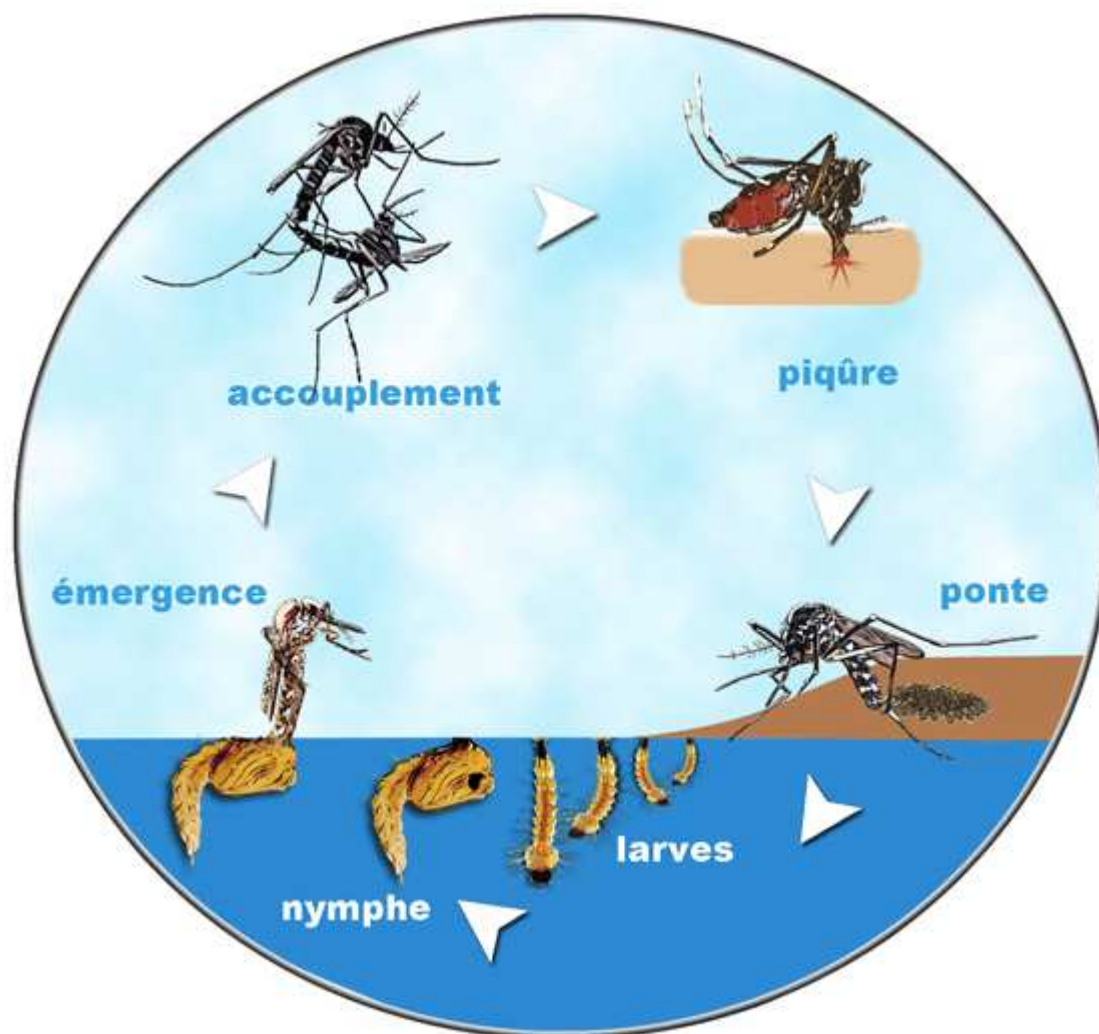


Le cycle biologique du moustique

Sur la cinquantaine d'espèce du littoral méditerranéen français, un petit nombre d'entre elles pique l'Homme. Les plus fréquentes appartiennent aux genres *Aedes*, *Ochlerotatus* et *Culex*. Les moustiques mâles sont inoffensifs : seules les femelles piquent. Car après accouplement, la femelle a absolument besoin d'un repas sanguin pour porter ses œufs à maturité.



L'œuf

Les œufs, généralement fusiformes, mesurent environ 1 mm de long. Blanchâtres au moment de la ponte, ils s'assombrissent dans les heures qui suivent. Les femelles pondent, soit à la surface de l'eau des œufs isolés (*Anopheles*, *Orthopodomyia*) ou groupés en nacelles de 50 à 200 œufs (*Coquillettidia*, *Culex*, *Culiseta*, *Uranotaenia*), soit sur un substrat humide susceptible d'être inondé par la suite (*Ochlerotatus*). Les œufs pondus à la surface de l'eau sont insubmersibles grâce à des flotteurs (*Anopheles*), à une collerette (*Orthopodomyia*) ou à leur arrangement en nacelle. Ils éclosent dès que l'embryon est complètement développé. Les œufs d'*Ochlerotatus*, pondus isolément sur un substrat humide, doivent attendre d'être

submergés pour éclore ; encore faut-il qu'un certain nombre de conditions (facteurs d'éclosion) soient réunies ; ces œufs sont dits quiescents. Au moment de l'éclosion, le bouton d'éclosion, véritable ouvre-boîtes situé sur la tête de l'embryon, découpe la coquille.

La larve

Toujours aquatique, l'évolution de la larve s'accomplit en quatre stades, séparés par une mue, lui permettant de passer d'environ 2 à 12 mm. A l'exception des *Coquillettidia* qui ont une biologie particulière, toutes les larves sont mobiles et respirent à la surface de l'eau, soit directement (*Anopheles*), soit par l'intermédiaire d'un siphon respiratoire (*Ochlerotatus*, *Culex*, *Culiseta*, *Orthopodomyia*, *Uranotaenia*) situé à l'extrémité de l'abdomen. Elles se déplacent par saccades et se nourrissent, généralement par filtration, soit à la surface, soit au fond du gîte larvaire. Les larves de *Coquillettidia* vivent fixées à des racines de plantes au moyen d'un siphon modifié leur permettant de respirer l'air contenu dans les tissus végétaux. Elles se déplacent très peu et après chaque mue la larve se fixe à proximité de l'exuvie abandonnée. La durée du stade larvaire est très variable, de quelques jours, en été, à plusieurs mois (parfois une année pour les espèces n'ayant qu'une génération par an et hibernant au stade larvaire : *Coquillettidia richiardii*, par exemple). On trouve des larves dans toutes les collections d'eau, du marais aux fossés pollués, des fosses septiques aux creux d'arbres, sauf dans les eaux courantes. Ces gîtes peuvent s'étager du bord de la mer (*Ochlerotatus mariaae*) à des altitudes élevées (*Ochlerotatus pullatus*, *Ochlerotatus cataphilla*, etc.), dans des zones dépourvues de végétation (*Ochlerotatus mariaae*) ou des zones très ombragées (*Ochlerotatus rusticus*, *Ochlerotatus cantans*), dans des eaux douces (*Anopheles*), polluées (*Culex pipiens*) ou très saumâtres (*Ochlerotatus mariaae*). Dans certaines conditions, la densité larvaire est telle que les larves peuvent occuper la totalité de la surface du plan d'eau (*Culex pipiens*, ...).

La nymphe

Les transformations qui permettent au moustique de passer du milieu aquatique au milieu terrestre débutent à la fin du développement larvaire par la lyse des muscles et se poursuivent chez la nymphe par l'élaboration d'un système totalement nouveau. Ce stade est de courte durée : 24 à 48 heures. La nymphe ne se nourrit pas, elle puise dans les réserves stockées au stade larvaire. Elle respire par l'intermédiaire de deux trompettes situées sur le céphalo-thorax et non au bout de l'abdomen comme chez la larve. Chez *Coquillettidia*, les nymphes sont aussi fixées aux racines par des trompettes respiratoires modifiées. Les nymphes restent généralement à la surface de l'eau mais plongent dès qu'elles sont dérangées, en déployant et repliant brusquement l'abdomen terminé par deux palettes natatoires. Au moment de l'émergence de l'adulte, la cuticule se fend longitudinalement. L'adulte se gonfle d'air et s'extrait de l'exuvie à la surface de l'eau.

La reproduction

La fécondation des œufs a lieu au moment de la ponte mais l'accouplement a eu lieu avant. Il n'y a généralement qu'un seul accouplement au début de la vie de l'adulte, le sperme étant stocké dans les spermathèques de la femelle où il est conservé tout au long de la vie de celle-ci. L'accouplement peut avoir lieu entièrement en vol ou se terminer sur un support. C'est pourquoi l'élevage en captivité est difficile à réaliser pour certaines espèces, l'espace étant un des facteurs déterminant. Cet inconvénient a été surmonté en ayant recours à l'accouplement forcé. Les moustiques peuvent, comme beaucoup d'autres insectes, former des essaims ; ils sont, le plus souvent, composés uniquement de mâles.

L'alimentation

Pendant les premiers jours de leur existence, les adultes mâles et femelles sont au repos dans des lieux abrités. Leur premier repas, pris le plus souvent au crépuscule, est composé de nectar.

Les moustiques sont surtout connus pour les repas de sang pris par les femelles de la plupart des espèces. Le nectar des fleurs est pauvre en acides aminés et elles ont donc besoin d'un apport supplémentaire en protéines pour la maturation des œufs qu'elles trouvent dans le sang. Elles piquent exclusivement les vertébrés et peuvent avoir, selon les espèces, des préférences pour un ordre donné. Certaines piquent de préférence les oiseaux (*Culiseta longiareolata*,...) ou les batraciens (*Culex hortensis hortensis*, *Culex impudicus*) d'autres peuvent piquer des oiseaux ou des mammifères (*Culex pipiens*), d'autres ne vont piquer que les mammifères : ce sont celles qui génèrent la nuisance que nous ressentons (*Ochlerotatus capsus*, *Oc. detritus*, *Aedes albopictus* par exemple). Certaines espèces peuvent aussi produire une première ponte sans prendre de repas sanguin (*Coquillettidia richiardii*, *Culex pipiens*, *Uranotaenia unguiculata*,...) ; elles sont dites autogènes et utilisent les réserves énergétiques accumulées par la larve.

La ponte

Une fois gorgée de sang, la femelle se réfugie dans un abri jusqu'au développement complet des œufs, puis elle recherche un endroit pour pondre. Le nombre d'œufs produits varie en fonction des espèces et de la quantité de sang absorbée, les pontes autogènes étant toujours composées d'un moins grand nombre d'œufs. Un seul repas sanguin suffit pour produire une ponte ; si la quantité de sang est suffisante, la femelle ne piquera à nouveau qu'après avoir pondu. Chez certaines espèces, la maturation des œufs laisse des traces dans les ovaires (*Anopheles*, *Coquillettidia*), ce qui permet de déterminer " l'âge physiologique " des femelles, notion particulièrement importante dans le cas de transmission de maladies. Les lieux de pontes sont très variés et dépendent des espèces :

- eau douce (rizière, fontaine), saumatresaumâtre ou salé (marais littoraux),
- eau propre (récipient mis en eau par la pluie) ou eau chargée en matière organique (fosses septiques),
- grand gîte (marais, étang, roselières...) ou petit gîte (flaque d'eau, creux d'arbres, pneux usagés).

Vol et dispersion

Les capacités de vol varient énormément d'une espèce à l'autre et en fonction des conditions météorologiques. Certaines espèces ne se déplacent pratiquement pas quand les conditions leur sont favorables (*Culex pipiens* en milieu urbain) mais d'autres sont capables de parcourir de longues distances surtout quand elles sont " portées " par des vents chauds et humides (*Ochlerotatus caspius*,...). Des vols de dispersion se produisent à différentes périodes de la vie du moustique (quête d'un hôte, propagation de l'espèce,...) et concernent principalement les femelles. Les rares données publiées soulignent la propension des *Aedes* (*Ochlerotatus*) halophiles à la dispersion (migration), mais les indications sur les distances de franchissement ne sont guères précises. Une distance de 10 kms est jugée possible pour cette espèce, mais il est vraisemblable que celle-ci peut être largement supérieure (Moussiegt, 1987 et 1993). Des études menées sur *Ae. (Oc.) caspius* et *Ae. (Oc.) detritus* en Grande Bretagne ont montré des distances de vols de l'ordre de 8 km. Ils ont également noté la capacité pour ces deux espèces à réaliser des vols de dispersion : les moustiques peuvent se déplacer sur une assez grande distance afin de trouver des hôtes pour les repas sanguins et de revenir par la suite vers des gîtes de pontes (Marshall, 1938).

Les suivis réalisés par l'EID-Med indiquent qu'en conditions favorables, les *Aedes* peuvent parcourir 2 à 3 kms / jour et que la distance maximale parcourue pourrait être de 40 kms (EID, 1980).

Afin de mesurer la dispersion des moustiques, des lâchers d'individus marqués à la poudre fluorescente puis recapturés à l'aide de pièges à moustiques à différentes distances du point de lâchage ont été mis au point. Mais les taux de recaptures sont trop faibles, de l'ordre de 0.044% (Sudaric, 2007) pour donner des résultats précis quant à des déplacements à longue distance.

Le rythme circadien

Chaque moustique possède un rythme endogène d'activité et de repos. Ainsi, il a été constaté, par exemple, que la ponte avait lieu à heure fixe, au crépuscule le plus souvent. Ce rythme circadien intéresse également les repas de nectar et de sang. Il varie d'une espèce à l'autre bien qu'il soit toujours d'environ 24 heures et se maintiennent même si l'activité ne peut avoir lieu : vent fort, température trop basse, absence d'hôte pour le repas de sang, etc. Nous savons tous par expérience que les moustiques piquent préférentiellement à certaines heures de la journée, le plus souvent à l'aube et au crépuscule. Certaines espèces, plus rares, sont agressives pendant tout le nycthémère* (*Culex modestus*).

*nycthémère (nom masculin) : espace de temps de vingt-quatre heures comprenant une nuit et un jour, correspondant à un cycle biologique

La diapause (hibernation du moustique)

En milieu tempéré, la présence d'une saison défavorable induit, la diapause. C'est un phénomène physiologique complexe qui peut se résumer par un arrêt saisonnier du développement du moustique sous l'influence de stimuli extérieurs (baisse de la durée du jour, température etc). Elle peut avoir lieu à un stade fixe (œuf chez les *Ochlerotatus*, larve chez *Anopheles plumbeus* et *Coquillettidia richiardii*, adulte chez des *Anopheles* et *Culex*) ou à plusieurs stades. Au stade adulte, les femelles se réfugient dans des lieux abrités (caves, bergeries,...) ; même s'il leur arrive de prendre un repas de sang, sur les moutons d'une bergerie par exemple, il n'y a pas production d'œufs tant que la belle saison n'est pas revenue. Pour que l'activité reprenne il ne suffit pas d'une élévation de température; la durée du jour joue également un rôle important.

Durée de vie des adultes

On pense généralement que les moustiques adultes ne vivent que quelques jours, au maximum une ou deux semaines. En fait, c'est une question d'individu et de conditions de vie. Au laboratoire certaines espèces peuvent vivre plusieurs mois, alors que sur le terrain la durée mesurée n'excède pas 3 semaines. Il faut noter aussi que les moustiques sont la proie de nombreux prédateurs (oiseaux, libellules, araignées...) et la cible de l'Homme, autant de facteurs qui contribuent à diminuer leur " espérance de vie ". Par contre, des espèces qui diapause à l'état adulte peuvent survivre plusieurs mois au stade adulte sur le terrain : un chercheur a montré qu'*Anopheles atroparvus* vit en moyenne six mois en hiver alors qu'il survit rarement plus de six semaines en été.