécanique*.

Avant tout, on doit parler des *défenses préventives*, c'est-à-dire des fonctions, des réflexes qui ont pour but de prévenir les perturbations chez les organismes. Un exemple typique sera emprunté à M. L. Lapicque (1). On sait que la sensitive, lorsqu'elle subit le contact d'un corps étranger, a la propriété de laisser tomber ses feuilles ordinairement dressées. Lors d'un voyage aux régions montagneuses des Indes, M. Lapicque a remarqué le long des routes peu fréquentées, au bord des bois, de véritables nappes de verdure fraîche et compacte comme un gazon dru, piquées de petites fleurs roses : ce sont des sensibles. Or « l'attention du moins observateur des hommes est attirée par le fait suivant : la piste de tout passant, piéton ou cavalier, s'accuse immédiatement derrière lui par une trainée large de plus d'un mètre, dont l'aspect tranche fortement sur la surface environnante ; on dirait que non pas un homme, mais une troupe d'hommes sur plusieurs files a piétiné la végétation. Regardé de près, ce phénomène apparaît comme une éclipse de la plante ».

Ce phénomène ne se produit pas si l'on fait des pincements légers, on note seulement le repliement bien connu des folioles suivi de l'abaissement du pétiole ; il faut arracher une feuille, un petit rameau pour qu'instantanément, en moins d'une seconde, l'on voit la verdure disparaître. « Au lieu de la nappe fraîche qu'on avait sous les yeux, on ne voit plus que le sol, des cailloux, des feuilles mortes et des brindilles qui paraissent nues et sèches ». L'explication de ce fait est simple, chaque pied de sensitive étendant ses rameaux sur un diamètre de un mètre à un mètre cinquante, « tout ébranlement mécanique produit par l'arrachement d'une partie de la plante se transmet instantanément à l'ensemble, et chaque renflement moteur est au même moment excité directement par cet ébranlement : la chute des feuilles et le repliement des folioles sont, dans ces conditions, aussi rapides et aussi complets que possible ».

On doit se demander ce que signifie cette série de phénomènes ? Supposons qu'un herbivore affamé attiré par ce gazon vert vienne le brouter ; il arrache les touffes de sensitive, il les piétine ; alors, fait surprenant et décevant, le tapis d'herbe disparaît subitement sur un espace d'un mètre cinquante, laissant le sol dénudé, aussi l'animal désappointé se retire, va chercher plus loin sa nourriture,

(1) Louis Lapicque (Comptes rendus de la Société de biologie, 28 mai 1904).

laissant ainsi la sensitive vivre et se reproduire en paix. C'est un moyen de défense qu'on ne peut qualifier d'intelligent parce qu'on admet généralement que l'intelligence ou « faculté qui préside à l'adaptation des moyens au but » (Romanès) est la propriété des êtres possédant un système nerveux développé.

Si l'on en croit les physiologistes classiques, on ne peut, non plus, parler de reflexes, parce que dans ce cas, il faut un système nerveux rudimentaire composé au moins de deux neurones, alors que les plantes et beaucoup d'animaux inférieurs n'en ont pas. Cependant c'est le seul terme qui convienne et il faut dire ici qu'on est en présence d'un acte réflexe de défense. Mais qu'est-ce qu'un réflexe ? Les expériences faites sur une grenouille décérébrée dont les membres sont privés de sensibilité et de mouvement volontaire nous renseignent suffisamment. Toutes les fois qu'on touche la patte de l'animal ainsi préparé, soit avec une tige de fer, soit avec une eau plus ou moins acidulée, on note avec une acidulation faible un mouvement localisé dans la patte touchée ; si l'acidulation est assez forte, tout le membre a des réactions et souvent le membre symétrique a des mouvements coordonnés qui essaie d'enlever l'acide déposé sur la peau. C'est là le type de l'acte réflexe qui se produit par l'intermédiaire du système nerveux.

Pour simplifier, il faut supposer que la grenouille n'a que deux cellules nerveuses ; l'une, par ses prolongements, est en relation avec la partie sensible de la peau, elle transformera en influx nerveux toutes les excitations qui agiront à la périphérie et les transmettra à une autre cellule qui, par le moyen d'un ou plusieurs filets efférents, mettra la musculature en mouvement. Pour tout acte réflexe on a donc quatre éléments : un organe périphérique sur lequel s'impriment les phénomènes externes ; un neurone sensitif et centripète, élément des ganglions spinaux ; puis un neurone moteur et centrifuge, élément des cornes antérieures de la moelle et enfin un organe périphérique de réflexion. Si, au lieu d'eau acidulée appliquée sur la peau, on mettait du sucre sur la langue, on provoquerait une sensation qui, transformée et transmise par les neurones centripètes, aboutirait à une sécrétion salivaire, avec le concours des neurones centrifuges.

Comme il ne se produit rien de plus, ni rien de moins, dans le cas de la Mimosée de M. Lapicque, on a le droit de dire que c'est un acte réflexe de défense préventive. Les découvertes récentes dans l'étude des tissus végétaux nous conduisent à une telle conclusion. Tous les corps composés de plusieurs cellules proviennent d'une cellule unique, appelée œuf, qui s'est divisée un grand nom-

bre de fois par bipartitions successives ; la cellule initiale se scinde en deux cellules, celles-ci se divisent aussi, et ainsi de suite, de sorte qu'au bout de quelque temps on est en présence d'une quantité de cellules ayant des propriétés différentes, quoique provenant d'une cellule unique. Toutes ces cellules restent en communication au moyen d'une série de filaments protoplasmiques très minces qui traversent leurs parois, de telle sorte qu'un véritable réseau protoplasmique général, très subtil, réunit une immense quantité de cellules, sinon toutes les cellules du même être (1). Si, à ces faits établis pour les végétaux, discernés aussi par Ranvier dans divers tissus animaux, on ajoute ce système nerveux si ténu, si délié qui relie plus rapidement et plus diversement les différentes parties des organismes supérieurs (c'est même en cela que consiste une partie de leur supériorité), on comprend pourquoi il est nécessaire de parler d'actes réflexes chez les plantes (2).

Un autre exemple de défense préventive très curieux sera pris chez la Seiche, animal marin ayant une glande qui sécrète un liquide brun-noirâtre, appelé encre de Seiche. Toutes les fois qu'on irrite l'animal ou bien lorsqu'il est en danger, le système nerveux qui agit sur cette glande lui fait perdre une quantité de liquide qui obscurcit complètement l'eau. A la faveur de l'eau trouble, la seiche part très vite et lorsque l'eau redevient claire, l'animal a disparu.

Un petit poisson, assez commun dans nos rivières, la Lotte, soulève un tourbillon de sable, ce qui lui permet d'échapper plus facilement à qui veut le saisir. Parmi les Cœlentérés, quelques siphonophores émettent une sécrétion colorée qui teinte l'eau en jaune ou en rouge et permet à l'animal de fuir (3).

Ici on est en présence de moyens de *défense physique*. On les retrouve, sous forme de décharges électriques assez fortes pour

(1) Armand Gautier. *La chimie de la cellule vivante*, p. 28. — E. Strassburger. *Manuel technique d'anatomie végétale*, p. 384. — G. Bonnier et Leclerc du Sablon. *Cours de botanique*, chap. V.

(2) On a même été conduit à parler d'organes de la vision chez les plantes. La face supérieure de l'épiderme a été comparée à un œil à facettes qui perçoit la lumière et oriente le limbe de manière que les rayons incidents le frappent normalement. Chez une Acanthacée du Pérou, on a trouvé une cellule affectant la forme d'une lentille bi-convexe qui, placée au-dessus de la cellule sensorielle, renforce le rôle de la lumière. Haberlandt. *Organes des sens chez les plantes*, 1901.

(3) Cuénot. *Moyens de défense dans la série animale*. — Yves Delage. *Traité de zoologie concrète*, t. III, *Les Cœlentérés*.

paralyser ou foudroyer l'assaillant. Chez les Torpilles, l'organe électrique est placé de chaque côté du corps, tandis que chez les Gymnotes, l'appareil est placé le long du dos et de la queue, et chez les Malaptérures, il est situé entre la peau des flancs et des muscles ; en cas de danger, les décharges se succèdent sans interruption et semblent être soumises, en partie, à la volonté de l'animal.

On devra encore considérer comme moyen physique de défense les appareils énigmatiques, produisant des lumières colorées chez divers animaux des grandes profondeurs. Au dessous de 500 mètres, c'est l'obscurité absolue dans les Océans, et on trouve chez quelques espèces de la faune qui vit dans les grandes profondeurs des yeux en voie de disparition ou disparus et transformés, tandis que chez d'autres espèces, les yeux ont subi une hypertrophie et sont montés sur des pédoncules. Le maintien de l'organe de la vision s'explique par le fait que les larves se développent dans les zones où la lumière pénètre ou encore par la luminosité phosphorescente très commune due aux animaux marins des grands fonds. Mais à côté de ces faits qui ont un grand intérêt pour la biologie générale, on en a trouvé d'autres qui ont excité la sagacité des zoologistes : ce sont les organes producteurs de la lumière situés, soit dans l'œil lui-même, comme chez les Crustacés, soit autour de l'œil (chez les Céphalopodes) ; éclairant le champ visuel de l'animal, on comprend de suite leur rôle. Mais que dire de ceux qui sont placés sur les pattes ou à la face ventrale des segments abdominaux, comme chez les Crustacés, soit autour de la lèvre supérieure, soit le long des parois latérales du corps, chez divers poissons ? Ces appareils photogènes sont munis d'un réflecteur intérieur et d'une lentille extérieure qui projettent la lumière dans une direction qui n'éclaire nullement le champ de vision de l'animal ; quelquefois, l'appareil se complique d'un miroir réfléchissant extérieur et de chromatophores (1) qui teintent la lumière de diverses nuances. On a émis un certain nombre d'hypothèses sur le rôle de ces organes lumineux (2) ; on a supposé qu'ils servaient à attirer les proies, explication suggérée par nos méthodes de pêche au feu durant la nuit, mais on ne voit pas à quoi cela sert d'attirer une proie derrière le

---

(1) Petite capsule plate, très élastique, renfermant une gouttelette de protoplasma coloré.

(2) L. Joubin. *La vie dans les océans*, p. 132. — M. Caullery, *Les yeux chez les animaux abyssaux*. *Rev. gén. des Sciences*, 1905, p. 324. — E.-L. Bouvier. *La faune bathypélagique et la faune des grands fonds*, p. 490.

dos ou du côté des pattes, d'autant plus que cette luminosité peut tout aussi bien attirer l'ennemi ; on a encore supposé qu'étant soumis à la volonté de l'animal et différents, suivant les sexes, ils seraient des organes correspondant aux ornements sexuels secondaires, si communs, dans les diverses espèces qui vivent sur terre. Ici encore, il faut faire des réserves, car malgré tout ce qu'on a écrit sur ce sujet, on ignore presque tout de la valeur et des fonctions de ces ornements.

Il reste à faire une dernière hypothèse reposant sur le rôle de la lumière vis-à-vis des organismes. Les radiations lumineuses sont des agents puissants de réactions chimiques, surtout pour les corps organiques, de nombreuses synthèses et dissociations ont été réalisées récemment par Daniel Berthelot au moyen des rayons ultraviolets ; les oxydations organiques sont aussi influencées par la lumière, dès lors on peut concevoir que tout organisme soumis à l'action de la lumière fabrique des substances chimiques utiles ou nuisibles. Dans le premier cas, l'organisme oriente son corps tout entier ou certains de ses organes de telle façon que les rayons incidents les frappent normalement ; c'est l'héliotropisme bien connu pour les plantes qui s'accroissent dans la direction de la lumière ou tournent leurs feuilles et leurs fleurs du côté du soleil, ce sont les animaux qui recherchent une certaine luminosité, qui fuient l'ombre, qui se précipitent sur les sources lumineuses — (les animaux nocturnes qui se jettent sur nos lampes présentent cette faculté au maximum), — on dit dans ces cas qu'il y a phototropisme positif. Dans le deuxième cas où la lumière est nuisible, il y a encore des mouvements appropriés pour s'y soustraire, alors on dit qu'il y a phototropisme négatif. Les cas des blattes et des punaises qui fuient la lumière avec une grande vélocité donnent une idée de l'influence de ces réactions chimiques en présence de la lumière ; celle-ci suffit à changer un mouvement dans un sens diamétralement opposé (1).

Dès lors, les animaux des grandes profondeurs, habitués à vivre dans une certaine obscurité, ont leur chimisme adapté pour l'absence de lumière et l'on conçoit toute l'importance d'une brusque apparition lumineuse, pour changer le comportement d'un ennemi qui s'approche de la proie convoitée et plutôt rare dans les abîmes. Un

---

(1) J. Lœb. *La dynamique des phénomènes de la vie*, 8<sup>e</sup> leçon. — G. Bohn. *La nouvelle psychologie animale*. — Id. *Phototropisme des larves de homard* (Compte rendu de la Société de Biologie, 4 décembre 1903). — Nuel. *La Vision*.

crustacé, effrayé par la sensation de l'ennemi proche, traduit sa frayeur par une émission de lumière qui, changeant le rythme des transformations moléculaires dans les tissus du prédateur, le met en fuite ou le paralyse. Une observation de M. Joubin renforcera cette hypothèse. La Pholade dactyle, mollusque bivalve, se creuse une loge dans les pierres calcaires ; elle ne communique avec le dehors que par un long tube divisé longitudinalement en deux parties, l'une sert à l'entrée de l'eau et des aliments qu'elle contient, l'autre, à sa sortie, purgée des aliments et augmentée des excréta « Quand on excite ce tube ou siphon, il (l'animal) lance un fort jet d'eau destiné à mettre l'agresseur en fuite ». Dans ce siphon il y a des organes glandulaires sécrétant un mucus, nommé luciférase par M. Raphaël Dubois, qui, en se mélangeant avec des produits (luciférine) de l'organisme et entraînés par l'eau produit la luminosité du liquide sortant du siphon ; ce jet d'eau brillant va surprendre l'intrus qui menace la sécurité de la Pholade bien plus fortement que l'eau incolore, même violemment projetée, mais à laquelle il est habitué. Giard (1) dit aussi que la phosphorescence que présentent certains animaux marins « qui se manifeste lorsque ces animaux sont excités ou effrayés, joue un rôle de protection et arrête certains ennemis ».

\*\*\*

A côté des défenses physiques doivent prendre place les défenses chimiques qui sont très variables et opèrent avec le concours d'appareils très divers. Il suffit de rappeler les serpents venimeux (vipères, cobras, serpents à sonnettes) dont les glandes à venin, logées dans la fosse temporale, communiquent avec une dent spéciale, la dent inoculatrice. Les poisons venimeux, étudiés en France par Calmette et Phisalix, sont redoutables et très efficaces si l'on songe qu'aux Indes, et pour l'espèce humaine seulement, on compte une moyenne de 25.000 personnes qui meurent annuellement des suites de morsures ; on comprend toute l'importance préventive de l'emploi des sérums antivenimeux fabriqués et mis dans le commerce par l'Institut Pasteur de Lille.

Les crapauds et grenouilles se défendent très bien par leurs sécrétions muqueuses et cutanées. On a vu un jeune chien ayant mangé un crapaud atteint de vomissements violents. Le lavage d'une

---

(1) A. Giard. *Controverses transformistes*, p. 165.

seule grenouille verte suffit à tuer deux lapins de deux kilogs (1). L'action des venins de batraciens produit des phénomènes hallucinatoires, de la dyspnée, ils sont convulsivants pour le système musculaire et paralysants pour le système nerveux. Cependant, il ne faudrait pas s'imaginer que batraciens et reptiles venimeux fabriquent ces substances toxiques exclusivement pour leur protection externe, ce serait trop demander à l'organisme qui emploie ses divers appareils à plusieurs fonctions. Les recherches récentes sur les fonctions de ces poisons montrent qu'ils sont des régulateurs de la nutrition agissant par l'intermédiaire du système nerveux; ils sont encore des anticorps qui neutralisent certains poisons étrangers introduits à l'intérieur de ces animaux. On se trouve ici en présence de sécrétions ayant un rôle général qui sert en même temps à protéger l'individu contre les ennemis extérieurs et l'on comprend pourquoi ces glandes ne disparaîtraient pas, lors même qu'elles seraient inefficaces dans leur rôle défensif, ce qui arrive assez souvent, puisque vipères et couleuvres se nourrissent sans danger des batraciens.

Mais c'est dans l'immense classe des Insectes, de beaucoup la plus connue, que l'on trouve des exemples à profusion. Dans l'œuvre de Fabre, on peut prendre comme type la larve de la Chrysomèle du peuplier qui possède une série de tubercules perforés par où s'échappe « un liquide opalin, à forte odeur d'amandes amères, ou plutôt de nitro-benzine. L'éjaculation de cette drogue est un moyen de défense. Il suffit de chatouiller la bête avec une paille ou de lui saisir une patte avec des pinces pour qu'aussitôt fonctionnent les dix-huit burettes à essence. Qui manie le ver a les doigts apuantis et rejette de dégoût l'insecte parfumeur (2) ».

Les belles chenilles à couleurs éclatantes, si communes dans nos jardins, ont des poils urticants qui les font délaisser des oiseaux; lorsqu'on essaie de les faire manger aux oiseaux de basse-cour, ils les refusent systématiquement et lorsqu'on les jette à des poussins, il faut écouter le cri spécial de défense que pousse la mère pour écarter de cette mauvaise nourriture les petits confiés à sa charge.

Les coléoptères, en plus des ailes dures de la première paire, ont des glandes anales ou des glandes thoraciques qui aident à la protection. Chez les Mammifères, on doit citer un blaireau puant

---

(1) M<sup>me</sup> Phisalix. *Revue scientifique*, juillet 1912.

(2) J.-H. Fabre. *Souvenirs entomologiques*, 4<sup>e</sup> série. — Voir aussi C. Houlbert. *Les Insectes*, Encyclopédie scientifique.



d'Amérique qui lance, à plus de 50 centimètres, au moyen de ses glandes anales, un liquide malodorant, insupportable au point de provoquer l'évanouissement. La mouffette sécrète une odeur tellement infecte qu'on la sent à plus d'une demi-lieue.

Chez les plantes, après la protection mécanique, les défenses chimiques tiennent la première place et elles viennent d'attirer l'attention des observateurs. L'ortie commune doit son nom à la propriété de brûler les mains imprudentes qui la ramassent ou le museau et les muqueuses buccales de l'herbivore qui la broute, elle est parsemée de petits poils dont la pointe délicate se brise facilement, le poil ainsi ouvert pénètre dans la peau et déverse son contenu brûlant. Une Euphorbiacée américaine produit une brûlure tellement vive qu'elle détermine l'évanouissement.

Une primevère des pays chauds provoque une éruption cutanée chez les personnes qui manient cette plante ; les mains, le visage quelquefois, sont rouges, tuméfiés, couverts de papilles du type eczémateux ; cette éruption se montre après quelques jours seulement, et après guérison, on a remarqué une rechute chez certaines personnes. Une Térébinthacée importée du Canada est extrêmement vénéneuse, le contact des feuilles écrasées détermine sur la peau un érysipèle. Kangieser, pour une autre espèce de la même famille, a vu mourir les abeilles qui passent au-dessus (1). Un arbre ornemental qui se répand de plus en plus dans nos régions, l'Ailantho glanduleux, improprement appelé vernis du Japon, à l'époque de la floraison provoque de véritables épidémies d'inflammation de la gorge, d'asthme, de troubles gastriques ; aussi, dans certaines villes d'Amérique, on en a interdit la plantation. Enfin, il faut noter que dans les jardins du Roannais, quelques cultivateurs plantent, dans leurs cultures, des pieds de Chanvre dont l'odeur forte éloigne les Piérides du chou qui ont des larves avides de légumes cultivés.

---

(1) Kangieser. *Les plantes vénéneuses*, Science au XX<sup>e</sup> siècle, 1910. — A.-H. Perret. *Sur les poisons pruritants, chez Urtica dioïca et Lamium album* (Compte rendu Société de Biologie, 9 décembre 1905). — Brissemoret et Combes. *Défense du noyer contre les ennemis extérieurs*, Id., 28 novembre 1908.

### III. — Défense générale chez les végétaux.

On est ainsi amené à examiner le problème — délaissé jusqu'ici — de la défense générale des végétaux. Les notions sur les tropismes exposées plus haut servent encore pour répondre à la question de l'infection microbienne ou des diverses substances nuisibles qui, avec l'oxygène et l'acide carbonique, pénètrent par les pores des feuilles ou par les blessures dues à la diminution de la résistance mécanique des enveloppes externes.

M. Noël Bernard, qui a fait sur ce sujet, entièrement à défricher, des travaux d'une très grande originalité, a montré que les bulbes d'Ophrydées sécrètent des diastases actives empêchant les champignons de se développer, que ces diastases sont détruites par la chaleur et que les vieux bulbes se comportent mieux que les jeunes (1). Tous les champignons ne sont pas attaqués indistinctement par les diastases ; les uns résistent et vivent du tubercule, les autres sont arrêtés quelque temps ; puis attaquent ; d'autres sont indéfiniment arrêtés à quelque distance d'un simple fragment de tubercule. Il y a une lutte entre les produits élaborés, de part et d'autre, par les organismes en présence.

Aux recherches de M. Massart sur les causes qui font « que les plantes sont moins exigeantes quant aux qualités du sol au milieu de leur aire d'habitat que sur les bords (2) », la réponse qui vient naturellement à l'esprit est que les plantes qui sont en bordure défendent le sol, en neutralisant les excréments nocives émises par les autres plantes ou encore en élaborant des produits toxiques qui empêchent le développement des plantules étrangères cherchant à s'implanter ailleurs et à propager l'espèce. C'est avec des faits du même ordre que Whitney expose qu'on peut combattre la stérilité des terrains après quelques années d'une culture unique ; les terres dites épuisées ne sont que des terres encombrées des excréments des plantes qui y ont vécu ; les engrais que nous y mettons ne jouent qu'un rôle de désinfectant en neutralisant les produits toxiques

---

(1) Noël Bernard. *Infection et tubérisation chez les Végétaux*, Rev. Gén. des Sciences, 1902 ; *Maladies parasitaires et évolution des végétaux*, Revue des Idées, 1905 ; *Sur la fonction fungicide des bulbes d'Ophrydées*, Annales des sciences naturelles, 1911.

(2) J. Massart. *Le rôle de l'expérience en géographie botanique*, p. 10.

élaborés ; les autres cultures que nous y introduisons et qui prospèrent démontrent bien que le sol n'était pas épuisé (1).

En règle générale lorsque, par chimiotactisme, les parasites se sont introduits dans les tissus de l'hôte végétal, leur élimination se fait par deux procédés. Dans le cas de quelques orchidées, les plantes font des essais pour s'y soustraire, elles se tubérisent, limitent le parasite dans les régions plus âgées, « la prolifération anormale du méristème terminal de la racine, dit M. Bernard, apparaît nettement comme un moyen de défense, qui permet à la plante d'entrayer momentanément l'infection ». Chez beaucoup d'autres Orchidées qui ne peuvent se débarrasser des champignons endophytes, il y a une sorte d'accommodation à l'invasion microbienne qui fait, très souvent, que les jeunes plantules ne peuvent vivre si elles ne trouvent pas le parasite dans le milieu où elles se développent ; leurs maladies leur sont devenues nécessaires. On s'achemine ainsi à la symbiose que l'on trouve dans le groupe des lichens, ceux-ci n'étant que des associations d'algues et de champignons qui pratiquent l'entraide forcée pour la vie — entraide bien instable, qui n'est qu'un pis-aller et ne s'est établie qu'après une longue lutte dont nous connaissons mal les étapes. « L'équilibre du symbion est précaire et souvent rompu aux dépens d'un des conjoints, ... la symbiose entre un champignon et une plante verte n'est pas l'expression d'une harmonie préétablie ». (2)

Dans le deuxième procédé, la plante, par ses réactions, élève une barrière qui s'oppose à l'envahissement des parasites. Mangin a montré que le filament qui cherche à percer l'épiderme provoque la formation d'un cal infranchissable. Les tumeurs hyperplasiques proviennent d'une prolifération déréglée des tissus produisant un tissu homogène composé de cellules pressées les unes contre les autres, ne laissant pas place aux méats intercellulaire. Le plus souvent, on constate une cicatrisation par cloisonnement répété et subérification qui isole les parasites et ne permet pas leur extension, ou bien, on remarque la formation d'une simple gaine enveloppant l'ennemi et le paralysant mécaniquement (3). M. Heinricher, en essayant de faire pousser du gui sur des plantes (des *Opuntia*) qui ne le portent

---

(1) Ici on se trouve bien toujours en présence de moyens défensifs mais poussés trop loin et sur lesquels l'individu est sans contrôle. On trouvera plus loin des exemples de cet ordre dans le cas du cancer et de l'anaphylaxie.

(2) P. Vuillemin. *Rev. annuelle de mycologie. Rev. Gén. des Sciences*, 1910.

(3) E. Ducomet. *Pathologie végétale*. — L. Mangin. *Les tumeurs des plantes comparées aux tumeurs animales* (Biologica, avril 1913).

pas habituellement, n'a réussi qu'à provoquer des taches pustuleuses qui sont attribuables à la formation du liège ; chez les plantes qui portent habituellement le gui, il semble qu'il y ait accoutumance aux poisons sécrétés.

C'est non seulement contre les parasites, mais encore contre les poussières et les vapeurs qu'on retrouve ce second procédé de défense. C'est à propos du goudronnage des routes, des rues et des trottoirs des villes qu'on a étudié de plus près ces réactions végétales. Les plantes herbacées, les arbustes et les arbres dépérissant très vite le long des voies de communication où les matières goudronnées étaient employées, on a été conduit à rechercher si les inconvénients ne contrebalançaient pas les avantages et à chercher à supprimer ceux-là (1). Là encore, on trouve que les « parties attaquées par les vapeurs ou les poussières se trouvent isolées des parties restées saines par une néo-formation de liège ». Chez les *Bignonia* (*Catalpa bignonioides*), les coupes histologiques montrent que les plantes soumises aux vapeurs de goudron, comparées avec celles qui poussent à l'abri, ont une assise de liège deux fois plus épaisse que les pousses normales ; « en certains points de la hampe florale, il y a encore formation de plusieurs assises de liège ».

#### IV. — La protection de l'œuf et de l'embryon.

Avant de passer à l'examen des *défenses générales* des animaux et surtout de l'homme, il reste à voir comment l'œuf et l'embryon sont protégés et à peser si les objections dont le mimétisme a été l'objet ces dernières années sont toutes valables et si la réaction contre les hypothèses prématurées des premiers chercheurs n'a pas été trop loin et ne pèche pas par excès.

Dans les graines des plantes le tégument qui enveloppe la jeune plantule est lignifié, cette lignification donne une plus grande résistance à la cellulose en lui communiquant des propriétés nouvelles. Les parois durcies et sclérifiées des noyaux (datte, pêche, olive) remplissent bien leur rôle ; parfois l'enveloppe est revêtue d'épines, d'autres fois elle est d'une saveur amère, astringente qui la fait rejeter comme impropre à la nourriture. On retrouve ici les moyens mécaniques et chimiques déjà notés.

(1) C.-L. Gatin. *Le goudronnage des routes et son action sur la végétation avoisinante*, Annales des Sciences naturelles, t. XV, 1912.

Chez les animaux, en plus de ces procédés, l'instinct et l'intelligence des parents, surtout de la mère, concourent à atteindre le but visé. Il n'y a qu'à feuilleter l'œuvre de J.-H. Fabre pour trouver des exemples à profusion. Ici, c'est une enveloppe soyeuse qui protège l'œuf ; là, c'est une maison savamment maçonnée ; ailleurs, c'est l'emploi de cires et de vernis — « ces édifices d'une haute stabilité chimique » (Etard) — qui rend l'œuf inattaquable aux bactéries et imperméable à l'humidité ; partout, c'est une ingéniosité qui lasse l'imagination la plus inventive.

Parmi les batraciens, la grenouille volante de Java protège ses œufs contre la chaleur et l'action directe du soleil par une enveloppe contenant beaucoup d'eau et parsemée de bulles d'air ; au cours du développement, les membranes se gonflant fortement deviennent mauvaises conductrices de la chaleur (1).

Les oiseaux ont leur œuf entouré d'une coquille renfermant les membranes et les réserves qui serviront au développement de l'embryon ; l'œuf de poule en est le type classique. Il est composé d'une cellule unique volumineuse dans laquelle on trouve le disque germinatif, le vitellus jaune, l'albumen ou blanc, la membrane coquillière et la coquille. La coquille renferme 2 o/o de matières organiques, celles-ci sont en travées ténues où se déposent les sels calcaires formant l'enveloppe solide qui, tout en laissant passer l'oxygène nécessaire aux oxydations, protège efficacement le jeune embryon ; les autres couches demi-solides, tout en servant de matériel nutritif, empêchent les heurts de blesser le disque germinatif et facilitent son orientation.

L'étroite connexion qui existe chez les Vertébrés entre les appareils urinaires et génitaux, la proximité d'origine entre ces organes et leur phylogénie devaient faire inférer que l'œuf emporte avec lui des substances chimiques servant à le défendre contre ses ennemis. Depuis longtemps Beauregard avait fait voir que chez les insectes vésicants, la cantharidine qui imprégnait l'œuf lui permettait d'éviter l'attaque des parasites, mais ce n'est que depuis une dizaine d'années que nos notions à ce sujet prennent de la précision. C'est surtout à Loisel et à Phisalix (2) que nous sommes redevables

---

(1) Louis Laloy. *La grenouille volante de Java*, Le Naturaliste, 1910.

(2) G. Loisel. *Les poisons des glandes génitales* (C. R. Société de Biologie, nov. 1903, mars et juillet 1904, et Revue des Idées, 15 nov. 1904 et janvier 1906). — C. Phisalix. *Les glandes à venin des grenouilles à l'époque du frai* (C. R. Société de Biologie, 14 déc. 1903).

d'expériences nous permettant d'entrevoir la relation entre les poisons des glandes génitales et leur fonction défensive.

Il est démontré : 1° que les glandes génitales élaborent des poisons et l'ovaire plus que le testicule ; quelquefois même il n'y a que la glande femelle qui en produit ; 2° à l'époque du frai ou de l'excitation génésique, la quantité de produits toxiques est plus élevée ; 3° l'œuf pondu possède ces poisons. Les toxalbumines emportés par l'œuf ont une double fonction : elles servent à la nutrition — à cause de leur composition moléculaire complexe — et à la protection. Cette dernière fonction a été postérieure à la première et elle a été fixée par la sélection naturelle : l'être vivant qui se nourrissait d'œufs renfermant des toxalbumines, en était malade et devait être fatalement conduit à chercher une autre nourriture ; l'œuf toxique avait plus de chances de survie. C'est avec ces notions qu'on peut expliquer les cas d'indisposition très grave provoquée par l'ingestion d'œufs de poule (1) chez certains individus, surtout si l'on tient compte que chez ces malades les organes qui jouent un rôle antitoxique sont affaiblis ou lésés. Dans ces cas, la mystérieuse idiosyncrasie, qui joue encore un grand rôle en médecine, se trouve éliminée.

Lorsque les embryons se développent dans une cavité spéciale et sont nourris par les voies sanguines, ils doivent être protégés contre les microbes et toxines charriés par le sang maternel. Il a été prouvé (2) que le sérum des enfants a un pouvoir hémolytique et bactériolytique nul ou très faible comparativement à celui des adultes, aussi toutes les maladies infectieuses ont une très grande prise sur les enfants en bas-âge — la mortalité du premier âge est énorme — a fortiori chez le jeune être encore enfermé dans les enveloppes fœtales, puisque l'action hémolytique est une propriété acquises par l'individu ; on a donc été conduit à rechercher le mécanisme de la neutralisation ou de lutte contre les produits et les microbes entraînés par le liquide nourricier.

La glande interstitielle qui, pour Voinov, emmagasine les produits toxiques agissant sur les ovules ou les spermatozoïdes, joue un rôle

---

(1) Dans des expériences entreprises pour augmenter la valeur nutritive de l'œuf de poule, j'ai noté que certaines substances introduites avec la nourriture se fixent assez rapidement sur le jaune et non sur le blanc ou la membrane coquillière.

(2) G. Détré et Saint-Girons. *Sur le pouvoir hémolytique du sérum des enfants en bas-âge* (Compte rendu Société de Biologie, 24 février 1912).

ici (1). En plus dans l'état de gravidité, il y a une hypersécrétion de cholestérine par divers organes, notamment par les corps jaunes et la capsule surrénale ; or, comme on sait (2) que la cholestérine a une action défensive marquée au cours des toxi-infections, on doit admettre que là encore son action est efficace. On pourrait en dire tout autant pour les catalases produites par le placenta (3). En outre, pendant la période gravidique, le tissu conjonctif, riche en vaisseaux lymphatiques et sanguins, qui sépare les deux couches musculaires de l'utérus possède, à ce moment seulement, une double fonction phagocytaire et sécrétrice (4). Ce tissu, si riche en cellules appelées néphrophagocytes, constitue une vraie barrière filtrante qui sert à la protection mutuelle de la mère et du produit. Lorsque le produit est expulsé, ces néphrophagocytes, n'ayant plus rien à faire, disparaissent.

#### V. — A propos du mimétisme.

On entend par mimétisme la possibilité pour un être vivant de ressembler, d'imiter les couleurs ou les formes, ou les deux à la fois, du milieu ou des objets avec lesquels il vit. On a admis longtemps sans contestation, surtout depuis les preuves et les explications de Wallace (5), que le mimétisme, dissimulant l'être vivant, lui permettait d'attaquer sans être vu (mimétisme offensif) ou d'échapper à ses ennemis (mimétisme défensif). Mais, par des expériences nouvelles et une discussion des anciennes observations, on a été forcé de convenir que la ressemblance ne protégeait pas contre tous les ennemis et on a été conduit à mettre en doute la valeur du mimétisme.

A ces critiques légitimes, inévitables à mesure que la science se perfectionne et qu'on distingue mieux les cas divers confondus dans l'enthousiasme de la découverte, se sont ralliés tous les anti-transformistes, heureux de prendre en faute la doctrine de l'évolution,

---

(1) D. Voinov. *Sur le rôle de défense génitale de la glante interstitielle* (C. R. Société de biologie, mars 1905).

(2) Chauffard, Laroche et Grigand. *Fonction cholestérinémique du corps jaune*. Id., 8 avril 1911 et février 1912.

(3) Billard. Id., 8 juin 1911.

(4) L. Mercier. *Sur l'existence de néphrophagocytes dans le muscle utérin de femelles de Mammifères en gestation* (C. R. Société de biologie, 10 février 1912).

(5) A. Wallace. *La sélection naturelle*, chap. 3.

leur permettant ainsi de la saper par ses côtés secondaires, qui n'ont rien à voir avec les notions fondamentales obtenues sur les transformations — dans le temps et l'espace — de tous les êtres vivants. Les promoteurs du mimétisme eux-mêmes avaient fait des réserves et s'ils étendaient ainsi son rôle protecteur, ce n'était que par manque d'explications plus plausibles.

L'homochromie, ou imitation de la couleur du milieu, fut longtemps considérée comme le meilleur moyen d'échapper aux ennemis. A ce propos on a parlé d'anthropomorphisme en faisant remarquer que les organes de la vision ne servaient pas d'une façon identique aux animaux et à l'homme ; on disait : si l'homme ne voit pas l'animal homochrome avec son milieu, rien ne prouve que l'ennemi spécifique ne le perçoit pas. Ainsi M. Rabaud en examinant les parasites de diverses chenilles constate que, tout en étant identiques pour l'œil humain, elles ont des parasites et de diverses sortes, qui distinguent très bien l'hôte qui doit les héberger. De même la recherche de supports de mêmes nuances que la livrée dont les animaux sont revêtus est expliquée par la nécessité pour eux de se mettre en accord avec un milieu où les radiations lumineuses sont utilisées dans le sens le plus favorable aux échanges chimiques (1). Verner, à propos de la couleur des lézards des déserts, de la couleur du sable, fait remarquer que s'ils sont cachés pour l'homme, qui n'est pas leur ennemi, ils ne le sont pas pour les serpents qui vivent d'eux.

D'ailleurs les couleurs protectrices étant le résultat de variations pigmentaires, on a recherché les causes de la production des pigments et de leur modification, et comme ils sont des produits d'excrétion provenant des matières alimentaires, si la sélection naturelle a agi sur eux, ce n'a été que secondairement ; dès lors, il est nécessaire de distinguer entre une acquisition secondaire et tardive et le phénomène primaire de la production pigmentaire. Les lois de Lamarck et de Darwin, loin de s'exclure dans ce domaine, se combinent pour produire ces homochromies adaptives si controversées.

M. Rabaud qui a porté la question du mimétisme sur le terrain des rapports indissolubles entre l'individu et le milieu, après avoir montré que l'individu qui mime la couleur des autres espèces n'a fait que sauter de Charybde en Scylla, puisqu'à ce moment il est

---

(1) Keeble et Gamble ne voient dans l'homochromie qu'une coloration complémentaire à la lumière incidente. — Caullery et Mesnil. *Rev. annuelle de Zoologie. Rev. Gén. des Sciences*, 1906.



soumis aux ennemis des espèces imitées, conclut cependant que « parfois même il semble que les piquants ou la couleur joue le rôle qu'on lui attribue » (1).

M. Picado qui a contrôlé la théorie du mimétisme sur la faune de Costa-Rica fait des réserves sur sa valeur absolue (2). Il nous dit qu'il faut une belle imagination pour voir un cas de mimétisme — ce qui a été soutenu — entre la peau du jaguar, tachetée de noir, et le sol sur lequel l'ombre des feuilles est dessinée. D'autre part ce mimétisme est pris en faute dans l'observation d'un insecte orthoptère dont les ailes ressemblent à s'y méprendre à une feuille de caféier, alors que ces arbrisseaux n'ont été introduits que depuis quelques années seulement; et encore dans le cas de l'Umbonia qui, imitant avec perfection les épines du rosier, la forme, la couleur verte et les taches rouge-brique, ne s'y pose jamais. Malgré ces faits contraires, l'auteur reconnaît que la négation obstinée et absolue de l'utilité du mimétisme pourrait être regrettable, surtout si l'on examine le fait suivant au milieu de beaucoup d'autres : Un Edenté de la famille des Paresseux a une couleur verte, couleur extraordinaire chez les Mammifères ; immobile, roulé en boule et suspendu aux branches des arbres, il se confond réellement avec les plantes épiphytes des Broméliacées. Par suite de leurs mouvements lents et leur absence d'armes, « c'est l'unique moyen de défense que les Paresseux puissent opposer à leurs ennemis ».

Wallace, Giard et beaucoup d'autres ont apporté une argumentation si forte et tant de faits d'animaux imitant le milieu ou les autres animaux, qu'il est impossible de nier toute valeur à l'utilité du mimétisme, surtout lorsque l'espèce mimée est protégée contre la plupart de ses ennemis. Il faut se souvenir que nous ne connaissons rien ou presque de l'histoire passée des espèces sur lesquelles nous commençons seulement à expérimenter ; cependant cette histoire a eu un retentissement sur la constitution chimique du protoplasma qui ébauche à son tour la direction générale où la forme spécifique doit se développer. Il suffit que l'homotypie ou l'homochromie défende contre un ennemi pour que le but soit atteint et leur valeur réelle ; parce qu'ils ne protègent pas contre tous les ennemis, il ne faut pas se hâter de conclure à l'anthropomorphisme et à leur inutilité.

---

(1) E. Rabaud. *Le transformisme et l'expérience*, p. 265.

(2) C. Picado. *Documents sur le mimétisme*. Bulletin scientifique de la France et de la Belgique 1910.

L'être vivant, perpétuellement en état d'équilibre instable, est en relation avec un milieu complexe, indéfiniment changeant, et ce qui l'avantage un moment — pour un milieu donné — peut bien ne correspondre à plus rien d'existant, lorsque le milieu a varié et même devenir un obstacle à l'adaptation aux circonstances nouvelles. Ajoutons que l'ennemi, qui veut vivre aussi, se perfectionne pour n'être pas frustré et que la lutte universelle se poursuit sans trêve ni repos, en revêtant des aspects variés qui déroutent nos hypothèses d'un jour. Si, dans certains cas, le mimétisme ne sert de rien actuellement et ne protège plus ni l'individu, ni l'espèce, à tous les âges de leur existence, il n'est pas démontré qu'il en a été ainsi durant toutes les époques précédentes ; la porte reste ouverte à la compréhension d'un *mimétisme vestigiaire*. C'est avec cette hypothèse qu'on pourrait expliquer la ressemblance de certains insectes avec les feuilles ou les branches des arbrisseaux sur lesquels ils se posent ; de même que les vives couleurs inutiles des poissons des grandes profondeurs où la lumière ne pénètre pas. Et si on se demande pourquoi la première loi de Lamarck sur l'affaiblissement, la disparition des organes par le défaut constant d'usage, ne s'applique pas ici, on peut répondre qu'il doit y avoir des liaisons si étroites, si rigides, entre certaines fonctions physiologiques et les formes anciennement protectrices que celles-ci ne peuvent pas s'effacer sans entraîner la mort de l'espèce.

Depuis quelque temps, en biologie générale, on a pris l'habitude de clore souvent les discussions en accusant l'adversaire d'anthropomorphisme ; mais, comme il nous domine malgré tout, les hypothèses nouvelles en demeurent marquées. Le raisonnement suivant en est un exemple typique. Les escargots sont protégés par leur bave mousseuse et leur coquille. Fabre a enfermé deux escargots avec vingt-cinq carabes affamés deux jours consécutifs, et tant que la coquille a été intacte, ils furent conservés ; mais après la plus petite lésion, ils furent dévorés jusqu'au dernier tour de spire. Or comme l'homme les recherche pour sa nourriture, faut-il conclure que la coquille ne sert pas à grand'chose et qu'au contraire les couleurs et les dessins divers qui l'ornent ne contribuent qu'à les désigner plus nettement à notre attention ? Faut-il admettre que si l'escargot avait son corps mou soumis à toutes les vicissitudes du chemin boueux, son aspect sale et terreux, répugnant à l'homme, il aurait la vie sauve. Nul ne l'oserait et cependant c'est le raisonnement qu'ont tenu la plupart de ceux qui ont livré l'assaut aux divers appareils servant à la défense de l'organisme ; ils oublient trop qu'un être vivant n'échappe pas à tous ses ennemis, parce qu'alors

il n'y aurait place que pour lui et que depuis longtemps il aurait assimilé toute l'ambiance.

A l'explication du mimétisme utile on a substitué la notion de convergence due au milieu et on l'a distinguée sous le nom d'isotélie ; ainsi quand un serpent inoffensif ressemble à un serpent venimeux et que ses ennemis — dindons, pécaris, iguanes — le dévorent, sans tenir compte de sa ressemblance, on invoque l'isotélie, on écrit que c'est « le hasard qui, dans des familles différentes, réalise cette ressemblance de dessin »(1). Mais la convergence de milieu est une explication globale qui ne sert que momentanément et qui devient une explication verbale, — si on s'y tient, — masquant la complexité des relations causales. Quels sont les facteurs du milieu qui interviennent pour donner tel dessin, telle forme à l'espèce imitée et à l'espèce mimante ? Nous n'en savons rien le plus souvent ; nous sommes en présence d'une équation à plusieurs inconnues que, seules, des expériences minutieuses nous permettront d'éliminer pour résoudre le problème. Le milieu agit sur toutes les espèces qui y vivent et la question reste entière dès que nous constatons qu'une espèce présente des formes entièrement différentes. Le hasard, en biologie, doit être rejeté résolument ou la science de la vie n'en est plus une.

## VI. — La lutte contre la chaleur et le froid.

A la suite de ces défenses plus ou moins spéciales doivent prendre place celles qui présentent un grand degré de généralité : par exemple celles concernant la régulation thermique ou encore le mécanisme de protection contre les invasions microbiennes et de neutralisation des toxines.

On peut dire en gros, et pour fixer les idées, que la vie élémentaire manifestée est possible entre un et quarante-cinq degrés. Il faut faire exception pour la vie latente qui est possible entre des températures plus éloignées : ainsi des microbes du lait résistent à une ébullition prolongée à 100 degrés, de même que la vie peut se transmettre et se conserver d'une planète à l'autre (Swante Arrhénius) en circulant à travers l'espace sidéral où la température tourne autour du zéro absolu. Quoi qu'il en soit, les réactions physico-chimi-

---

(1) Gadov. *Les serpents-coraïl et l'isotélie*, Bibliographia evolutionis, 1912, n° 28.

ques dont la substance vivante est le siège, ont leur optimum dans des limites très étroites ; René Quinton dit même que cet optimum thermique pour une espèce indique les conditions et l'ordre d'apparition des espèces dans le temps. En somme, l'homme a une température de 37° qui varie, à l'état de santé, dans d'étroites limites.

Au point de vue thermique, on distingue en physiologie les animaux à sang chaud (mammifères, oiseaux) et les animaux à sang froid (poissons, reptiles, batraciens). Ces dénominations sont impropres ; ainsi par exemple, une tortue vivant dans un milieu ayant 37° possède une température interne qui monte à 39°, supérieure au milieu dans lequel elle vit et supérieure, par conséquent, à celle de la plupart des mammifères. Il conviendrait mieux d'employer le terme d'animaux à *température oscillante*, qui indique que la température animale oscille autour d'une moyenne, et celui d'animaux à *température variée* qui dénote que le milieu règle la chaleur interne de l'individu considéré. Ici on n'examinera que les animaux à température oscillante ou à sang chaud. Soumis aux énormes changements de température qu'on trouve entre l'hiver et l'été ou des pôles à l'équateur, comment les animaux et l'homme réagissent-ils ? Avant tout, il faut que les centres nerveux, notamment le bulbe et les corps striés qui, par réflexe, règlent la régulation thermique, soient en état d'intégrité, parce qu'on trouve une certaine difficulté d'adaptation aux changements climatiques chez les déséquilibrés, les instables dont le système nerveux est hyper ou hypo-excitabile.

On se défend contre la chaleur intense : 1° en augmentant le rayonnement par la peau. On constate que pendant l'été la peau est rouge, il y a une vaso-dilatation de la circulation sanguine produisant une élévation de la température de la peau ; 2° en diminuant la production de la chaleur. On mange moins, on recherche les aliments frais à faible pouvoir calorifique, tels les légumes aqueux, les fruits ; en outre la quantité d'oxygène consommé, servant à brûler le carbone contenu dans les aliments, est plus faible, ce qui diminue l'intensité des combustions. Et 3°, le plus important, en évaporant l'eau, soit par la peau (perspiration cutanée), soit par les poumons (transpiration pulmonaire). L'homme et les animaux à peau nue, à glandes sudoripares développées, emploient ces deux moyens ; mais le chien n'évapore de l'eau que par la voie pulmonaire. Ce dernier, maintenu à la chaleur solaire ou dans une étuve, présente une exagération respiratoire qui s'accroît avec l'élévation de température, la respiration est tellement accélérée qu'on a de la difficulté à compter les mouvements rythmiques. La quantité de chaleur pour évaporer un gramme d'eau, à 37° est de 58 calories en moyenne,

et l'homme en sueur rejetant 25 grammes d'eau par heure, la sudation est donc très efficace pour lutter contre la chaleur. Charles Richet en mettant des animaux sur une balance, à l'étuve, a montré que le poids perdu était dû à l'évaporation qui était ainsi le moyen unique de lutter contre l'élévation thermique (1).

\*\*\*

Contre le froid nous réagissons par le mécanisme contraire à celui employé contre la chaleur. Certains animaux s'en défendent en quittant le pays lorsque la saison hivernale approche : ce sont les animaux migrateurs. Parmi eux, les oiseaux sont remarquables par l'instinct qui les avertit, longtemps à l'avance, des périodes où la vie sera difficile. Chez les autres qui n'émigrent pas, on retrouve les trois moyens signalés plus haut.

La perte de chaleur se produit par le rayonnement, c'est-à-dire que la chaleur se transmet à l'espace qui nous environne, et la chaleur de la peau étant emprunté au sang circulant, si la quantité de sang qui lui arrive diminue, la déperdition calorifique sera moindre. L'expérience commune justifie ces déductions : la main plongée dans l'eau froide blanchit et pour peu que nous la maintenions quelque temps, l'autre main pâlit, bien qu'elle n'y soit pas. Pour empêcher le rayonnement la plupart des animaux hibernants, (chien, ours, renard, etc.) possèdent une peau très épaisse qui les protège efficacement. Nous le savons si bien que nous n'avons rien trouvé de mieux que de les tuer pour utiliser leurs fourrures. Les oiseaux aquatiques ont des plumes huileuses qui ne sont pas mouillées par l'eau, ce qui diminue beaucoup la perte de chaleur par conductibilité ; les mammifères marins à température élevée (marsouin, baleine), sont remarquablement protégés par la nature de leur tégument très huileux.

Mais le moyen par excellence pour lutter contre le froid est d'augmenter la production de la chaleur avec l'aide du carbone et de l'hydrogène contenus en très grande quantité dans les aliments sous forme d'hydrates de carbone et de graisse. Des expériences minutieuses montrent qu'à mesure que la température extérieure baisse, la consommation du carbone augmente ; on a même soutenu que les luttes si diverses qu'on remarque entre tous les êtres vivants n'étaient, au fond, qu'une lutte pour l'appropriation du carbone.

Où et comment se fait la production de la chaleur ? La question

---

(1) Ch. Richet. *La chaleur animale*.

aujourd'hui est définitivement tranchée ; tous les physiologistes admettent que les muscles et les glandes sont le siège de la chaleur animale. Par un temps froid, nous accélérons le pas ; nous avons des frissons qui ne sont que des séries de secousses musculaires convulsives. En parlant de ces données et de nombreuses expériences, Ch. Richet a formulé cette loi générale : Le système musculaire est l'appareil chimique de la majeure partie de la chaleur animale ; et il en a déduit ces trois corollaires : 1° Un muscle contracté a des actions chimiques, et par conséquent thermiques, plus actives qu'un muscle relâché ; 2° Un muscle au repos, relié aux centres nerveux, donc en état de tonicité, dégage plus de chaleur qu'un muscle paralysé et séparé des centres nerveux ; 3° La chaleur produite par un animal en activité musculaire est plus grande que celle que dégage un animal en repos ; en même temps les actions chimiques sont plus intenses. C'est l'étude des actions chimiques, par consommation d'oxygène et élimination d'acide carbonique, qui a conduit les physiologistes à conclure que la musculature de l'organisme contribue, pour plus des trois quarts, à la production de la chaleur.

Mais la déperdition de chaleur se faisant par le rayonnement de la surface du corps, on a été forcé d'examiner le rapport de la surface au volume. Pour des figures géométriques semblables, le rapport de la surface au volume ou au poids diminue à mesure que le volume ou le poids augmentent. Ainsi un cube d'un décimètre de côté, contenant de l'eau, aura six faces d'un décimètre carré chacune, donc six décimètres carrés et pèsera un kilog. ; tandis qu'un cube ayant 3 décimètres aura 54 décimètres et pèsera 27 kilos ou, en ramenant à l'unité, un poids d'un kilog. et une surface de deux décimètres carrés seulement (1).

L'importance de ce calcul apparait immédiatement ; c'est que plus un être est petit plus sa surface de rayonnement est grande et plus il perd de chaleur. C'est pourquoi les petits enfants qui viennent au monde ont besoin d'être habillés chaudement et réchauffés artificiellement. Dans sa nourriture l'enfant doit trouver 100 calories par kilogramme, tandis qu'il n'en faut que 30 à un adulte. Si l'on considère le lait fourni aux nouveaux-nés, chez les mammifères vivant dans un milieu de plus en plus froid, on note un accroissement du poids de l'aliment gras contenu dans ce lait ; ainsi on

---

(1) Pour les animaux la surface étant difficilement mesurable, on se sert de la formule de Mech qui donne le nombre de décimètres carrés quand on connaît le poids :  $S = P \frac{2}{3}$ . On s'écarte ainsi de données géométriques, mais l'exemple est aussi probant.

trouve : dans le lait de vache, 38 grammes de beurre par litre, dans le lait de renne 171 grammes, dans le lait d'un dauphin des mers du Nord 438 grammes (1). W. Milne-Edwards a expérimenté sur des chiens de tailles diverses ; à tous il donnait une nourriture proportionnelle à leur poids et il a constaté que les chiens de grande taille avaient trop chaud, alors que ceux de petite taille grelottaient, quoique tous fussent soumis à la même température (2). M. Louis Lapique a démontré par des expériences ingénieuses que les tout petits oiseaux qui vivent dans les pays chauds (oiseaux-mouches) ne pourraient subvenir à leurs besoins nutritifs dans nos climats tempérés ; la puissance d'alimentation et de digestion étant limitée, il leur est impossible de satisfaire leur appétit insatiable, ils maigrissent et meurent de faim (3). Ces faits expliquent bien les raisons pour lesquelles les oiseaux font une chasse si active à la tombée de la nuit ; ils accumulent le maximum de réserves dans leur jabot pour les utiliser pendant la nuit où l'abstinence est forcée et la déperdition calorifique plus grande.

## VII. — Le mécanisme de la phagocytose et l'immunité.

C'est depuis Davaine, et surtout depuis l'immortel Pasteur, que le rôle des microbes et de leurs excréments a envahi le domaine de la pathologie ; les notions acquises à leur sujet ainsi que celles ayant trait aux réactions de l'organisme s'accroissent tous les jours. Les microbes sont des végétaux unicellulaires dont la longueur est de quelques millièmes de millimètres, leur petitesse les a fait longtemps échapper à nos recherches ; de nos jours, certaines maladies sont considérées comme microbiennes quoiqu'on n'ait pu en déceler les agents, mais leur mode d'action vis-à-vis de l'être vivant, en tous points semblable à ceux des microbes connus, a fait admettre leur existence qu'un perfectionnement de la technique viendra révéler.

On distingue les microbes pathogènes d'avec les inoffensifs, mais cette distinction est toute relative puisqu'une espèce inoffensive devient pathogène, et inversement, suivant l'animal considéré et l'état de résistance du même individu. Ainsi pour la rage humaine, les

---

(1) Lambling. *Principes de l'alimentation dans Puériculture et hygiène infantile.*

(2) W. Milne-Edwards. *La chaleur animale.* Bibliothèque rétrospective de Charles Richet.

(3) Louis Lapique (Comptes rendus de la Société de Biologie, 11 mars 1911).

excès alcooliques, le surmenage, l'obsession de la rage diminuent la durée de l'incubation et même, on a prouvé que le virus rabique, ayant séjourné dans l'abdomen d'un mammifère, injecté dans l'encéphale d'un animal, est sans action sur lui après plus de soixante jours ; si, à ce moment, on agit par traumatisme sur les centres nerveux, quelques jours après l'animal succombe à des attaques ayant la rage pour origine et non l'action traumatique (1).

Comment les microbes agissent-ils sur l'organisme et comment celui-ci se défend-il contre ces petits êtres qui le mettent en état d'infériorité ou causent sa mort ? Pour répondre à ces questions, il est nécessaire de connaître l'histologie du sang. Le sang est le véhicule de tous les aliments et de tous les déchets des cellules qu'il baigne, c'est par le moyen de la circulation sanguine que se produisent les phénomènes d'assimilation et de désassimilation dont l'ensemble représente la fonction de nutrition.

La masse du sang, cette « chair coulante » suivant l'expression de Bordeu, compose le 1/13 du poids total de l'homme, du chien, des oiseaux, le 1/18 chez la grenouille, les poissons. Au premier abord il apparaît comme une masse homogène, mais l'examen microscopique et chimique le montre composé d'éléments cellulaires, les globules rouges et les globules blancs en suspension dans un liquide, le plasma. Les globules rouges ou érythrocytes sont doués d'une grande élasticité ; lorsqu'ils traversent des orifices étroits, ils s'étirent, se plient pour revenir à leur forme d'équilibre qui est celle d'un disque excavé des deux côtés de 6 à 9 microns (le micron est le millième de millimètre), ils sont les convoyeurs de l'oxygène qui se fixe sur l'hémoglobine renfermée en eux ; ce sont des sortes de ferment oxydant où le fer joue le principal rôle. En traversant le poumon, le globule sanguin absorbe l'oxygène de l'air inspiré et le porte à l'état naissant sur tous les tissus, réalisant ainsi des actions chimiques impossibles à obtenir dans nos laboratoires à la température du corps. Après avoir recueilli l'acide carbonique cédé par les tissus, il le rejette au dehors lors de l'expiration. Le nombre des érythrocytes, chez l'homme, est en moyenne de 5 millions par millimètre cube ; chez la chèvre, l'animal qui en a le plus, on en compte 19 millions.

Les globules blancs ou leucocytes sont les éléments les plus intéressants pour la défense de l'organisme ; on en compte, en moyenne,

---

(1) A. Marie. *Suppression de résistance chez les animaux* (C. R. Société de biologie, janvier 1907).



8.000 par millimètre cube. Ranvier, résumant leur rôle, les appelle des glandes unicellulaires mobiles, un véritable microcosme. En effet, leurs propriétés diverses font qu'ils doivent prendre, selon l'expression de Virchow, une place importante dans la physiologie normale et pathologique : ils sont excitables, ils absorbent, digèrent, sécrètent, se déplacent, ou au contraire se fixent sur les tissus. Conheim découvre la diapédèse ou propriété de traverser les capillaires et d'émigrer à travers les mailles du tissu conjonctif ; Ranvier, en introduisant sous la peau de petits grains de cinabre ou de vermillon, démontre que les leucocytes absorbent les corps étrangers ; Metchnikoff, à qui nous devons tant dans ce domaine, prouve leur facilité d'absorber les cellules vivantes, étrangères à l'organisme ou celles de l'organisme, mais malades ou mortes, pour les porter au dehors ou les digérer sur place : c'est la phagocytose.

Dans les régions où il y a une irritation microbienne ou traumatique, les leucocytes affluent ; dans les muscles en voie d'atrophie ou de dégénérescence, dans les foyers hémorragiques, les globules blancs arrivent en masse et se chargent d'englober, de détruire les restes cellulaires ; autour des grosses cellules nerveuses en voie de destruction, on voit une couronne de leucocytes qui s'appêtent à les digérer lorsqu'elles seront devenues inaptes à fonctionner. Enfin la pléiade de savants modernes (Metchnikoff et ses élèves, Buchner, Denys, etc.) établissent le rôle quasi spécifique du leucocyte dans la fabrication des produits qui conduisent à l'immunité naturelle et acquise.

D'après l'aspect et les réactions du noyau renfermé dans les globules, on distingue des variétés qui ont été l'objet de recherches tant pour leurs fonctions que pour leurs origines (1). On distingue les lymphocytes, d'un volume égal ou supérieur à celui des globules sanguins, qui ont pour origine les glandes lymphatique et les follicules de la rate ; ils produisent un ferment, la lipase, qui les fait considérer comme les cellules de réaction contre la tuberculose (2). Le bacille de Koch, possédant une enveloppe cireuse qui le protège efficacement contre les attaques du milieu dans lequel il est fixé, — on sait comme la tuberculose se guérit difficilement — l'organisme attaqué doit dissoudre d'abord cette enveloppe et pour

---

(1) Levaditi. *Le leucocyte et ses granulations*, 1902. — Prenant-Bouin et Mailard. *Traité d'histologie*, tome I.

(2) N. Fiesinger et P. Marie. *La lipase de leucocytes dans les exsudats* (Société de biologie, 17 juillet 1909).

cela il emploie les leucocytes à fonction lipolytique, car la lipase est un actif ferment de la dissolution des cires.

On distingue encore les leucocytes de la série médullaire, c'est-à-dire de la moelle osseuse, qui se divisent suivant leur grosseur, leur noyau, leurs granulations en leucocytes mononucléaires, en leucocytes polynucléaires à granulations acidophiles, basophiles, neutrophiles.

Nous pouvons nous poser à nouveau la première question : Comment agissent les microbes ? Prenons un exemple typique, très commun, le microbe du vinaigre. Mis dans un peu de vin, il se reproduira avec une telle facilité qu'au bout de 24 heures, il peut s'en former plus de 300 milliards ; ce microbe s'empare de l'oxygène de l'air, le porte sur l'alcool du vin qu'il transforme rapidement en acide acétique. On constate ici deux phénomènes étroitement liés que nous séparons au moyen du langage, toujours analytique : le premier, c'est la multiplication des microbes, le second, la transformation de l'élément essentiel du vin en acide acétique.

Prenons un autre microbe, celui du charbon et inoculons-le à un mouton. Il se produira un phénomène similaire ; le microbe du charbon, appelé bactériémie charbonneuse, va se multiplier indéfiniment et comme il lui faut des aliments pour vivre, il les emprunte forcément au mouton ; il lui emprunte surtout de l'oxygène. Le globule rouge arrivant chargé d'oxygène, la bactériémie charbonneuse s'en empare, les différents tissus du mouton, qui en ont besoin aussi, vont périr et le mouton mourra ; il sera noirâtre, c'est la raison pour laquelle on appelle charbon la maladie des animaux qui succombent aux attaques de ce microbe.

Injectons le même microbe à une poule, elle ne mourra pas ; car la poule est réfractaire au charbon ; si l'on en recherche la cause, on trouve que la température de l'animal est de  $42^{\circ} \frac{1}{2}$ , alors que la bactériémie charbonneuse ne se développe bien qu'à  $37^{\circ}$  et mal aux températures supérieures. Dans le sang de poule le microbe trouve des conditions défavorables, tandis que les éléments du sang sont dans les meilleures conditions de vitalité, puisque depuis une longue période de temps le leucocyte de la poule s'est modifié, est adapté à cette température optimum.

Si, au moyen du microscope, on examine au point d'inoculation les microbes injectés, on constate une augmentation du nombre des globules blancs, plus spécialement des leucocytes mononucléaires qui ont englobé, disloqué la bactériémie charbonneuse. En modifiant les conditions de vie de l'animal et du microbe, en diminuant la résistance de l'organisme de la poule, on facilitera la pullulation

microbienne. C'est la célèbre expérience de Pasteur, il trempa l'abdomen et les pattes d'une poule dans de l'eau froide constamment renouvelée, puis ayant introduit le charbon, la poule mourut au bout de quelque temps. L'explication du grand savant français fut lumineuse : en abaissant la température de l'animal, on le met en état d'infériorité, on permet le développement du microbe. Pour lutter contre la fièvre typhoïde, nous usons d'un moyen similaire. La médication courante consiste dans le bain froid et la diète, celle-ci pour prévenir la péritonite, facile à provoquer dans des intestins enflammés, celui-là pour abaisser la température du sang et diminuer la pullulation du bacille d'Eberth qui se multiplie à des températures supérieures à 37°.

L'infection éberthienne va nous faire accomplir un pas de plus. Une culture jeune du bacille de la fièvre typhoïde exposée sous le microscope nous les montre isolés et doués d'une extrême mobilité, si l'on ajoute une goutte de sang de typhoïdique par dix gouttes de culture, on observe un phénomène tout nouveau : les bacilles perdent leur mobilité et s'agglomèrent en gros tas. C'est le séro-diagnostic qui rend tant de services pour dépister très tôt la terrible maladie. Le sérum — qui est la partie du sang qui ne contient pas d'éléments figurés — produit également le même phénomène, aussi l'on a admis que les leucocytes sécrètent une substance, appelée agglutinine, qui agglomère les microbes. L'organisme se défend par ses leucocytes et aussi par des substances qui circulent dans les humeurs.

Non seulement les microbes produisent ces réactions, mais encore leurs produits de sécrétion, les toxines. Roux et Yersin, cultivant en tubes des bacilles de la diphtérie, ont retiré du bouillon une toxine qui produisit les mêmes symptômes que le microbe ; Kitasato obtint les mêmes résultats avec la toxine tétanique. Ainsi le microbe n'agit plus directement ; en rejetant ses produits, il provoque de graves désordres au loin ; dès lors, il devient nécessaire que les leucocytes sécrètent aussi des substances, des anti-toxines qui contrebalanceront l'action des toxines. En mélangeant toxine et anti-toxine, on obtient un produit neutre qui, inoculé à un animal, le laissera indemne (1).

---

(1) C. Phisalix. *Rapports des venins avec la biologie générale*, chap. IV ; *Les venins et l'immunité naturelle*, Rev. Gén. des sciences, 1903. — H. Vincent. *Propriétés des mélanges de toxine et d'antitoxine tétaniques* (Société de biologie, 26 janvier 1907).

L'organisme ne réagit pas seulement contre les microbes et leurs toxines, mais encore contre toutes les substances étrangères, par exemple, des globules sanguins. Bordet en injectant des globules de lapin dans le péritoine du cobaye vit que le sérum de celui-ci acquérait le pouvoir d'agglutiner et de dissoudre — d'hémolyser — les globules du lapin. L'hémolyse est caractérisée par la diffusion en dehors du protoplasma cellulaire de la matière colorante du sang, l'hémoglobine ; aussi pouvoir étudier l'hémolyse, en dehors de l'organisme, dans les tubes de réaction, sous le microscope, était le moyen de pénétrer plus avant dans la connaissance de l'hémolyse, conséquemment de la bactériolyse.

Le résultat de toutes ces recherches expérimentales a été de démontrer que le pouvoir hémolytique d'un sérum résulte de l'action de deux substances. Un sérum hémolytique chauffé à 55° pendant une demi-heure, mis en présence de globules sanguins — qui étaient détruits avant tout chauffage — reste sans effet, on ne constate plus qu'une agglutination ; cependant le pouvoir hémolytique n'est pas disparu puisqu'il suffit d'ajouter du sérum d'un animal neuf pour que l'hémolyse se produise. La chaleur a détruit une substance appelée *alexine* ou complément, elle en a respecté une autre appelée *sensibilisatrice* qui prépare le globule sanguin, le rend propre à être détruit, le sensibilise. Cette sensibilisatrice est spécifique, puisqu'elle n'agit que sur le globule sanguin qui l'a provoquée ; ainsi le sérum de lapin, hémolytique pour les globules du mouton, est sans action sur ceux du chien, du cheval, de même que le sérum de cobaye, hémolytique pour le lapin, est sans valeur pour les hématies du chien, du mouton. L'alexine ou complément, détruite par la chaleur, se retrouve dans le sérum frais de l'animal non immunisé. L'alexine a été considéré comme une teinture qui ne peut prendre sur le tissu que s'il y a eu auparavant un mordant qui l'a rendu apte à être teint, en l'espèce c'est la sensibilisatrice qui joue ce rôle (Bordet) ; on encore la sensibilisatrice serait la clef qui ouvrirait la porte à l'action du complément.

Le phénomène de destruction des bactéries, ou bactériolyse, par le sérum d'un animal préparé, relève d'un mécanisme semblable. Des bactéries agglomérées et dissoutes par le sérum d'un animal immunisé ne le sont plus si ce sérum est chauffé à 55°, la bactériolyse se poursuit si on ajoute le sérum d'un animal neuf. Les sérums antibactériens sont *absolument* spécifiques ; ainsi un sérum antityphique est sans valeur contre les vibrions cholériques et inversement.

Si l'on injectait à l'animal du sperme d'un autre animal, des

fragments de rein, de l'albumine d'œuf, des toxines microbiennes et végétales, on obtiendrait des spermatoxines, des néphrotoxines, des cytotoxines, des antitoxines, comme on a obtenu des hémolysines. Cette propriété générale de l'organisme de réagir sous l'influence de diverses substances ou antigènes a reçu le nom générique de production d'anticorps ; ainsi les globules de lapin introduits dans le péritoine du cobaye sont des antigènes qui provoquent une hémolysine ou anticorps hémolytique correspondant aux hématies du lapin (1).

Les leucocytes sont capables d'éducation, d'acquérir, sous l'influence d'actions répétées, la propriété de se modifier, d'accroître leur valeur ; c'est toute la théorie de l'immunité acquise et de la vaccination qui se dresse devant nous. C'est à Jenner qu'on fait remonter l'origine scientifique de la vaccine pour prévenir la variole qui causait une grande mortalité, surtout chez les enfants. Pour vacciner on prend des microbes à virulence atténuée, ou des toxines affaiblies et les leucocytes qui ne résisteraient pas à des fortes doses ou à des toxines très virulentes se défendent très bien. Au contact de ces substances atténuées les leucocytes développent leur puissance de combattre et de vaincre, et lorsque le microbe se présentera à nouveau, il trouvera en face de lui des leucocytes aguerris qui le tueront.

Jusqu'ici, il n'a été question que des globules blancs, mais il faut se demander si tous les autres tissus ne sont pas capables de remplir le même office. N'y aurait-il pas une hiérarchisation, une différenciation fonctionnelle, les leucocytes ayant accru et perfectionné leur rôle de défenseur de l'organisme ? M. Camus pose la question d'une autre manière (2) en demandant si, dans l'immunité générale, le rôle virulicide appartient au sang et aux tissus, ceux-ci ne livrant la substance que secondairement en plus ou moins grande quantité ? Il répond que « certaines parties de l'organisme peuvent fournir au sang la substance virulicide et celui-ci s'en servir à son tour pour immuniser d'autres points de l'économie ». D'autre part, des parties de l'organisme peuvent être immu-

(1) Armand Delille. *Le mécanisme de l'immunité*.

(2) Ch. Achard, Ch. Foix et H. Salin. *L'origine des hémolysines*, La Presse médicale, 15 février 1913. — E. Camus. *Immunité vaccinale active et immunité vaccinale passive* (Société de biologie, 20 juillet 1912). — Retterer et Lelièvre. *L'état fonctionnel et les conditions biologiques modifiant la taille, la structure et les transformations cellulaires des téguements*, Bulletin de l'Association française pour l'étude du cancer, 1910, n° 5.

nisées, tandis que d'autres ne le sont pas; par exemple, la cornée est immunisée sans que le sang ait un pouvoir virulicide et encore on a constaté que la peau et une cornée sont réfractaires alors que l'autre cornée ne l'est pas. L'immunité est aussi une propriété des tissus; mais comme le sang est le véhicule qui charrie tous les produits de l'organisme, — un globule sanguin parcourt la grande et la petite circulation et revient à son point de départ en 24 secondes — il a un grand rôle, et à son intérieur se sont développées certaines cellules, par suite de la spécialisation fonctionnelle inhérente aux agrégats, ayant pour but la défense générale de l'organisme.

Ainsi pour se défendre, l'être vivant possède un corps de gendarmerie sanitaire constamment en mouvement où chacun des guerriers surveille incessamment l'ennemi, le prédateur; ils ont été aguerris par la lutte constante qu'ils ont eu à soutenir, d'où leur nom de phagocyte, de mangeurs de cellules, qui leur convient parfaitement. A côté de ces sentinelles mobiles, l'organisme a encore des postes fixes qui arrêtent tout ce qui a échappé à la vigilance des leucocytes: ce sont les cellules endothéliales réunies sous forme de placards des séreuses (1) qui ont la faculté de pouvoir englober et phagocyter des éléments cellulaires; ce sont les éléments épithéliaux de la paroi vasculaire, les cellules en étoile décrites par Küpfer dont les rayons sont des espèces de tentacules; les grandes cellules de la moelle des os ou miéloplaxes rongant la substance osseuse qui gêne les adaptations de l'os; quelques cellules du tissu conjonctif qui jouent le rôle de macrophages; on signale encore des cellules nerveuses ganglionnaires qui enveloppent le bacille de la lèpre et enfin les organes lymphoïdes. Et si, malgré cette surveillance active, il y a encore des éléments nocifs en circulation, on peut être assuré qu'au poste central, la rate, il faudra disparaître (2).

Cependant, on ne doit pas imaginer que tout est parfait et que l'organisme doit toujours vaincre; l'équilibration est difficile à obte-

(1) Widal, Ravant et Dopter. *L'évolution et le rôle phagocytaire de la cellule endothéliale* (Société de Biologie, 19 juillet 1902).

(2) Ici il faudrait examiner si la reproduction n'est pas le moyen de défense le plus général de l'être vivant. Ce sera pour une autre étude sur « *La double signification de la reproduction et le rôle de la sexualité* » où la genèse ne sera pas considérée comme opposée à la croissance, mais comme son prolongement inévitable, où le germe sera la continuation du soma en voie de désagrégation causée soit par la rupture de l'équilibre en suite de l'accroissement, soit par l'accumulation interne ou externe de substances de déchet, soit par les antagonismes invincibles du monde extérieur.

nir et ne réussit pas toujours à maintenir l'intégrité fonctionnelle. Il n'y a qu'à rappeler l'anaphylaxie qui est le contraire de la protection, une vaccination à rebours. L'expérience de Richet est classique : un poison retiré des tentacules des actinies, des crevettes, des moules, la congestine est injectée à un chien à la dose non mortelle de 5 centigrammes par kilogramme d'animal ; au bout de quelques jours le chien semble normal, si on lui injecte à nouveau une dose sept fois plus faible, l'animal mourra alors qu'elle laisse indemne un autre animal (1). Arthus a obtenu l'anaphylaxie avec le sérum de cheval, l'ovalbumine, la gélatine. La réaction des tissus a été trop loin, au lieu de protéger l'organisme elle a créé un état de réceptivité qui l'affaiblit ; la congestine injectée a provoqué un antigène mal adapté à l'anticorps qui, combiné avec une nouvelle dose de congestine, engendre un poison violent qui tue l'organisme en agissant sur les centres nerveux.

Il arrive même que les leucocytes et les lymphocytes, incapables d'accomplir leurs fonctions en présence de certaines productions vivantes, aident, au contraire, à étendre le foyer d'infection (2). Le bacille de la lèpre se développe à l'intérieur des macrophages sans être altéré sensiblement parce qu'il est protégé par la coque cireuse, les cellules parasitées grossissent, se distendent et éclatent. Les bacilles, phagocytés à nouveau par des leucocytes jeunes, sont entraînés et ceux-ci aident à la création de foyers secondaires qu'on ne dépistera que très tard.

\*\*\*

Chez les espèces sociales, notamment chez l'homme, aux défenses individuelles s'adjoignent les défenses collectives. Ce sont les voies de dispersion et d'expansion plus sûres, plus rapides ; c'est l'hygiène sociale qui permet de lutter contre les maladies et de les prévenir ; c'est la nourriture plus abondante et certaine pour un plus grand nombre d'êtres ; la fabrication des sérums et produits chimiques qui hâtent la guérison ; la mortalité infantile diminuée,

---

(1) A. Delille. *L'anaphylaxie et les réactions anaphylactiques*. — R. Romme. *L'anaphylaxie* Rev. Gén. des Sciences, 1909. — Ch. Richet. *L'anaphylaxie*, 1912. — J.-E. Abelous. *Sur le mécanisme de l'anaphylaxie*, Rev. Gén. des Sciences, octobre 1912.

(2) E. Marchoux et Sorel, *Lèpre des rats, comparaison avec la lèpre humaine* (Société de Biologie, 4 février 1912).

la durée de la vie augmentée. C'est la science, la logique humaine, la conscience sociale : merveilleuses floraisons des expériences ancestrales qui accroissent notre effort et donnent à l'homme cette supériorité qui l'a fait considérer comme le « roi de la nature » et a obligé les classificateurs à créer le règne humain — prolongement et magnifique clef de voûte du règne animal.

Jules RAVATÉ.





---

IMPRIMERIE M. SOUCHIER, 12, RUE DE SULLY, ROANNE

---

