

Chapitre I

Qu'appelle t-on parasite ?

I. Parasites et interactions durables

Un parasite est un être vivant qui a la particularité de ne pouvoir vivre sans le secours d'un autre être vivant, son hôte, qui toujours le nourrit et souvent l'héberge.

Les parasites peuvent être des virus, des bactéries, des protistes, des végétaux ou des animaux. Les virus sont tous parasites ; ils doivent impérativement s'incorporer à l'ADN d'une cellule hôte pour se reproduire. Ils font l'objet de très nombreuses études par des spécialistes qui se disent virologues ou virologistes. Parmi les bactéries on trouve des formes libres et des formes parasites. Elles sont toutes étudiées par des spécialistes qui se disent bactériologistes ou encore microbiologistes. Parmi les végétaux parasites, certains comme le gui (*Viscum album*), sont habituellement étudiés par des botanistes, tandis que d'autres comme *Trichophyton violaceum*, un champignon responsable de la teigne du cuir chevelu, sont étudiés le plus souvent par des médecins parasitologistes ou microbiologistes.

Dans le cadre du présent ouvrage, nous limiterons notre propos en nous intéressant essentiellement à l'étude des protistes et des animaux habituellement étudiés par des scientifiques que l'on nomme parasitologues ou parasitologistes.

Bien que le parasitisme soit un mode de vie très répandu, la place des parasites dans la biodiversité est souvent sous estimée, voire ignorée. Par l'étude de nombreux exemples, nous allons tenter d'illustrer la véritable place qu'occupent les parasites dans la biodiversité, leur rôle dans le fonctionnement des écosystèmes, leur importance en médecine humaine et animale, leur impact sur l'agriculture et l'élevage, sans oublier leur rôle dans les processus de coévolution.

Le parasitisme est une association permanente ou temporaire entre deux êtres radicalement différents. L'un d'eux, le parasite, ne peut survivre qu'aux dépens de l'autre, son hôte, qui lui assure toujours le "couvert" et le plus souvent le "gîte". Certains animaux hématophages, notamment les moustiques, n'entretiennent pas de relation durable avec leurs hôtes. Ils n'entrent en contact avec eux que le temps de se gorger de sang. De ce fait, et c'est bien compréhensible, de nombreux auteurs refusent de les assimiler à des parasites. Il n'en reste pas moins qu'ils jouent un rôle fondamental comme vecteurs de

parasites. Nous aurons donc l'occasion de les présenter et de discuter de leur importance pour la biodiversité.

A de multiples reprises, au cours de l'évolution, des êtres d'origine très diverse ont opté pour ce mode de vie. En effet, tout organisme vivant, animal ou végétal, offre un certain nombre de "niches" que peuvent occuper d'autres organismes, à condition qu'ils possèdent les adaptations nécessaires pour y subsister. De ce fait, la plupart des parasites présentent des adaptations évidentes au milieu. C'est ainsi que pour un organisme vivant dans un tube digestif, il est inutile de posséder des yeux, des pattes ou tout autre organe de relation. L'organisation d'un parasite sera donc en général beaucoup plus simple que celle d'un organisme libre.

Un parasite représente toujours un coût pour son hôte. Sa présence peut être très discrète et n'affecter que la croissance, la longévité ou le succès reproducteur de l'individu parasité ; mais le parasite peut néanmoins, dans certains cas, être à l'origine de la mort de son hôte.

Contrairement au prédateur qui doit toujours tuer sa proie pour se nourrir, le parasite ne prélève sur son hôte que ce qui lui est nécessaire pour survivre. Il ne met donc pas toujours en danger la vie de son hôte, car de la survie de celui qui le nourrit dépend nécessairement celle du parasite. Néanmoins certains parasites très virulents comme *Plasmodium falciparum*, l'agent du paludisme, peuvent, sans risque pour la survie de l'espèce, tuer leurs hôtes (homme), car ils sont activement transportés d'un homme à un autre par l'intermédiaire de moustiques vecteurs (Anophèles). Enfin, dans quelques rares cas, pour survivre, certains parasites de carnivores, comme la trichine, *Trichinella spiralis*, qui s'enkyste dans les muscles, doivent tuer leur hôte ou suffisamment l'affaiblir pour qu'il devienne la proie d'un nouveau carnivore dans lequel les larves pourront devenir adultes et se reproduire à leur tour.

A. Différents types d'interactions durables

Avec le parasitisme, tous les modes de vie en commun peuvent être regroupés sous le terme de symbiose au sens initial proposé par Heinrich Anton de Bary en 1879 à propos de l'association d'un champignon et d'une algue dans l'organisme des lichens. On parle maintenant plus volontiers d'interactions durables (notion développée notamment par Claude Combes et ses collègues depuis les années 1980-1990). En réalité, il n'y a pas de frontière nette entre les différentes étapes de la vie communautaire et l'on passe insensiblement du parasitisme le plus strict au mutualisme le plus parfait.

Les associations entre individus différents peuvent intervenir à l'intérieur d'une même espèce ; on les dit alors homotypiques. Elles relèvent pour la plupart du mutualisme. C'est le cas par exemple des colonies de certains cnidaires comme les Siphonophores (Ex. *Halistemma rubra*) où des individus associés assurent des fonctions différentes. Certains polypes assurent la nutrition, d'autres la reproduction, d'autres enfin se chargent de la protection de l'ensemble de la colonie. Le bénéfice est donc là réciproque et l'association entre individus est obligatoire. Il en est de même pour des sociétés animales plus évoluées comme celles des insectes sociaux : fourmis, abeilles, termites etc., où les individus, suivant la caste à laquelle ils appartiennent, assurent des fonctions différentes (reproduction, nutrition, défense, etc.).

Mais, la plupart des associations interviennent entre individus d'espèces différentes. Elles sont alors dites hétérotypiques. Parmi elles, on peut distinguer des associations écologiques et des associations trophiques.

1. Les associations écologiques

Elles ont pour but le transport, ou la dissimulation et la protection d'un individu par un autre. On parlera alors de phorésie et d'inquilinisme.

1.1. La phorésie

Cette association est toujours liée au transport. Un individu phorétique est généralement de petite taille et se fait transporter par un individu hôte qui appartient à une autre espèce de plus grande taille. Il peut ainsi parcourir des distances beaucoup plus importantes que s'il devait le faire seul. Ce type d'association est temporaire, non vital pour l'un ou pour l'autre et n'apporte un bénéfice qu'au seul individu phorétique. C'est le cas par exemple pour des acariens détritivores (non pathogènes), qui se font transporter par des coléoptères.

Pour observer ce phénomène il suffit de se promener en campagne et d'observer ce qui se passe dans bon nombre de bouses de vache. Avec une bonne vue et si possible avec une loupe, dans une bouse "fraîche" on verra aisément des acariens qui se nourrissent et se multiplient librement en compagnie de nombreux

insectes, notamment des diptères et des coléoptères. Dans une bouse qui commence à se dessécher, les acariens vont progressivement se fixer sur les coléoptères, singulièrement ceux du genre *Aphodius*. Des nymphes vont arrêter de se nourrir, s'immobiliser et développer des ventouses devenant des hypopes (= Deutonymphes hétéromorphes) fortement fixées à leur hôte. Elles pourront ainsi être transportées par le coléoptère vers une nouvelle bouse fraîche. Arrivées à destination, elles se détacheront, perdront leurs ventouses et recommenceront à se nourrir avant de se reproduire. Plusieurs générations pourront se succéder avant que la bouse ne s'épuise et que de nouvelles nymphes ne se métamorphosent en hypopes pour entreprendre un nouveau voyage. Ces hypopes sont donc des formes phorétiques (non obligatoires) qui n'apparaissent que dans les générations qui voyagent.

La phorésie existe également chez quelques vertébrés. C'est ainsi que les rémoras (petits requins munis d'une ventouse sur la tête) se font transporter par les grands requins qu'ils accompagnent et qu'ils débarrassent en même temps de leurs parasites externes.

1.2. L'inquilinisme

C'est une association entre des animaux d'espèce et de taille différentes. Le plus petit vivant dans une cavité naturelle du plus grand. Cette cavité communique avec l'extérieur, ce qui permet à l'individu inquilin de sortir et de rentrer à volonté dans son hôte. Il s'agit là d'une association plus durable que la phorésie, mais elle est toujours lâche.

C'est le cas par exemple d'un petit poisson, le Fierasfer (*Carapus acus*) que l'on peut rencontrer à l'intérieur d'une holothurie (*Stichopus regalis*). Le poisson de petite taille, proie pour de nombreux poissons plus grands, échappe à ses prédateurs en se réfugiant dans la cavité cloacale de son hôte. Il ne sort que pour aller à la recherche de nourriture. Cependant, expérimentalement et en absence de prédateur, on peut élever des Fierasfers en absence d'holothurie. Cette association est toujours favorable au poisson mais elle n'est pas sans danger pour l'holothurie. En effet, en absence de nourriture, le poisson peut consommer les organes internes de son hôte.

Ellobiophrya donacis est un protiste cilié (Péritriche) proche des vorticelles possédant un pédoncule double par lequel il se fixe puis se soude aux filaments branchiaux du mollusque lamelibranche, *Donax vittatus*. Le cilié inquilin, tire un double avantage de cette association : la protection et la possibilité de s'alimenter.

Les Témnocéphales, sont des Plathelminthes inquilins que l'on peut rencontrer dans la cavité branchiale des Crustacés et des Gastéropodes. Expérimentalement on peut les élever en absence d'hôte. C'est donc, là encore, une association lâche, non obligatoire.

2. Les associations trophiques

La plupart des associations hétérotypiques ont une signification alimentaire (trophique). Elles peuvent être à bénéfice réciproque, on parlera alors de commensalisme, ou de mutualisme, ou n'apporter un bénéfice qu'à l'un des partenaires, elles relèveront alors du parasitisme.

2.1. Le commensalisme

C'est une association durable, relativement lâche, non obligatoire, toujours tardive, entre deux espèces bien déterminées, l'une pouvant vivre fixée sur l'autre. Par exemple, *Pagurus bernhardus* vit dans une coquille de gastéropode, sur laquelle on peut trouver une ou plusieurs anémones de mer *Calliactis parasitica*. Dans la nature, le pagure est associé à n anémones. Dans les cas extrêmes, n peut être nul ou supérieur à 5. Le plus souvent, ce sont 2 ou 3 anémones qui sont fixées sur chaque coquille habitée par un pagure. Expérimentalement, on peut également élever des anémones sans pagures. Le pagure transporte donc ces cnidaires qui trouveront plus facilement leur nourriture, tandis que les anémones protègent le crustacé par l'action de leurs cnidoblastes urticants, mais également en augmentant son volume apparent tout en le dissimulant à ses prédateurs. A chacune de ses mues, le pagure devra emprunter une nouvelle coquille de gastéropode. Il prendra soin alors de prélever au moins une anémone sur son ancienne coquille pour la réinstaller sur sa nouvelle « demeure ».

2.2. Le mutualisme

C'est une association intime durable et obligatoire entre deux espèces déterminées mettant en jeu des mécanismes physiologiques et morphologiques très précis. C'est une progression certaine de l'association.

C'est le cas par exemple pour un autre pagure, *Pagurus prideauxi* et une autre anémone de mer, *Adamsia carciniopados*. Cette dernière se fixe sous une coquille de gastéropode habitée par un jeune pagure, sa bouche et ses tentacules étant toujours au voisinage immédiat de l'orifice de la coquille. Le pagure étant naturellement immunisé contre le venin des cnidaires, l'anémone reçoit les restes des repas qui tombent de la bouche du pagure, tandis qu'elle le protège de ses prédateurs, grâce à ses cnidoblastes. Cette anémone, au corps très aplati, va progressivement entourer complètement la coquille sur laquelle elle s'est fixée avant de la dissoudre au moins partiellement. Avec le temps, elle se substituera à la coquille, ce qui évitera au pagure de devoir changer de coquille à chacune de ses mues. Les deux partenaires resteront ainsi associés toute leur vie. Dans la nature, on ne trouve pas *Pagurus prideauxi* sans *Adamsia carciniopados*, ni l'inverse et l'association fait toujours intervenir un seul individu de chaque espèce. C'est encore le cas des ciliés entodiniomorphes comme *Polyplastron multivesiculatum* qui vivent dans la panse des ruminants. Ils y trouvent protection

et nourriture et permettent aux ruminants d'utiliser la cellulose grâce aux enzymes qu'ils produisent (cellulases). Ils représentent également un apport protéique important car ils se reproduisent très rapidement. On a calculé qu'un ruminant digère environ cinq cents grammes de ciliés par jour. De même, les flagellés géants comme *Joenia annectens* et *Trichonympha agilis* vivant dans la panse rectale des termites, respectivement chez *Kaloterms flavicollis* et *Reticulitermes lucifugus*, produisent une cellulase qui dégrade la cellulose en substances directement assimilables par l'insecte. Ils représentent, eux aussi, un apport protéique pour leurs hôtes.

3. Le parasitisme

Cette dernière association, le parasitisme, n'apporte un bénéfice qu'à l'un des partenaires. Il implique généralement une action pathogène, mais la plupart des parasites ne tuent pas leurs hôtes. Les parasites les plus anciens, ayant cohabité longtemps avec leurs hôtes, sont supposés être les moins pathogènes, tandis que les plus virulents seraient entrés en contact plus récemment avec leurs hôtes. Avec le temps, la coévolution hôte-parasite aboutit à une diminution de l'impact du parasite sur son hôte et à une augmentation des défenses de l'hôte contre son parasite. Avec le temps, cette coévolution pourrait même aboutir à une cohabitation « en bonne entente » devenant du commensalisme puis du mutualisme.

La plupart des parasites, hormis virus, bactéries et champignons, sont des protistes ou des invertébrés. Chez les vertébrés le parasitisme est exceptionnel. On entend néanmoins, dans certains cas particuliers, parler de parasitisme intraspécifique, de parasitisme placentaire et de cléptoparasitisme.

3.1. Le parasitisme intraspécifique

Il s'observe lorsqu'un individu d'une espèce donnée est fixé sur un autre individu de la même espèce. Par exemple chez des poissons de grand fond ressemblant à des baudroies, comme *Haplophryne mollis* et *Linophryne brevibarbata*, un ou plusieurs mâles de très petite taille, vivent fixés sur la femelle et sont nourris par l'intermédiaire de l'appareil circulatoire de cette dernière. Il y a alors parabiose sanguine. Aussi chez le mâle il y a atrophie de l'appareil digestif et hypertrophie de l'appareil génital.

3.2. Le parasitisme placentaire

C'est la règle chez les mammifères euthériens où le fœtus est « parasite » de l'organisme maternel. Mais ce phénomène, même s'il représente au niveau individuel, un coût et un risque vital évident pour la mère, est un avantage déterminant pour l'espèce.

3.3. Le cléptoparasitisme ou parasitisme de couvée

Il se rencontre chez certains oiseaux qui ne construisent pas de nid et pondent leurs œufs dans celui d'autres espèces. A l'éclosion, le jeune parasite élimine les œufs et/ou les oisillons contenus dans le nid de son hôte puis il est nourri jusqu'à l'envol par les oiseaux qui l'ont incubé. C'est le cas des Coucous, des Indicateurs et de certaines Veuves.

Dans le cas du coucou gris d'Europe (*Cuculus canorus*), l'impact est évident : les passereaux qui élèvent un coucou, n'élèvent pas leur propre progéniture. Par contre, le Coucou-geai (*Clamator glandarius*), dépose ses œufs dans le nid de corvidés comme les pies bavardes, les corneilles ou les geais. Comme ils ont sensiblement la même taille et la même voix que leurs « frères » de couvée, les jeunes du coucou geai vivent en harmonie avec eux. A la différence du coucou gris, le jeune coucou geai ne jette pas ses « frères » de couvée hors du nid, car les parents corvidés ramènent suffisamment de nourriture à l'intrus et à leurs propres petits. En outre, des études montrent que le succès reproducteur des nids parasités est meilleur que celui des nids sans coucou geai. Cet avantage du parasite est dû à l'aptitude du jeune coucou geai à se nourrir des insectes contenus dans le nid. Il débarrasse ainsi ses « frères de couvée » des nombreux insectes hématophages qui peuplent les nids et entraînent une forte gêne, sinon la mort des jeunes corvidés.

B. Les étapes du parasitisme

Les parasites dérivent d'êtres libres. En observant le monde vivant actuel, on constate sans difficulté qu'il existe des groupes dans lesquels certaines espèces sont libres alors que d'autres sont parasites (Nématodes, Crustacés, Arachnides, Mollusques, etc.). Il en est d'autres, par contre, où seules les espèces parasites ont survécu (Gordiens, Acanthocéphales).

Parfois, les processus complexes menant de la vie libre à la vie parasite se déroulent, pour ainsi dire, sous nos yeux. Il est alors très intéressant d'étudier ces étapes adaptatives.

Certains organismes sont des parasites facultatifs ou accidentels (acariens détriticoles pouvant devenir parasites cutanés), d'autres ne le sont que temporairement et passent par des stades successifs de vie libre et de vie parasitaire. C'est le cas par exemple pour un insecte diptère, *Oestrus ovis*, dont les larves sont parasites des fosses nasales du mouton et les adultes ailés sont libres, ou encore des Ankylostomes, dont les adultes sont parasites et les premiers stades larvaires sont libres dans le sol.

Néanmoins, la plupart des parasites ne peuvent plus, à aucun stade de leur vie, vivre sans hôte. Parmi eux, les **ectoparasites**, c'est-à-dire ceux qui vivent aux dépens des téguments de leur hôte sont souvent peu modifiés par le parasitisme. Chez les insectes hématophages qui n'entretiennent pas d'interaction durable avec leurs hôtes (moustiques, tabanidés) les pièces buccales (piqueuses suceuses) sont quasi identiques dans les deux sexes, bien que seules les femelles sucent le sang, tandis que les mâles ne se nourrissent pas ou se contentent des sécrétions sucrées des plantes.

De nombreux parasites ont réussi à s'établir à l'intérieur même du corps de leur hôte : ce sont les **mésoparasites** qui vivent dans les cavités naturelles ouvertes sur l'extérieur (voies digestives, urogénitales et respiratoires) et les **endoparasites** qui vivent dans les tissus ou l'appareil circulatoire de leurs hôtes. C'est parmi eux que l'on rencontre les formes les plus fortement modifiées.

Dans un premier stade, ce sont les cavités naturelles (voies aériennes et digestives) qui sont occupées par des mésoparasites qui en consomment le contenu, sans s'attaquer à la substance de l'hôte (Ténias, Oxyures, etc.). D'autres, plus agressifs, broutent les muqueuses, déterminent des plaies et prélèvent le sang qui s'en écoule (Douves, Ankylostomes). Ensuite viennent les endoparasites du système circulatoire sanguin (Schistosomes) ou lymphatique (Filaire de Bancroft). Plus spécialisés encore sont les parasites intracellulaires (Plasmodiums, Microsporidies). Le stade ultime du parasitisme est représenté par les virus qui parviennent à s'incorporer à l'ADN de l'hôte et à dévier à leur profit le métabolisme de la cellule hôte.