

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



جامعة البليدة 1
Université de Blida 1

Faculté des Sciences de la Nature et de la vie
Département de Biologie des populations et des organismes

Mémoire

De fin d'Etudes en Vue de l'Obtention du Diplôme de Master en Biologie

Option : Entomologie médicale

Thème

Etude bionomic chez le moustique tigre
Aedes albopictus dans des conditions contrôlées.

Présenté par :

Soutenue publiquement le Octobre 2017

Mlle YKRELEF Amina

Devant le jury composé de :

Mme SAIGHI H. MAA.Maître assistante A..... Univ. Blida 1.....Président

Mr. LAFRI I. MCA.....Maître de Conférences A.....Univ. Blida 1Examineur

Mr. BENDJOURI D.....Maître de Conférences AUniv. Blida 1Promoteur

Mr. BENALLAL K. ...Attacher de rechercheInstitut Pasteur d'Alger.....Co-promoteur

Remerciements

Je remercie dieu tout puissant de m'avoir accordé la santé, la patience, la volonté pour réaliser ce travail.

Je tiens à remercier également

*La présidente du jury **Mme SAIGHI H.** Maître assistante A de biologie à l'université Saad Dahleb Blida, pour l'honneur de présider le jury, mes sincères sentiments de gratitude et de respect pour son enseignement qui nous a permis de développer notre curiosité scientifique.*

*Mon examinateur **Mr.LAFRI I.** Maître de Conférences B à l'université Saad Dahlab Blida pour avoir acceptés d'examiner notre manuscrit.*

*Mon promoteur **Mr. BENDJOUDI D** Maître de Conférences A pour son orientation ses conseils et son encadrement merci.*

*C'est avec un grand plaisir que je remercie mon Co-promoteur **M.BENALL AL K** pour son suivi, sa disponibilité tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi que pour l'inspiration et l'aide accordées.*

*Je remercie grandement le professeur **HARAT Z** de m'avoir accepté pour mon stage au sein de l'institut pasteur.*

*Je tiens à remercier toute l'équipe du Laboratoire d'Eco-épidémiologie parasitaire et génétique des populations Institut Pasteur d'Algérie, spécialement **Mme BENBETKA S** pour ses conseils et **Ms.GARNI Rafik.***

*Je tiens également à remercier **Mr.IDRIS I** Maître de conférence B au département d'agronomie Pour sa méthodologie son déplacement et ces conseils pour la rédaction.*

*Je remercie aussi **Mme.BRIKI F** enseignante au département d'agronomie de Blida qu'elle représente un exemple pour moi depuis ma deuxième année d'université, merci pour tous ces conseils qui ont déterminé ma présence avec les liens logiques de tes phrases, ta bonne pédagogie, ta présence et ton soutien.*

J'exprime ma gratitude à tous les consultants et internautes rencontrés lors des recherches effectuées et qui ont accepté de répondre à mes questions avec gentillesse.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à mes précieux parents pour leurs soutiens leurs confiance, amour et bénédiction qui ont survécu à tous mes besoins afin que je puisse d'étudiée dans des bonnes conditions je vous aime puisse Dieu le tout puissant, vous accorde la santé, le bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je vous déçoive.

A ma chère tante son mari qui m'ont apporté le soutiens moral, et m'ont poussé à continuer jusqu'au bout, le courage, je vous aime merci d'être présents pour moi.

A la mémoire de ma précieuse grand-mère, que ton âme repose en paix l hnina.

A Mes chers frères

A Mon oncle ykrelef khlifa

A mes oncles et mes tantes

A ma cousine Kahina

A Mon petit ange Jasmine

A mes cousins et cousines

A toutes la famille YKRELEF

A tous mes amis S.I.R aux personnes qui m'ont soutenue L.Y.B

Enfin à toutes les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin a réalisés ce travail.

Résumé

Aedes albopictus ou moustique tigre est connu à transmettre plusieurs arbovirus tel que le West Nile, Chikungunya et le ZIKA. Dans la perspective de détecter la présence de populations autogènes (population de femelles qui peuvent pondre les premiers œufs sans prendre de repas de sang) 120 femelles d'*Ae. albopictus* collectées à Oran et maintenues en élevage en insectarium (26-27°C et 70-80% d'humidité) ont été suivies soit dans des gobelets ou dans des cages avec et sans repas de sang. Ces femelles ont été testées pour leurs longévités, leurs fécondités ainsi que pour leurs fertilités.

Les résultats ont montré que les femelles d'*Ae. albopictus* d'Oran peuvent pondre sans repas de sang donc il existe parmi toutes les femelles certaines qui sont autogènes. Les femelles mises dans des espaces restreints (gobelets) peuvent vivre plus longtemps si elles prennent un repas de sang, la fécondité est plus importante avec un repas de sang et la fertilité est presque la même peu importe l'espace où les femelles sont mises.

Mots clefs ; *Aedes albopictus*, anautogénie, autogénie, longévité, fécondité, fertilité.

Abstract

Aedes albopictus or tiger mosquito is known to transmit several arboviruses such as West Nile, Chikungunya, and ZIKA. In order to detect the presence of autogenous populations (female population that can lay the first eggs without taking a blood meal) 120 females of *Ae. albopictus* collected at Oran and kept in insectarium (26-27 ° C and 70-80% humidity) were followed either in cups or in cages with and without blood meals. These females have been tested for their longevity, fertility and fertility.

The results showed that females of *Ae. albopictus* of Oran can lay without a blood meal so there are some females that are autogenous. Females placed in restricted areas (goblets) can live longer if they take a blood meal, fertility is more important with a blood meal and fertility is almost the same no matter where the females are placed.

Keywords ; *Aedes albopictus*, anautogeny, autogeny, longevity, fertility, fertility.

ملخص

Aedes albopictus او بعوض النمر هو نوع معروف بنقل عدة فيروسات (arbovirus) منها فيروس (west nile) فيروس غرب النيل و شيكونغونيا (chikungunya) و فيروس زيكا (zika).

ومن المتوقع وجود بعض الفئات من الاناث (ذاتية التوليد (autogènes) وهذا النوع يمكنه تكوين ووضع البيض بدون اللجوء او التغذي على وجبة الدم .

لقد جمعت 120 عينة من بعوض النمر فئة الاناث

D'Ae albopictus, من وهران ووضعته تحت المراقبة في المخبر (insectarium) تحت عدة تأثيرات وعوامل كالحرارة بين (26-27°) وعامل الرطوبة (70-80%) ووضعوا في اكواب بلاستيكية واقفاص مع وبدون وجبة الدم وقد تم الاختبار تحت معيار طول العمر والخصوبة .

واتت النتائج كما اضهرت لنا ان بعض الاناث باستطاعتها وضع البيض ذاتيا (autogène) والاناث الاخرى الموضوعه في مساحات مقيدة (الاكواب) تستطيع العيش لمدة اطول اذا اخذت وجبة الدم والخصوبة هنا مهمة جدا مع اخذ وجبة الدم بغ النظر عن المساحة التي وضعت فيها فهي لا تهتم .

المفتاح : بعوض النمر, autogénie, anautogénie, الخصوبة, طول العمر

LISTE DES FIGURES

| | |
|--|----|
| Figure 1 – Le Moustique tigre, <i>Aedes albopictus</i> femelle..... | 03 |
| Figure 2 - Spécimen d' <i>Aedes albopictus</i> (moustique tigre) (photo original 2017)..... | 04 |
| Figure 3 – Œufs d' <i>Aedes albopictus</i> , d'environ 1 mm (source : CNEV)..... | 05 |
| Figure 4 – La larve d' <i>Aedes albopictus</i> (Anonyme)..... | 06 |
| Figure 5 - Nymphe d' <i>Aedes albopictus</i> (J.P.Marino2015)..... | 06 |
| Figure 6 - Cycle biologique Des moustique (Maladré, 2010)..... | 07 |
| Figure 7 - Aire habituelle de répartition d <i>Aedes albopictus</i> avant son expansion récente (Rhodain, 1996)..... | 09 |
| Figure 8 - Répartition européenne d <i>Aedes albopictus</i> en 2001 (Schaffner, 2012)..... | 10 |
| Figure 9 - Répartition mondiale d' <i>Aedes albopictus</i> en 2011 (.....) | 11 |
| Figure 10 - Cage d'élevage des moustiques (photo original 2017)..... | 17 |
| Figure 11 – Pondeur pour les œufs d' <i>Ae.albopictu</i> | 17 |
| Figure 12 – Œufs d' <i>Aedes albopictus</i> dans un référencier (Photo original 2018)..... | 18 |
| Figure 13 – Emergence des larves d' <i>Aedes albopictus</i> (Photo original 2017) | 19 |
| Figure 14 - Les pondeurs (N = 60) utilisés pour l'élevage des (<i>Aedes albopictus</i>) (Photo original 2017)..... | 20 |
| Figure 15 - Protocole expérimental des <i>Aedes albopictus</i> dans les pondeurs (2017) | 21 |
| Figure 16 - Larves d' <i>Aedes albopictus</i> dans des bacs références (Photo original 2017)..... | 22 |
| Figure 17 - Protocole expérimentale de l'élevage d' <i>Aedes albopictus</i> dans les cages (2017). | 23 |
| Figure : 18 – Cycle de vie des femelles anautogénie élevés dans les pondeurs | 25 |
| Figure 19 – Cycle de vie des mâles anautogénie élevés dans les pondeurs..... | 26 |
| Figure 20 – Fécondité des femelles anautogénie élevés dans les pondeurs..... | 27 |
| Figure 21 : Fertilités des femelles anautogénie d' <i>Ae.albopictus</i> dans les pondeurs..... | 28 |
| Figure 22 - Cycle de vie des femelles d' <i>Ae. albopictus</i> autogénie dans les pondeurs..... | 29 |
| Figure 23 - Cycle de vie des mâles d' <i>Ae. albopictus</i> dans les pondeurs..... | 29 |
| Figure 24 - Cycle de vie des femelles anautogénie dans la cage..... | 30 |
| Figure 25 - Cycle de vie des mâles anautogénie dans la cage..... | 31 |
| Figure 26 : Fécondités des femelles d' <i>Ae. albopictus</i> dans la cage..... | 32 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|---|----|
| Figure 27 - Fertilités des femelles d' <i>Ae. albopictus</i> anautogénie dans la cage..... | 33 |
| Figure 28 - Cycle de vie des femelles d' <i>Ae. albopictus</i> autogénie dans la cage..... | 34 |
| Figure 29 - Cycle de vie des mâles d' <i>Ae. albopictus</i> dans la cage..... | 34 |
| Figure 30 - Fertilités des femelles <i>Ae. albopictus</i> autogénie dans la cage..... | 35 |
| Figure 31 - Fertilités des femelles d' <i>Ae. albopictus</i> autogénie dans la cage..... | 36 |
| Figure 32 – Mortalité d' <i>Ae.albopictus</i> (♀) anautogénie de cage et pondoirs en fonction du temps | 37 |
| Figure 33 - Mortalité des femelles d' <i>Ae. albopictus</i> anautogénie et autogénie élevées en cage en fonction de jours..... | 39 |
| Figure 34 - Mortalité des femelles d' <i>Ae. albopictus</i> anautogénie et autogénie dans les gobelets en fonction des jours | 41 |
| Figure 35 - Mortalité des mâles d' <i>A. albopictus</i> anautogénie et autogénie dans les pondoirs en fonction de jours..... | 43 |
| Figure 36 - Fécondité des femelles d' <i>Ae. albopictus</i> anautogénie et autogénie dans les cages..... | 44 |
| Figure 37 - Fécondité des femelles d' <i>Ae. albopictus</i> anautogénie élevé dans la cage et gobelet..... | 45 |
| Figure 38 - Fertilité des femelles d' <i>Ae. albopictus</i> anautogénie et autogénie dans les cages..... | 46 |
| Figure 39 - Fertilité des <i>Ae. albopictus</i> anautogénie élevé dans les gobelets et cage..... | 47 |
| Figure 40 – Comparaison intra-ponte des femelles d' <i>A. albopictus</i> élevées dans les pondoirs..... | 48 |

Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 01 : Moyennes et médianes pour la durée de survie des femelles anautogénie | 36 |
| Tableau 02 - Comparaison globale de la survie des <i>Aedes albopictus</i> | 37 |
| Tableau 03 - Moyennes et médianes pour la durée de survie des femelles anautogénie et autogénie élevées dans les cages..... | 38 |
| Tableau 04 -. Comparaisons globales entre les femelles anautogénie et autogénie dans les cages..... | 39 |
| Tableau 05 - Moyennes et médianes pour la durée de survie des femelles dans les gobelets..... | 40 |
| Tableau 06 - Comparaisons globales des <i>Aedes albopictus</i> | 41 |
| Tableau 07 - Moyennes et médianes pour la durée de survie des mâles dans les pondoirs..... | 42 |
| Tableau 08 - Comparaison globale des <i>Aedes albopictus</i> mâles dans les pondoirs..... | 43 |

Liste des abréviations

Fig : figure.

Mm : millimètre.

Ae : *Aedes*.

% : pourcentage.

°C : degrés Celsius.

± : plus ou moins.

X^{ème} : ième.

/ : Par.

N : nombre.

♀ : femelle.

♂ : mâle.

X*X*X : multiplications.

Ind : individus.

= : égale.

Tab : tableau.

P : valeur du Khi-deux.

< : Inférieur.

> : Supérieur.

Ddl : degré de liberté (désigne le nombre de variables aléatoires).

Auto : autogénie.

Anauto : anautogénie.

Introduction

Les moustiques sont des vecteurs de maladies actives car les femelles adultes obtiennent les nutriments nécessaires pour le développement des œufs du sang des vertébrés. Les cycles répétés de l'alimentation du sang et le développement des œufs des moustiques sont un moyen efficace par lequel les agents pathogènes peuvent être transmis de l'hôte à un autre. Au fil du temps, les parasites ont évolué et ont profité de cette niche unique qui facilite leurs transmissions. Les moustiques sont également reconnus comme vecteurs de maladies en raison de leurs capacités de reproduction, ce qui entraîne un grand nombre de ces vecteurs étant généré dans un court laps de temps. Par exemple, chaque femelle de la mosquito *Aedes aegypti* produit 150 œufs par cycle de reproduction à être 72 heures après l'alimentation du sang (Clements, 1992). La biologie de la reproduction des moustiques est étroitement liée à leur capacité à transmettre des agents pathogènes et l'obligation de s'alimenter de sang pour développer les œufs. Par conséquent, une compréhension détaillée de ces processus de reproduction peuvent révéler de nouvelles façons de perturber le processus de transmission de la maladie. De nombreux aspects de la reproduction de ces vecteurs de maladies pourraient être des objectifs importants pour le développement de nouvelles stratégies de lutte contre la maladie.

Depuis quelques années, un moustique de la famille des culicidé (*Aedes albopictus*) fait sa propagation et devient invasif dans le monde. Cela est dû au pouvoir des œufs à résister et à sa compétence vectorielle vis-à-vis des autres espèces de diptères considéré parmi les plus dangereux des arthropodes vecteur potentiels de germes infectieux (anonyme 2013). La plupart de ces vecteurs sont anautogènes, ce qui signifie que les femelles adultes doivent consommer au moins un repas sanguin pour chaque embouchure d'œufs qu'ils produisent (Clements, 1992 ; Briegel, 2003).

Quelques moustiques ont évolué pour produire des œufs sans alimentation sanguine, ce qui est mentionné dans la littérature comme autogénie (Clements, 1963, 1992 ; Briegel, 2003 ; Attardo *et al.*, 2005). Les moustiques obligatoirement autogènes incluent des espèces de trois genres (*Malaya*, *Topomyia*, *Toxorhynchites*) qui semblent ne jamais se nourri de sang, tandis que certaines espèces d'autres genres sont désignées comme étant autogènes facultativement parce qu'elles produisent une première progéniture de façon autogène mais ensuite pour la génération suivante les femelles ont besoin d'un repas sanguin (O'Meara, 1985 ; Clements, 1992). Ces modèles indiquent que l'autogénie facultative a obligatoirement

évolué à plusieurs reprises chez les Culicidae de différents ancêtres anautogène (**Rioux et al., 1975 ; Reidenbach et al., 2009 ; Gulia-Nuss et al., 2012**). Le moustique *Aedes* sp., est intéressant car il est facultativement autogène, ce qui permis aux femelles de produire toujours une première génération d'œufs quelques jours après l'émergence sans alimentation sanguine (**Hudson, 1970 ; Masler et al., 1983 ; Bowen et al., 1994**).

Il faut rappeler qu'*Aedes albopictus* est reconnu comme vecteur de maladies potentiellement graves à forte incidence épidémique, chez les diptères, y compris les Culicidés. L'alimentation du sang a également conduit à de nombreux vecteurs importants de pathogènes de vertébrés (**Browne, 2001; Wiegmann et al., 2011**). Cette espèce représente un véritable danger à cause de nombreuses arbovirus qui peut les transmettre à l'homme tels que la maladie de chikungunya, le west nile et zika (**Skuse, 1894**).

En Algérie, précisément à Larbaa-nath-iraten (Tizi-Ouzou) (**Izri et al., 2011**), *Aedes albopictus* a été capturé pour la première fois. La deuxième capture à confirmer la présence d'*Aedes albopictus* (**LAFRI et al., 2014**). Par la suite, cette espèce à fait son expansion et a été signalé dans la région d'Oran (**Benallal et al., 2016**), dont laquelle cette souche à été ramené pour l'utilisé dans le présent travail.

Cette étude est menée dans un but de voir sur la présence d'autogénie chez la population d'*Aedes albopictus* et de présenter une information large sur différents aspects ; la fécondité, la fertilité et l'espérance de vie ou la longévité de cette population en comparaison avec des populations dites anautogénie de la même espèce analysés par des tests statistiques.

Ce manuscrit est structuré en trois chapitres dont le premier se veut une synthèse bibliographique sur *Aedes albopictus*. Le deuxième chapitre est consacré au matériel utilisé de même que les différentes méthodes effectuées lors de la réalisation de nos expérimentations. Quant au troisième chapitre, il regroupe l'ensemble des résultats obtenus et leurs discussions. Nous finalisons ce travail, par une conclusion et des perspectives.

Ce chapitre aborde des généralités sur les *Aedes*, en particulier *Aedes albopictus* sa position systématique, description et morphologie des aèdes en abordant sa répartition géographique dans le monde et en Algérie y est compris son cycle de développement, sa nuisance et enfin la méthode de lutte.

1.1.- Rappel sur l'origine, la position systématique, et la description d'*Aedes albopictus*

1.1.1.- Origine d'*Aedes albopictus*

Le moustique *Aedes albopictus* est originaire d'Asie du sud et des Îles du pacifique et de l'océan indien. Ce vecteur a fait une expansion mondiale spectaculaire au cours des trois dernières décennies (Fig. 1). Il a été introduit à travers le monde particulièrement l'Europe par les cargos venant d'Asie de pneus usagée (sites de pente) et plus auxiliairement des plantes venant du sud de la chine, *Dracaena sanderiana* ou lucky bambou, sont les causes principales de colonisation (Gratz , 2004 ; Roiz, 2011).

1.1.2.- Position systématique

Aedes albopictus, nommé moustique tigre appartient à l'ordre des diptères la famille des *Culicidae*, du genre *Aedes* et du sous genre *Stegomyia* (Delatte, 2009).



Figure 1 – Le Moustique tigre, *Aedes albopictus* femelle.

1.1.3.- Description et morphologie des *Aedes*

L'espèce est caractérisée et reconnue par ces pattes sombre ponctuer d'anneaux blancs comme le signifie (*albopictus*), d'une taille comprise entre 5 mm, ses antennes sont fines non plumeuse (**Pialoux et al., 2006**)

Le corps des adultes est divisé en trois parties (Fig. 2):

- La tête : elle est globuleuse et dégagée du thorax et porte les organes sensoriels. Elle comporte une paire d'yeux très grands, réniformes et composés d'ommatidies, une paire d'antennes implantées dans la région faciale formées de plusieurs segments (le scape).
- Le thorax: il forme la partie centrale du corps du moustique où les pattes et les ailes sont attachées, sur la face dorsale du thorax il y a la présence d'une ligne médiane blanche caractéristique de cette espèce.
- L'abdomen : c'est la partie postérieure du moustique. Il est constitué de dix segments et contient la plus part des organes tels que le cœur et l'appareil digestif et l'appareil reproducteur.



Figure 2 - Spécimen d'*Aedes albopictus* du moustique tigre (photo original 2017).

- Les œufs : Ils sont de couleur noire, fusiformes, dépourvus de flotteurs latéraux, munis de petites saillies qui assurent leur stabilité sur le fond de l'eau (**Lema, 2000**). Ces œufs d'*Aedes* sont entourés d'une épaisse coquille pourvue au pôle antérieur d'un micropyle. Le nombre d'œufs varie en fonction des espèces et de la quantité de sang absorbée (Fig. 3). Dans le genre *Aedes*, les femelles pondent en moyenne entre 51,8 et 71,8 œufs en fonction du repas sanguin (**Gubler, 1971**). D'après **Xue et al. (2009)**, les œufs sont plus résistants à la sécheresse que ceux d'autres moustiques. Ces œufs peuvent résister à la dessiccation pendant environ 6 mois (**Hawley et al., 1989**). Ils peuvent éclore en 48 h pour donner naissance à une larve. Certains sont pondus sur la terre et dans ce cas ils attendent l'arrivée de la pluie ou une montée d'eau pour ce développer.



Figure 3 – Œufs d'*Aedes albopictus*, d'environ 1 mm (source : CNEV)

- La larve : l'éclosion des œufs donne naissance à des larves très mobiles dans l'eau et dépourvue de pattes et d'ailes avec un siphon abdominal lui permettant de respirer en surface sa croissance est discontinue et subit 4 mues du stade 1 au 4 permettant de passer de 2 à 12 mm pour devenir une nymphe en 5 ou 6 jours dans des conditions favorables.



Figure 4 – La larve d'*Aedes albopictus*.

- La nymphe : est une pupe de moins mobile que la larve, apode, en forme de virgule vivant dans l'eau à la surface mais plonge à tout dérangement (Fig. 5). Ce stade dure 24 à 48 heures, caractérisant le stade de repos qui s'intercale entre la larve et l'adulte. La nymphe ne se nourrit pas et respire à l'aide de deux trompettes situées sur le céphalothorax (Lachmajer *et al.*, 1975).



Figure 5 - Nymphe d'*Aedes albopictus* (J.P.Marino)

1.2.- Cycle biologique de développement

Aedes albopictus est un insecte à métamorphose complète (aucune ressemblance dans les différents stades) passe par plusieurs étapes et transformations morphologiques au cours de sa vie. Le moustique passe par 4 stades : le stade œuf, le stade larve, le stade nymphe, le stade adulte. Les trois premiers stades se déroulent en milieu aquatique et le stade adulte en milieu aérien. Le cycle dure entre 2 à 12 jours mais peut rester bloqué au stade œuf pendant plusieurs mois voire même exceptionnellement une année entière. La femelle pourra pondre jusqu'à 2000 œufs en trois semaines (Hawley, 1988).

Ces quatre stades sont décrits dans la figure 6.

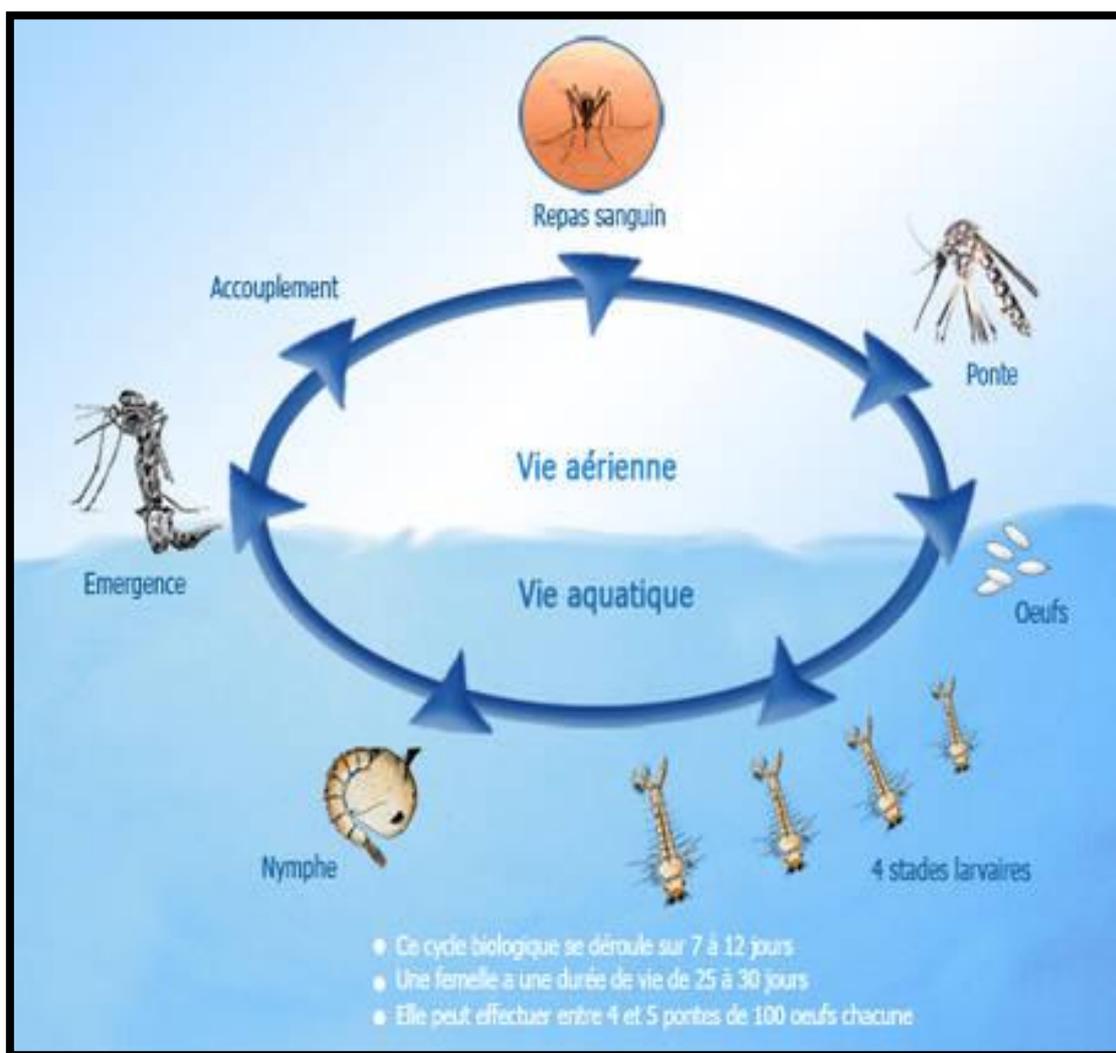


Figure 6 - Cycle biologique d'*Aedes albopictus* (Maladré, 2010).

Une fois le stade imaginal atteint par la femelle, elle se couple avec un male d'où elle stock les spermatozoïdes dans sa spermatheque. Par la suite, elle va pondre tous les 4 jours après avoir piqué un animal à sang chaud. Il faut rappeler de la capacité de pondre sans prendre un repas sanguin (autogénie) d'où la présente étude prouve ceci.

La femelle *Aedes albopictus* pond ses œufs de préférence à l'ombre sur support humide à proximité d'une collection d'eau dispersée, la période de ponte se situe de mai à novembre. Les œufs au nombre de 50 à 200 par oviposition peuvent éclore en 48 h dans des conditions normales (**Drass, 2006 ; Eid, 2011**). Après éclosion les larves se développent moyennement 5 à 6 jours pour former une nymphe qui en 24 à 48h, tandis que la croissance aquatique peut durer jusqu'à 20 jours en fonction de la température (**Eid, 2011**).

1.3.- Répartition géographique des *Aedes*

1.3.1.- Répartition mondiale

Aedes albopictus est originaire des forêts de l'Asie du Sud-Est. Il s'est implanté dans de nombreuses parties du monde. Cette expansion s'est faite en deux temps par le transport de ce moustique vers de nouveaux territoires. Dans un premier temps, à partir du 19^{ème} et jusqu'au milieu du 20^{ème} siècle. Cette espèce a envahi les îles de l'Océan Pacifique et L'Indien, donc de part et d'autre de l'Asie du Sud-est (Fig. 6). A partir de 1962, on retrouve cette espèce à la Réunion, Madagascar, les îles Maurice, Hawaï et au Japon (**Knudsen, 1995a; Knudsen, 1995b ; Knudsen et al., 1996**).



Figure 7 - Aire habituelle de répartition d *Aedes albopictus* avant son expansion récente (Rhodain, 1996).

La deuxième vague de colonisation s'est faite au cours de ces trois dernières décennies et continue jusqu'à nos jours. L'importance du commerce des pneus d'occasion, de plantes exotiques ou du transport routier, est à l'origine de l'introduction d'*Aedes albopictus* dans de nouvelles contrées (Fig. 7). Sur le continent Européen, la présence d'*Aedes albopictus* a été signalée pour la première fois en Albanie en 1979 (Adhami *et al.*, 1998).

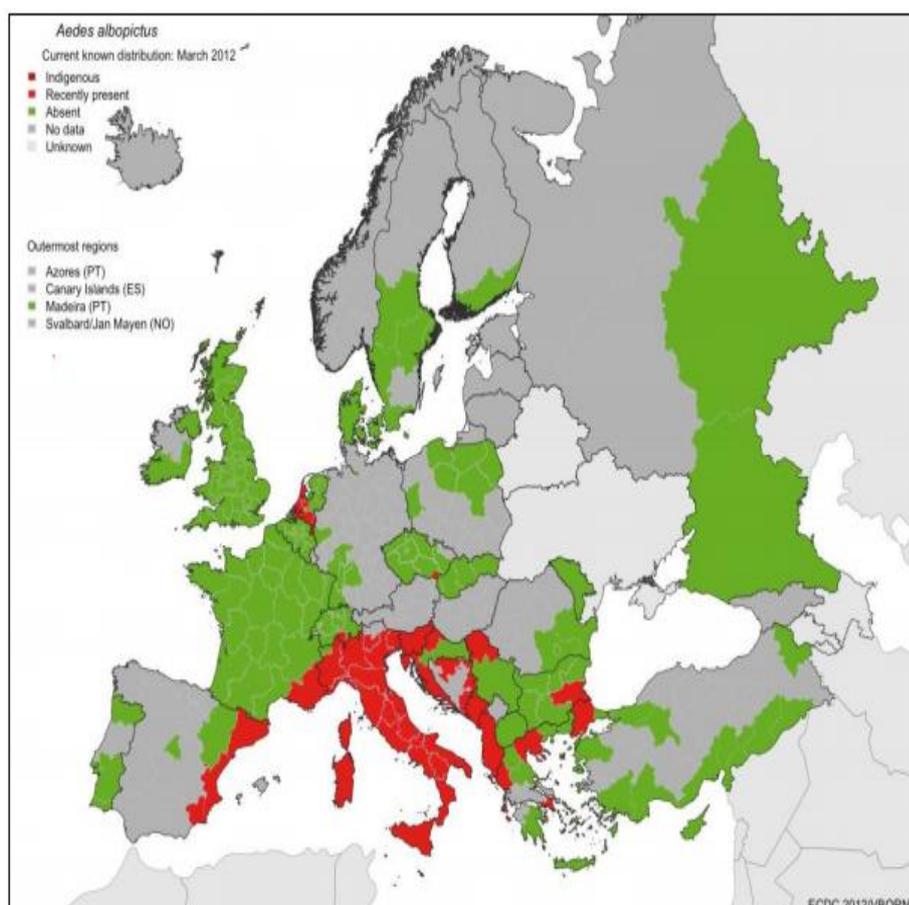


Figure 8 - Répartition européenne d *Aedes albopictus* en 2001
(Schaffner, 2012)

A. albopictus est présent dans une douzaine de pays et s'implante durablement dans la partie sud de France métropolitaine. Il s'est ainsi implanté dans un secteur limité aux Alpes Maritimes (depuis 2004), à la Haute Corse (2006), à la Corse-du-Sud (Fig. 8) et au Var (2007).

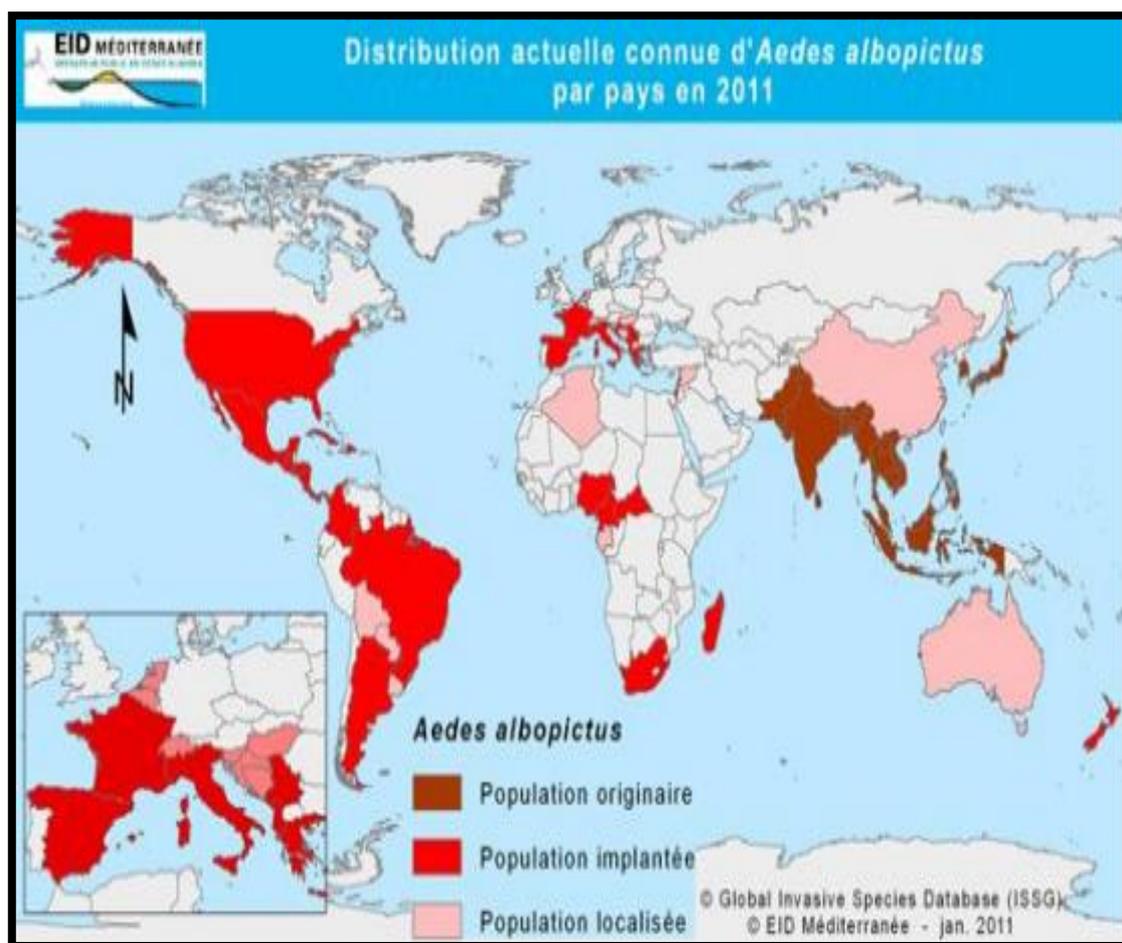


Figure 9 - Répartition mondiale d'*Aedes albopictus* en 2011.

Aedes albopictus est présent sur presque tout le continent américain allant des Etats-Unis jusqu'en Argentine (Fig. 9). La colonisation se fait petit à petit dans le continent africain après le Nigeria, le Cameroun, la Guinée équatoriale et le **Gabon (Paupy et al., 2009)**, et récemment en République centrafricaine (**Diallo et al., 2010**).

1.3.2.- Répartition en Algérie.

En 2010, une enquête a été menée dans la région de Larbaa-nath-iraten (Tizi-Ouzou), à une altitude de 1750m, une femelle *Aedes albopictus* a été prise au piège toujours vivante. Ceci est le premier rapport d'*Aedes albopictus* en Algérie et plus largement au Maghreb (**Benallal et al., 2016**).

Le moustique tigre a été aperçu, et photographié récemment par des habitants de la région de Bordj-mira, à 50 kilomètres à l'Est de chef-lieu de la wilaya de Béjaïa (**Anonyme, 2016**).

La présence du moustique dans cette région peut s'expliquer par le fait qu'il s'installe aisément dans des endroits humides où la végétation se mélange aux eaux stagnantes, un

milieu très propice à sa reproduction. Les œufs de l'insecte peuvent résister à la chaleur, ce qui augmente leur durée de vie. Par ailleurs, sa capacité à hiberner lui permet de survivre durant l'hiver sous forme d'œufs en dormance dans les régions tempérées. Le problème c'est qu'il ne s'agit plus des moustiques communs autochtones aux piqûres agaçantes qui causent, au pire, des irritations et des démangeaisons désagréables (**Anonyme, 2016**).

1.4.- Nuisance et maladie

Parmi les moustiques, il a été rapporté qu'*Aedes albopictus*, communément appelé moustique tigre, est capable de transmettre une vingtaine d'arbovirus à l'homme. La majorité des arbovirus transmis par *Ae. Albopictus* sont à l'origine de zoonoses maintenues à l'état sauvage grâce à leurs réservoirs naturels constitués essentiellement d'oiseaux et de mammifères tels que les primates et les rongeurs. Parmi les arbovirus qui sont transmises par *Aedes albopictus*, on cite la dengue, chikungunya, West Nile, Japanese encephalitis viruses (**Medlock et al., 2012**), et la nouvelle maladie émergente zika. Seulement les trois dernières maladies qui sont développées comme suite.

-. Virus de dengue : où sa première phase est la phase fébrile aiguë où les premiers signes surviennent après une période d'incubation de 4 à 10 jours. Dans sa forme classique, la dengue se caractérise par une hyperthermie d'apparition brutale accompagnée d'un ou plusieurs des signes suivants : frissons, céphalées, douleurs articulaires et/ou musculaires, nausées, vomissements. Une éruption cutanée peut également survenir, généralement vers le 5ème jour des signes. Cette phase fébrile aiguë dure généralement de 3 à 5 jours (extrêmes : 2 à 7 jours) ; plus de 95% des cas ne présenteront aucun signe de gravité et guériront sans complication en moins de 7 jours. Les 5% restant développent une deuxième phase, la phase critique. Dans 2 à 4% des cas, le patient peut développer une phase critique caractérisée par un syndrome de fuite plasmatique plus ou moins sévère et une élévation de l'hématocrite. Cette phase apparaît typiquement (mais pas obligatoirement) au moment du retour à une normothermie autour du 4-5ème jour. Elle est généralement brève (24 à 48h) mais peut évoluer vers une forme sévère caractérisée par des manifestations hémorragiques majeures, un état de choc et/ou la défaillance d'un ou plusieurs organes.

La dengue est une infection virale transmise par les moustiques. Cette infection provoque un syndrome de type grippal et peut évoluer à l'occasion vers des complications potentiellement mortelles, appelées dengue sévère.

-. **Virus Zika (ZIKV)** : est un arbovirus du genre *Flavivirus*, famille des *Flaviviridae*, transmis par les piqûres de moustiques infectés. Initialement isolé chez un macaque rhésus en 1947 en Afrique, le ZIKV a été impliqué dans des cas humains sporadiques pendant un demi-siècle. La première épidémie a été décrite dans le Pacifique en 2007. Le ZIKV se propage dans la région Pacifique depuis 2013 et émerge au Brésil en 2015. De présentation clinique non spécifique, la fièvre Zika peut être confondue avec d'autres maladies infectieuses, en particulier les arboviroses comme la dengue et le chikungunya.

La fièvre Zika était considérée comme une maladie bénigne jusqu'en 2013-2014 où des complications neurologiques graves ont été décrites durant l'épidémie qui a touché la Polynésie française. Le diagnostic biologique des infections à ZIKV repose principalement sur la détection de l'ARN viral du ZIKV par biologie moléculaire. Le diagnostic sérologique est peu fiable dans les régions endémiques pour d'autres flaviviroses. L'adaptation de ZIKV à un cycle urbain impliquant un réservoir humain et des moustiques ayant une très large distribution, tels que *Aedes aegypti* et *Ae. albopictus*, souligne le fort potentiel d'émergence de ZIKV dans les zones tropicales, inter tropicales mais aussi tempérées.

-. **Chikungunya** : est une maladie virale transmise à l'homme par des moustiques infectés. Elle provoque de la fièvre et des arthralgies (douleurs articulaires) sévères. Les autres symptômes sont myalgies, céphalées, nausée, fatigue et éruption.

Cette maladie a quelques signes cliniques en commun avec la dengue, ce qui peut entraîner un diagnostic erroné dans des zones où la dengue est commune. Le fait que des sites de reproduction de moustiques se trouvent à proximité d'habitations constitue un sérieux facteur risque de chikungunya. Depuis 2004, le chikungunya sévit de façon épidémique, entraînant une morbidité et des souffrances considérables.

1.5.- Compétence vectorielle du moustique tigre

Le moustique *Ae. Albopictus* a connu une extension rapide de son aire géographique dans les trente dernières années, à la faveur du développement des transports internationaux. En France métropolitaine, il s'est ainsi implanté dans le sud-est et la Corse. L'émergence en 2005 du virus du Chikungunya dans les îles de l'Océan Indien, les cas de dengue signalés en France métropolitaine et la présence du moustique sur le territoire français font craindre l'émergence de maladies « tropicales » en milieu tempéré. La compétence vectorielle d'*Ae.*

albopictus a été prouvée en laboratoire pour près de 22 arbovirus (**Rodhain, 1985 ; Rodhain, 1991 ; Rodhain, 1996b**). Ceci souligne tout particulièrement les risques épidémiologiques liés à l'expansion de cette espèce de moustique. La détection de l'ADN de parasites ou de virus au sein du moustique et notamment dans les glandes salivaires ne permet pas d'affirmer la possibilité d'une transmission vivante de ces derniers. La capacité vectorielle d'*Ae. Albopictus* dépend de la compétence, du taux de contact vecteur-hôte, lui-même dépendant de la préférence trophique et de la densité de vecteurs, ainsi que de la longévité du vecteur.

Tous ces paramètres doivent être réunis et prouvés dans les conditions naturelles. La capture en milieu naturel d'*Ae. albopictus* en Italie a permis de montrer que ces moustiques contenaient de l'ADN de filaires notamment de *Dirofilaria immitis*. Cependant, il n'y a pas d'étude publiée à l'heure actuelle sur la capacité vectorielle pour *D. immitis* prouvant que les conditions énoncées précédemment sont respectées. Le moustique *Ae. Albopictus* représente un danger potentiel pour la faune sauvage et la faune domestique (OMS ; 2015).

La prévention contre les arboviroses s'appuie sur la lutte intégrée afin de cumuler les moyens de lutte communautaire, de lutte physique (destruction des gîtes et aménagement de l'environnement), de lutte larvicide et adulticide. Ces méthodes de lutte mise en place actuellement et la recherche ciblée sur de nouvelles méthodes de « stérilisation » des moustiques devraient ralentir la progression des maladies vectorielles (OMS ; 2015).

1.6.- Méthodes de lutte

Comme pour tous les moustiques, plusieurs moyens de lutte peuvent être mis en œuvre pour empêcher le développement d'*A. albopictus*. Cette lutte doit être coordonnée de telle sorte que tous les stades du moustique (aquatique et adulte) soient ciblés pour en assurer une meilleure efficacité. En fonction de la biologie du vecteur, elle se fera par des techniques plus ou moins sophistiquées.

En zone habitée, l'aménagement du cadre de vie est souvent un élément clé dans la lutte contre *A. albopictus*. Un aménagement adéquat permettrait de réduire significativement le nombre de gîtes à proximité ou au sein même des habitations (**Hofhuis et al., 2009**). Cette technique est érigée en première ligne de défense. Elle se fait par la destruction et l'élimination des gîtes larvaires potentiels, naturels ou artificiels, les plus productifs. Dans la plupart des cas, l'objectif de cette stratégie de lutte est de mettre en place un système d'approvisionnement d'eau potable correct et efficace afin de lutter contre le stockage de l'eau qui est souvent source de production de moustiques dans l'environnement domestique.

Le cas échéant, assurer un nettoyage approprié des réservoirs peut être déterminant dans la réduction des gîtes. La gestion des déchets, surtout en milieu urbain, est aussi capitale dans la réduction du développement de gîtes et la réduction des populations de vecteurs.

Dans la mesure où ces moyens d'aménagement sont insuffisants pour éliminer certains gîtes, on peut recourir à des larvicides comme le téméphos ou le *Bacillus thuringiensis var. israeliensis (Bti)*. Ce dernier a été découvert en 1976 dans le désert du Néguev en Israël (**Margalit et al., 1985**) à partir de larves mortes de *Culex pipiens*. L'utilisation des larvicides dépendra aussi des conditions climatiques ; une forte pluviométrie limite l'utilisation de ces produits chimiques. La durée de leur efficacité déterminera aussi la répétition de leur application au niveau des gîtes larvaires.

La Technique de l'insecte stérile (TIS) est la première méthode de lutte contre les insectes ravageurs qui utilise la génétique. En introduisant des mâles « stériles » dans les populations de moustiques, la TIS permet de réduire drastiquement ces populations au cours des générations suivantes et donc de diminuer le risque de transmission d'agents pathogènes.

Cette technique se réalise en 4 étapes :

1.- L'élevage

2.- Le sexage

3.- La stérilisation par irradiation aux rayons gamma (qui préserve la vigueur et la performance sexuelle des mâles). Il existe plusieurs méthodes de stérilisation des mâles, l'irradiation est la plus utilisée mais d'autres méthodes, notamment génétique, avec l'introduction d'un gène de stérilisation, et chimique avec des produits chimiostérilisants peuvent être mise en œuvre (**Fontenille, 2009**). Les techniques génétiques nécessitent auparavant une acceptation au niveau éthique et réglementaire.

La TIS, déjà utilisée à plusieurs reprises dans l'histoire, a permis dès 1967 d'éliminer une population de *Culex quinquefasciatus* en Birmanie (**Boyer, 2011**).

4.- Le lâcher des mâles stériles, en quantité 5 à 10 fois supérieure à celles des mâles

2.1.- Objectif de l'étude

Le présent travail concerne l'étude de la biologie du moustique tigre *Aedes albopictus* collectée de la région d'Oran dans des conditions contrôlées. Notre étude vise à répondre à plusieurs questions est ce que la population d'*Ae. albopictus* collectée à Oran est autogène (les femelles peuvent pondre leurs première génération sans prendre de repas sanguin) ? Dans le cas positif, comparer la fécondité, la fertilité et l'espérance de vie de cette population (mâles et femelles) avec la population où les femelles seront gorgées avec du sang qui sont dite anautogène (nécessite un repas de sang pour pondre les œufs). Autres questions, voir l'effet de l'espace sur les paramètres cités en haut en les comparant avec des femelles avec et sans repas de sang mais dans des cages.

2.2.- Le matériel biologique

La population d'*Aedes albopictus* testée appartient à la 10^{ème} génération, elle est issue de l'élevage d'une population collectée en 2015 à Oran et elle est maintenue à l'insectarium à une température $27^{\circ} \pm 1^{\circ}$ C et une humidité relative de 75% avec une photopériode de 12/12 heures jour et nuit.

2.3.- Matériel non biologique

Dans cette présente étude, nous avons utilisé un certain nombre de matériel composé d'outils, d'appareillage, de produits, ainsi du matériel pour préparations des repas pour les moustiques, du matériel pour préparations des pondeurs d'élevages (Voir annexe 01).

2.4.- Local d'élevage

La population d'*Aedes albopictus* et ses différents stades, œufs, larves, et adultes ont été maintenus dans une chambre environnementale à une température variable entre 25° et 27° C et une humidité relative comprise entre 60 et 75% avec une photopériode de 12 heures et cela au niveau de l'insectarium Annexe Institut Pasteur d'Algérie - Sidi Fredj

2.5.- Méthode d'élevage d'*Aedes albopictus*

2.5.1- Etude de l'autogénie/ anautogénie :

Afin de répondre aux différentes questions ou objectifs cités, un protocole expérimental a été suivi (figure 15).

Tout d'abord, les femelles de la 10^{ème} génération sont gorgées sur des souris préalablement anesthésiées par un mélange d'un relaxant et d'un anesthésiant (composition à compléter). Une fois les femelles de la cage soient gorgées, elles sont laissées au repos pour la digestion

du repas de sang, un flacon contenant du jus sucré à 10% et un pondeur pour récupérer les œufs sont mis à l'intérieur.



Figure 10 - Cage d'élevage des moustiques (photo original 2017)

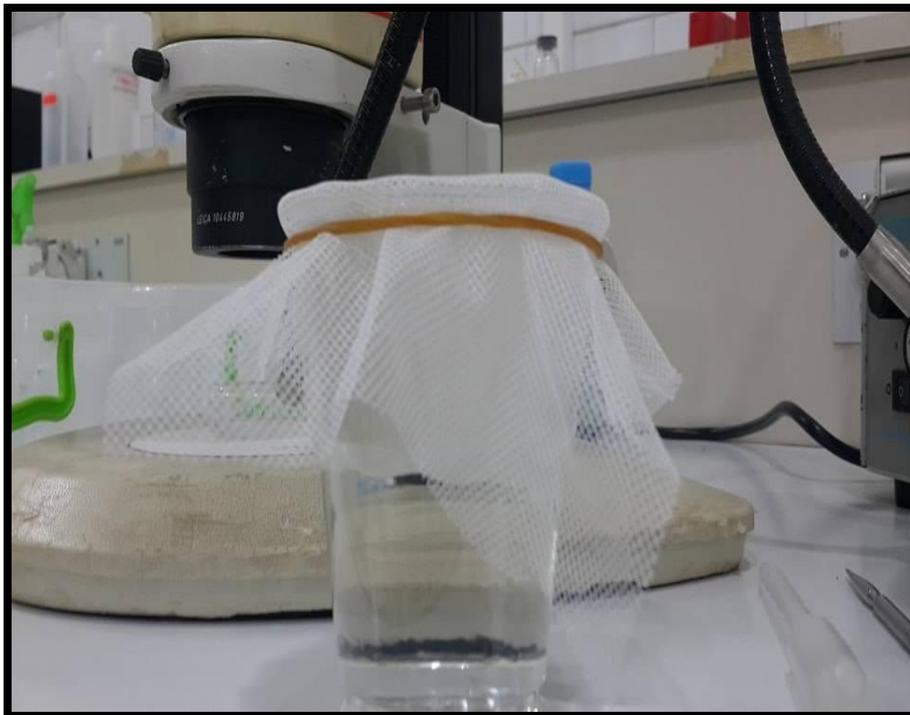


Figure 11 – Pondeur pour œufs d *Ae albopictus* (photo original 2017)

2.5.2.- Méthode d'élevage d'*Aedes albopictus* dans des pondoirs

Trois jours post gorgement, les œufs sont récupérés du pondoir et compter. Une centaine d'œufs sont mis séparément dans deux bacs bien identifiés (date, nombre d'œufs, localité, population autogène, population anautogène) contenant de l'eau distillée et 10 ml de sels minéraux. Après éclosion des œufs, les larves issues de l'éclosion sont nourrit avec une croquette à chat.



Figure 12– Œufs d'*Aedes albopictus* dans un référencier (photo original 2017)

-.



Figure 13 – Emergence des larves d'*Aedes albopictus* (photo original 2017)

Une fois le stade nymphal atteint, un sexage des nymphes est effectué en se basant sur la forme basale de la queue des nymphes. 30 coupes de chaque bac sont préparés et mis dans des gobelets tapissés de l'intérieur par un papier et fournis de jus sucrés (figure 14).

Au bout du cinquième jour post émergence, les femelles des couples sont destinées pour l'étude anautogène sont récupérés et mises dans une cage pour les gorgées sur souris. Une fois toutes les femelles auront pris leurs repas de sang, les femelles sont laissées dans la cage une journée de plus pour la digestion du repas de sang puis remises dans chaque gobelet contenant un mâle. Tous les gobelets sont bien identifiés (numéro, date de gorgement et de la mise en couple, autogène, anautogène).

Chaque jour, les 60 couples sont vérifiés pour notés la mortalité des mâles et femelles et le nombre d'œufs pondus. Dans le cas où il y a une ponte, la femelle est identifiée, le nombre d'œuf compté et les œufs sont mis à éclore dans un nouveau bac.

, les œufs sont transférés avec un pinceau dans deux bacs identifiés dont :

- Un bac pour les individus anautogénie
- Un autre bac pour les individus autogénie.

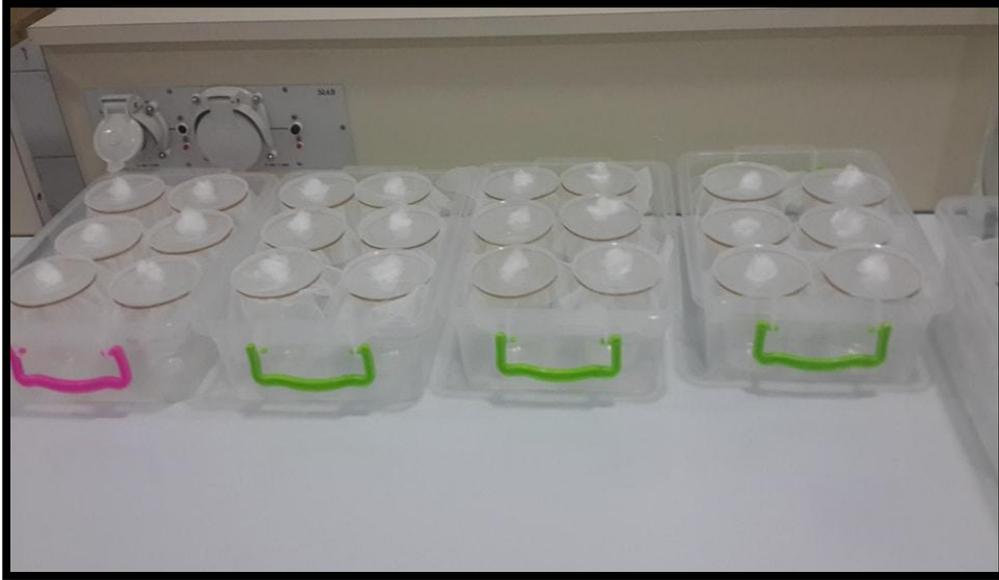


Figure 14 - Les pondoires (N = 60) utilisés pour l'élevage des *Aedes albopictus* (photo original 2017)

Les étapes de l'élevage des *Aedes albopictus* sont récapitulées suivant le protocole expérimental (Fig. 15).

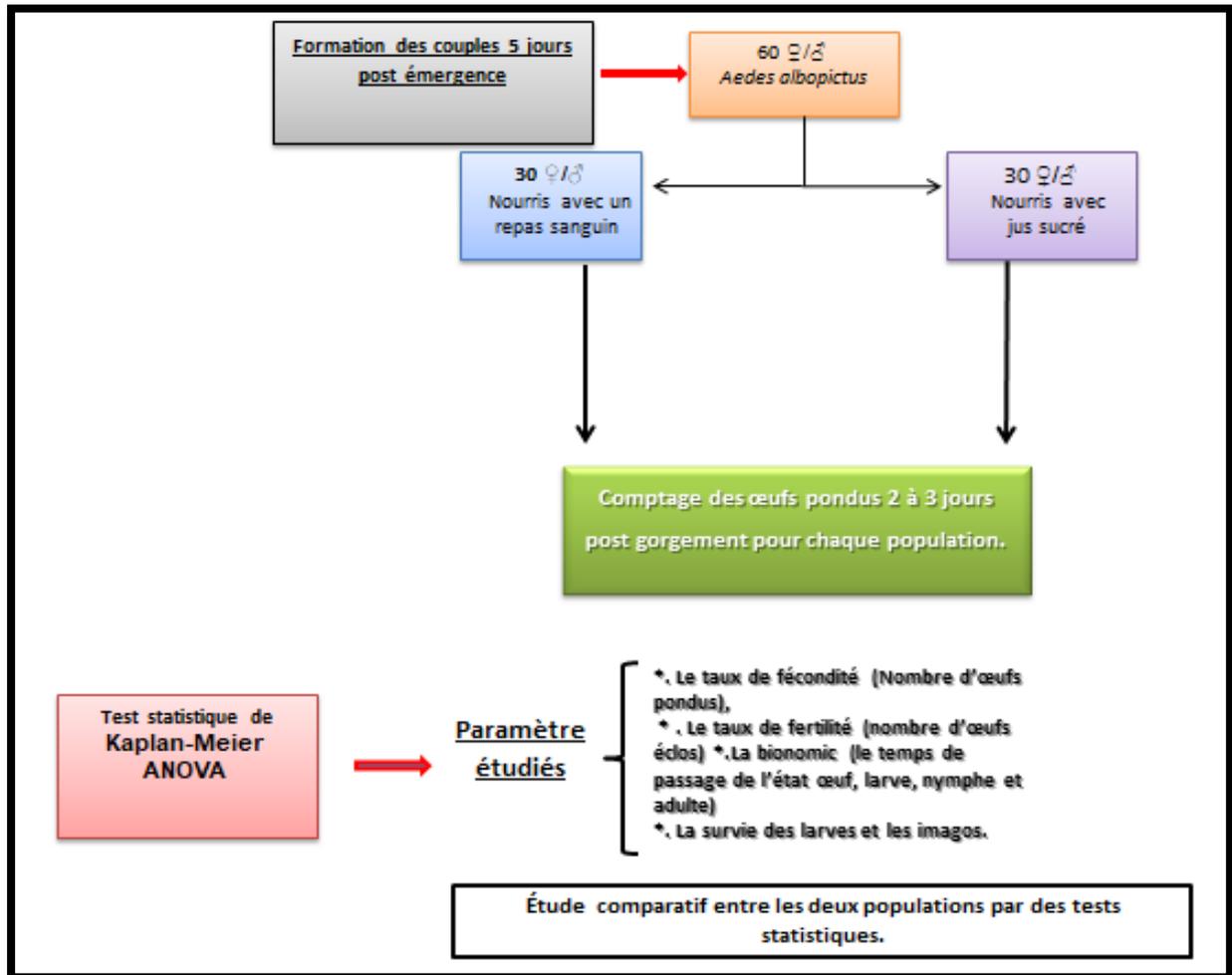


Figure 15 - Protocole expérimental des *Aedes albopictus* dans les pondeoirs

Chaque jour, les 60 couples sont vérifiés pour notés la mortalité des mâles et femelles et le nombre d'œufs pondus. Dans le cas où il y a une ponte, la femelle est identifiée, le nombre d'œuf compté et les œufs sont mis à éclore dans un nouveau bac.

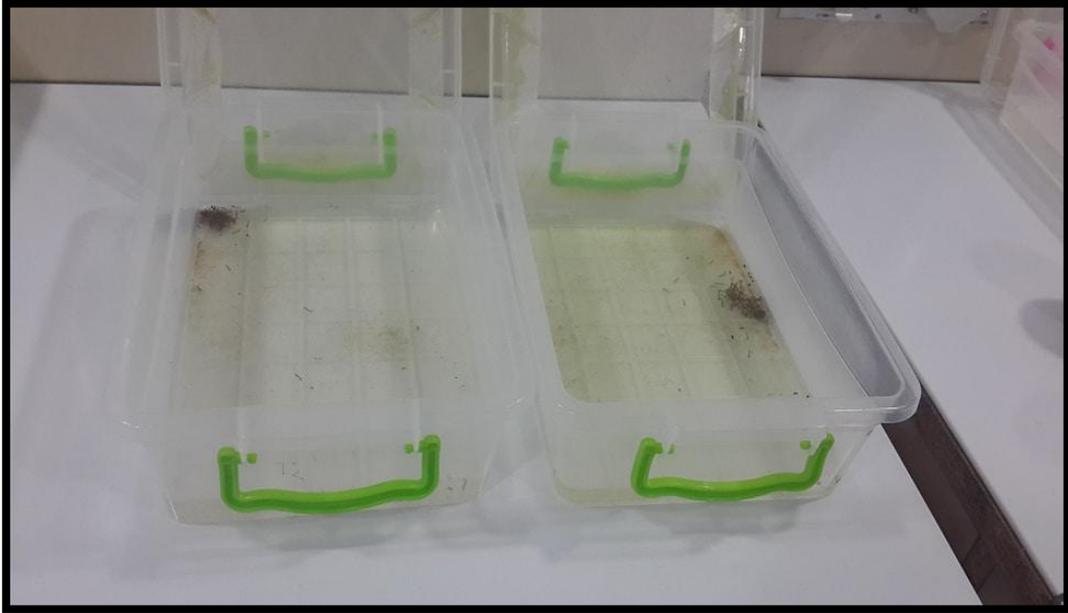


Figure 16 - Larves d'*Aedes albopictus* dans des bacs références (photo original 2017)

2.5.3- Etude de l'effet de l'espace :

Les mêmes conditions d'expérimentations sont reprises pour cette partie sauf que les couples une fois composés, ils sont directement mis dans des cages d'une dimension de 30*30*30 selon le protocole expérimental suivant (Fig.17).

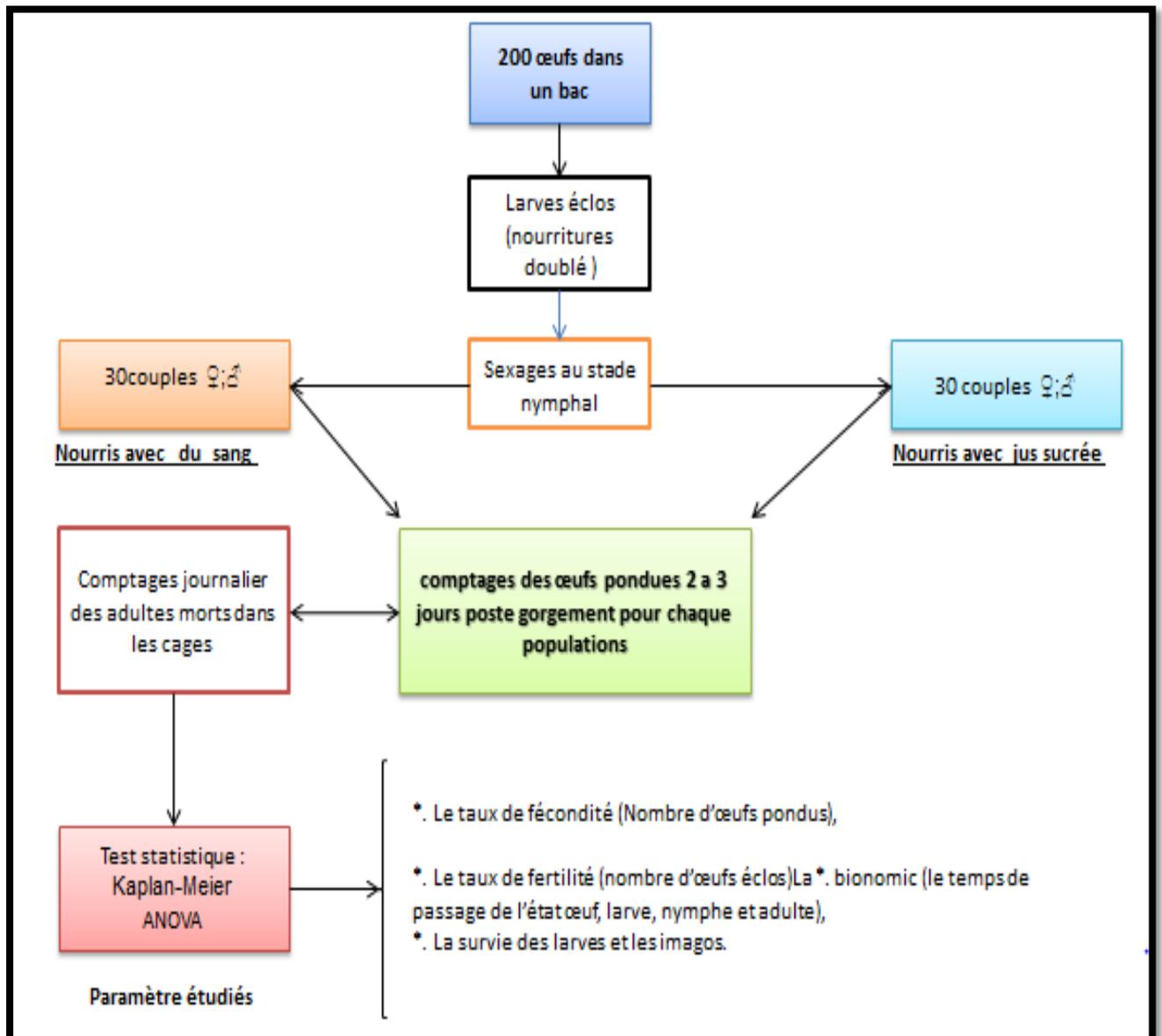


Figure 17 - Protocole expérimentale de l'élevage d'*Aedes albopictus* dans les cages.

2.5.4.- Suivi du cycle biologique

Le suivi du cycle biologique des *Aedes albopictus* dans des conditions contrôlées consiste à étudier :

- ❖ Le nombre d'œufs pondus et la durée de leur cycle de vie.
- ❖ L'âge des femelles dès leur entrée en phase de reproduction, le taux de fécondité fertilité à chaque reproduction, et l'intervalle de temps entre mise-bas.

2.6.- Analyse statistique des données

Deux tests statistiques ont été utilisés à savoir le de survie Kaplan-Meier réalisé par le logiciel SPSS qui permet de comparer la taux de mortalité (mâles et femelles) entre les couple que ce soit en gobelet ou en cage et le test d'analyse de variance ANOVA réalisé par le logiciel Prisme permet de comparer le taux de fécondité et la fertilité entre les couples.

2.6.1.- Méthode de Kaplan-Meier

Cette méthode permet d'obtenir rapidement une courbe de survie, ainsi que des statistiques essentielles comme le temps médian résiduel de survie. Il faut rappeler que la méthode de Kaplan-Meier permet d'estimer les fonctions de survie, sans nécessiter que les intervalles de temps soient réguliers. Cette technique est utilisée pour l'analyse de données de survie, qu'il s'agisse d'individus (recherche sur le cancer par exemple), ou de produits (résistance au temps d'un outil de production par exemple) : certains individus meurent (les produits cassent), comme dans notre études c'est les *Ae.albopictus*.

2.6.2.- Analyse de la variance (ANOVA)

La variance à un critère de classification, ou à un facteur, a pour but de comparer les moyennes de plusieurs populations supposées normales et de même variance, à partir d'échantillons aléatoires, simple et indépendants les uns des autres (Dagnelie, 1975). Cet auteur ajoute que la variance d'une série statistique ou d'une distribution de fréquences est la moyenne arithmétique des carrés des écarts par rapport à la moyenne. Elle permet de confirmer s'il existe une différence significative entre deux séries de données. En effet, cette analyse est appliquée pour vérifier s'il existe une différence significative entre les paramètres étudiés (survie des mâles et femelles ; fécondité, fertilité) concernant les populations d'*Aedes albopictus* autogénie, et anautogénie élevés soit dans des cages, pondoires ou gobelets.

3-Résultat :

Dans ce chapitre, les différents résultats seront présentés : le taux de mortalité, la fécondité et la fertilité des différentes combinaisons de couples d'*Aedes albopictus* formés soit dans les gobelets soit dans les cages. (Voir annexe 02)

3.1.- Résultats du cycle de vie, de fécondité et de fertilité d'*Aedes albopictus* anautogénie et autogénie élevés dans les pondoirs

3.1.1.- Cas des *Aedes albopictus* anautogénie dans les pondoirs

Dans cette partie le cycle de vie, la fécondité et la fertilité des *A. albopictus* anautogénie seront développés.

3.1.1.1.- Cycle de vie d'*Aedes albopictus* anautogénie

Les résultats obtenus concernant le cycle de vie des femelles anautogénie élevées dans les pondoirs composés de 30 sont mentionnés dans la figure 18.

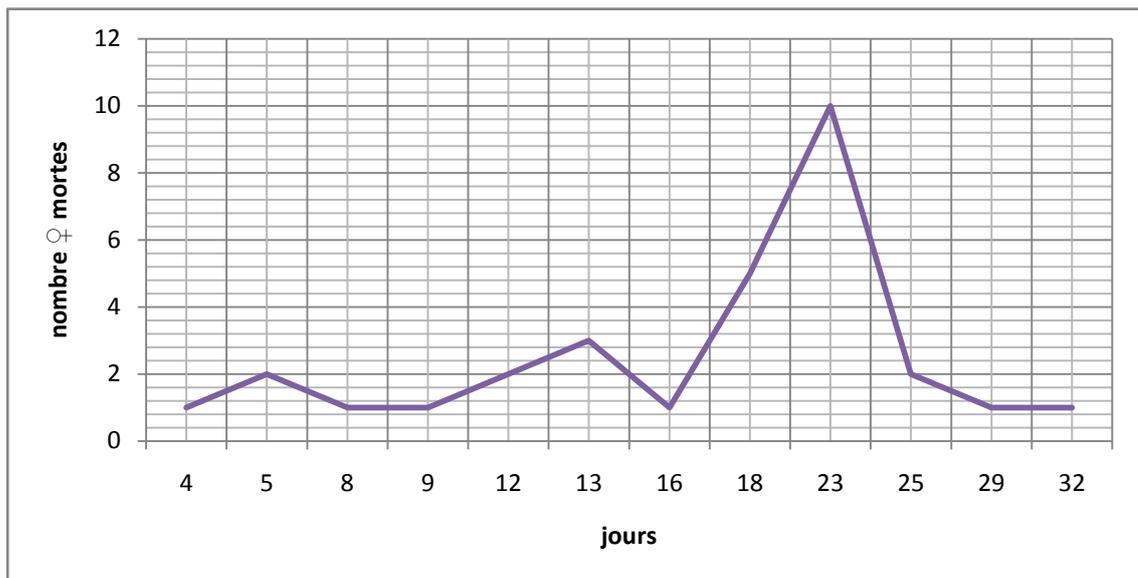


Figure : 18 – Cycle de vie des femelles anautogénie élevés dans les pondoirs

D'après la figure 18, nous remarquons que la mortalité des femelles anautogénie est observée à partir du 4^{ème} jour. Le nombre élevé des femelles mortes est enregistré au 23^{ème} jour (10 ind.), suivi par le 13^{ème} jour avec seulement 3 ♀. Le nombre de mortalité pour le reste de la vie du moustique ne dépasse pas les 02 individus. Le cycle de vie des femelles anautogénie dans les pondoirs est de 32 jours.

*. Pour ce qui concerne le cycle de vie des mâles anautogénie élevés dans les pondoirs, les résultats sont présentés dans la figure 19.

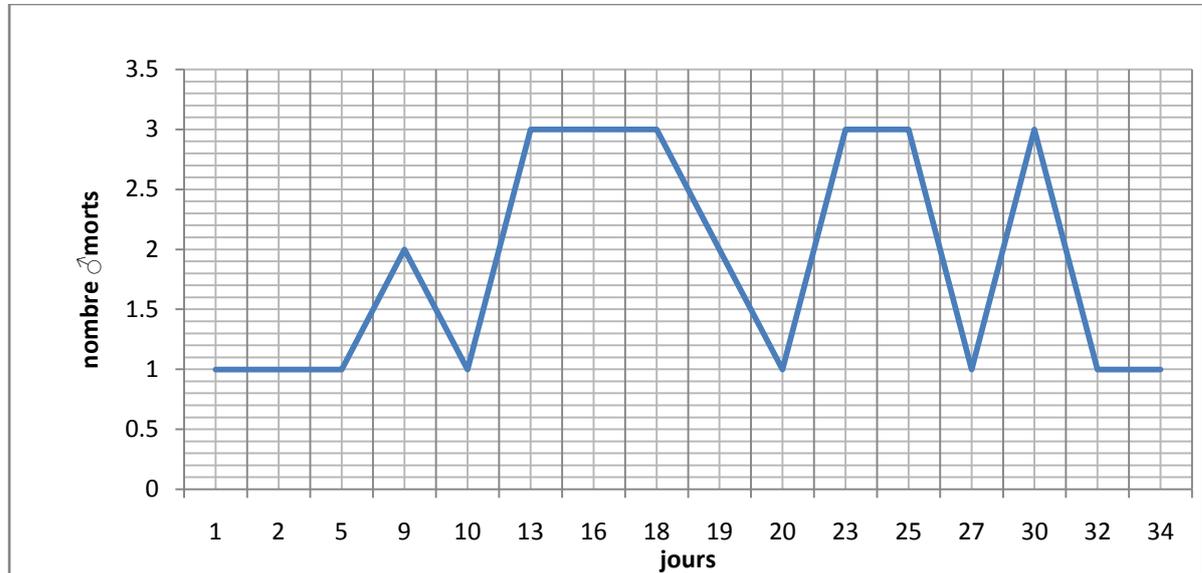


Figure 19– Cycle de vie des mâles anautogénie élevés dans les pondoirs

La figure 19 nous indique que le cycle de vie des males anautogénie dure 34 jours. Le nombre de mortalité le plus élevé a été enregistrée au 13^{ème} jusqu'au 18^{ème} jour, puis du 23^{ème} au 25^{ème} jour et enfin au 29^{ème} jour avec un effectif moyens de 3 individus. La mortalité des males anautogénie dès le premier jour est enregistrée avec un seul individu seulement.

3.1.1.2.- Fécondité des femelles d'*A. albopictus* anautogénie dans les pondoirs

Dans la figure 20, les résultats de la fécondité des femelles anautogénie nettement présentés.

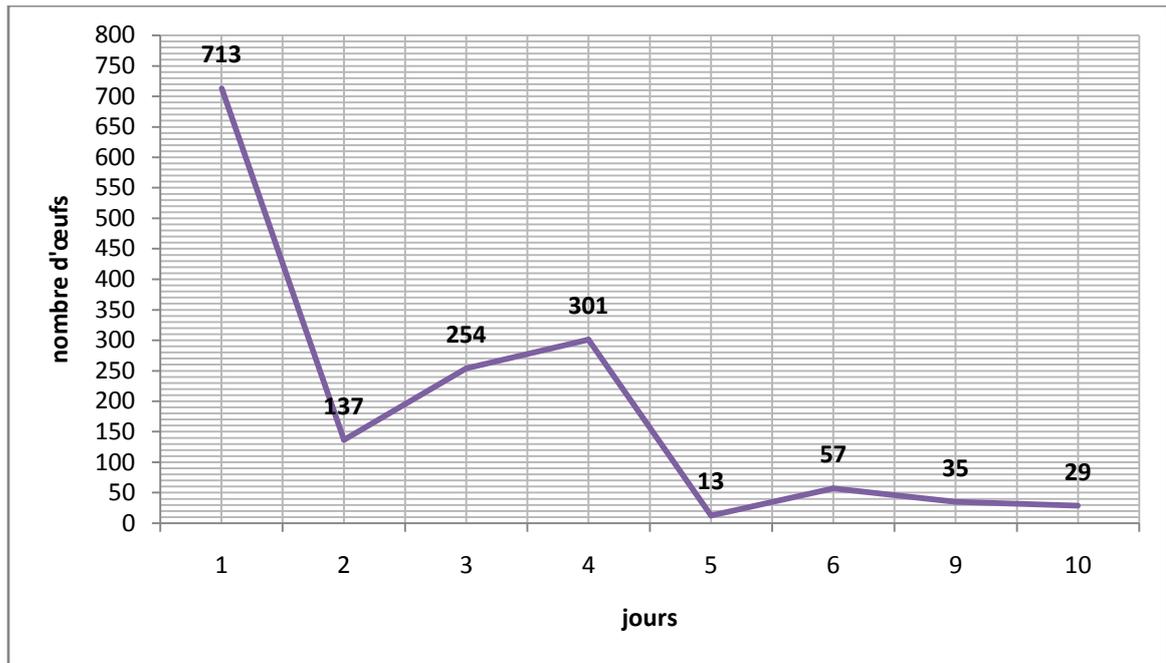


Figure 20– Fécondité des femelles anautogénie élevés dans les pondoires

Les résultats obtenus (Fig. 20), nous indique que le nombre le plus élevé d'œufs pondus est noté au 1^{er} jour avec 713 œufs. Nous remarquons, une chute brutale du nombre d'œufs pondus au 2^{ème} jour (137 œufs). Une légère augmentation d'œufs est enregistrée au 4^{ème} jour (301 œufs). Et enfin à partir du 5^{ème} jour, le nombre pontes sont toujours inférieur à 57 œufs.

3.1.1.3.- Fertilité des femelles d'*A. albopictus* anautogénie dans les pondoires

Les résultats de l'étude de la fertilité des femelles anautogénie élevées dans les pondoires sont présentés dans la figure 21.

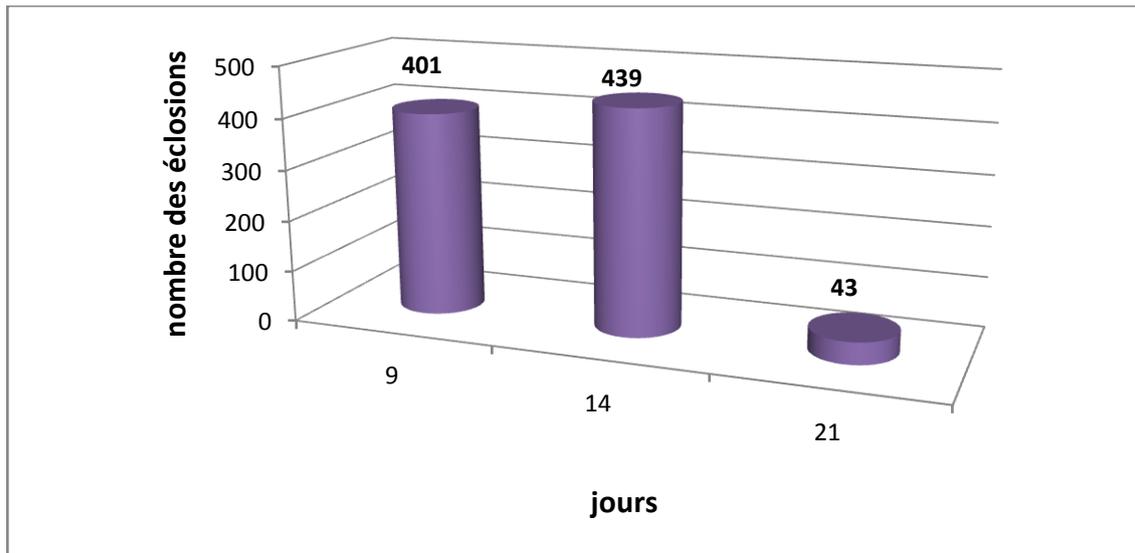


Figure 21 : Fertilités des femelles anautogénie d'*A.albopictus* dans les pondoirs.

La figure 21, démontre le total des éclosions pour les femelles anautogénie dans les pondoirs atteint le maximum avec un nombre de 439 au 14^{ème} jour, seulement 43 en fin du cycle.

3.1.2.- Cas des *Aedes albopictus* autogénie dans les pondoirs

Dans cette partie le cycle de vie, la fécondité et la fertilité des *A. albopictus* autogénie seront mentionnés.

3.1.2.1.- Cycle de vie des *Aedes albopictus* autogénie dans les pondoirs

Le résultat du cycle de vie concerne les femelles autogénie dans les pondoirs sont données dans la figure 22.

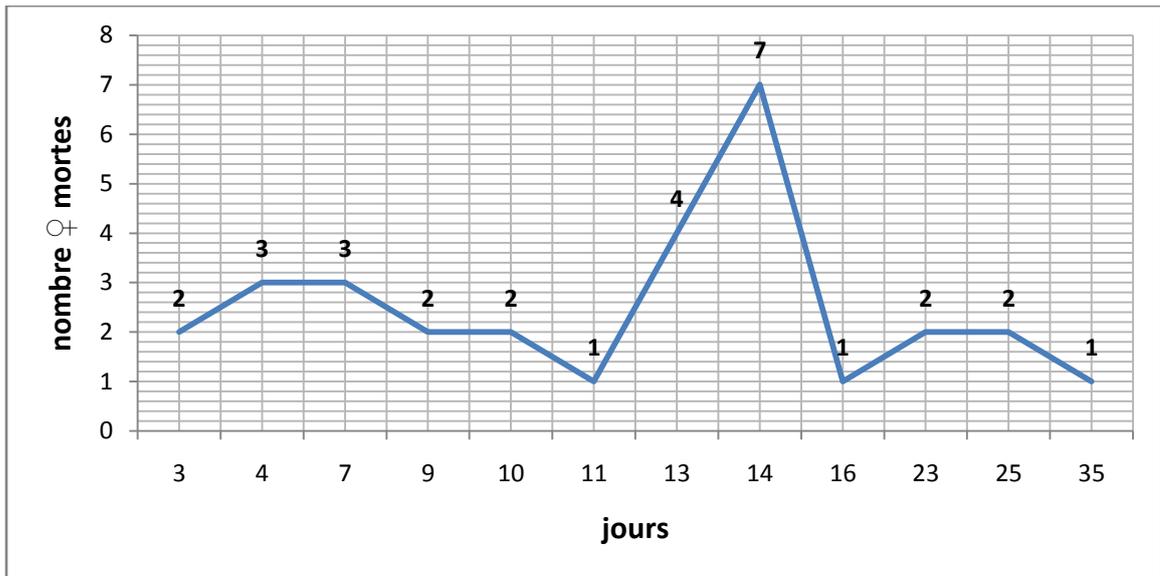


Figure 22 - Cycle de vie des femelles d'*A. albopictus* autogénie dans les pondoirs

D'après la figure 22, nous remarquons que la mortalité des femelles autogénie a commencé à partir du 3^{ème} jour. Le nombre élevé de mortalité est enregistré au 14^{ème} jour (07 ind.). Le cycle de vie des femelles autogénie dans les pondoirs dure 35 jours.

Pour ce qui du cycle de vie des mâles autogénies dans les pondoirs, les résultats sont placé dans la figure 23.

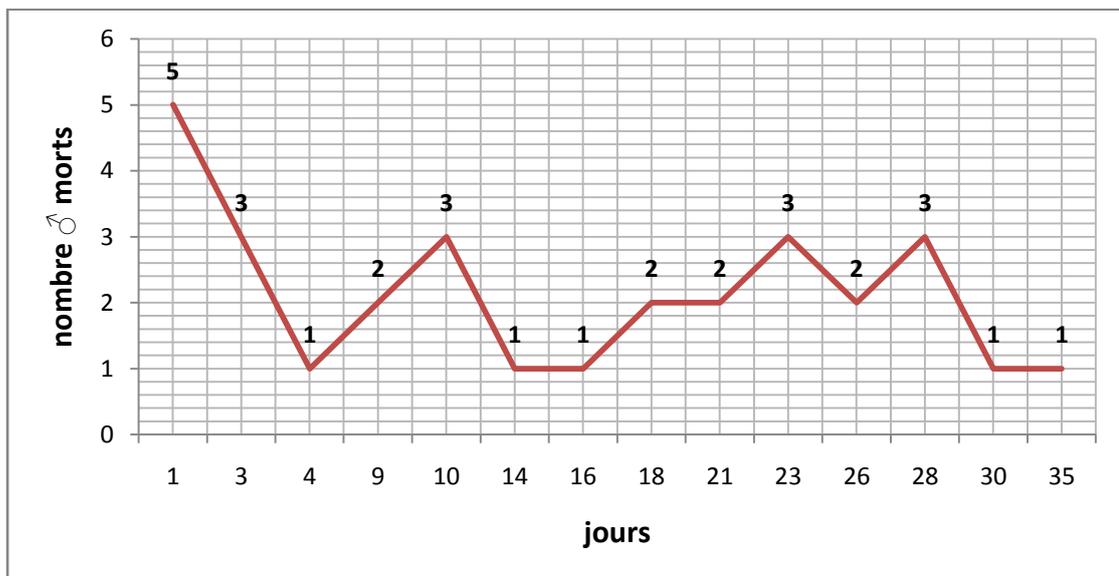


Figure 23 - Cycle de vie des mâles d'*A. albopictus* dans les pondoirs.

La figure 23, nous indique que le cycle de vie des mâles autogénie à durer 35 jours. Le nombre élevé de mortalité est observé au 1^{er} jour avec un effectif de 5 individus.

NB : Pour la fécondité et la fertilité de la population autogénie en a pas eu de résultat croyant que c'est due au stress des femelles dans un espace restreint (les pondoirs).

3.2.- Résultats du cycle de vie, de la fécondité et la fertilité d'*A. albopictus* anautogénie et autogénie élevés dans les cages

3.2.1.- Cas des *Aedes albopictus* anautogénie dans la cage

Dans cette partie le cycle de vie, la fécondité et la fertilité des *A. albopictus* anautogénie seront présentés.

3.2.1.1.- Cycle de vie d'*Aedes albopictus* anautogénie

Les résultats obtenus concernant le cycle de vie des femelles anautogénie élevées dans les cages sont signalés dans la figure 24.

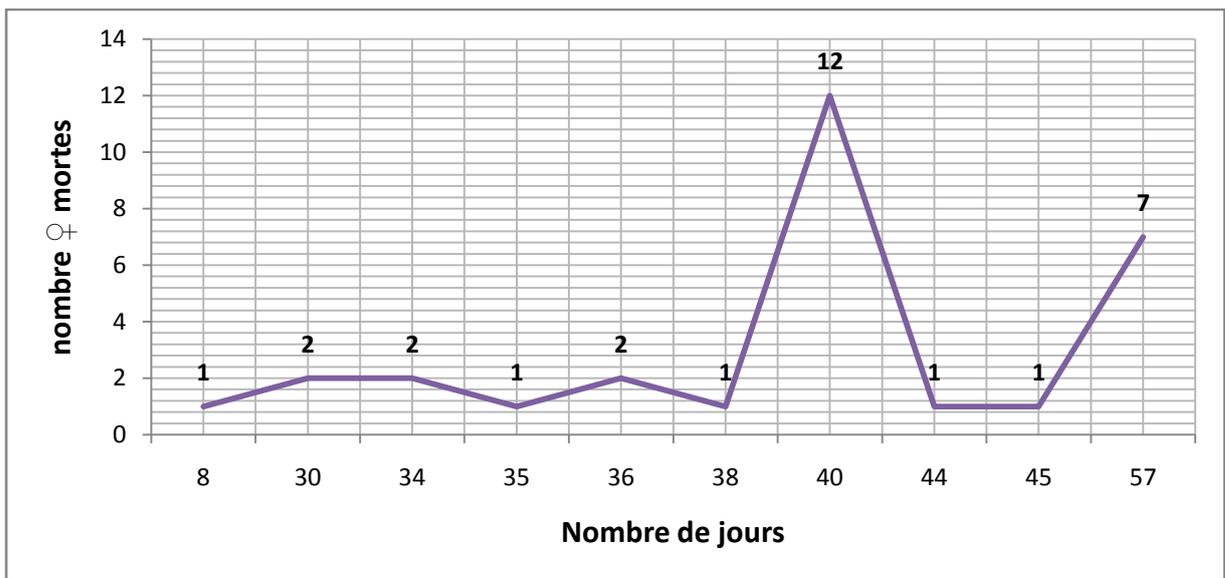


Figure 24 - Cycle de vie des femelles anautogénie dans la cage.

D'après la figure 24, nous remarquons que la mortalité des femelles anautogénie est annoncée à partir du 8^{ème} jour. Le nombre élevé de mortalité a été enregistré au 40^{ème} jour (12 ind.). Le cycle de vie des femelles anautogénie dans la cage a duré 57 jours.

Pour ce qui du cycle de vie des mâles anautogénie dans la cage, les résultats sont mentionnés dans la figure 25.

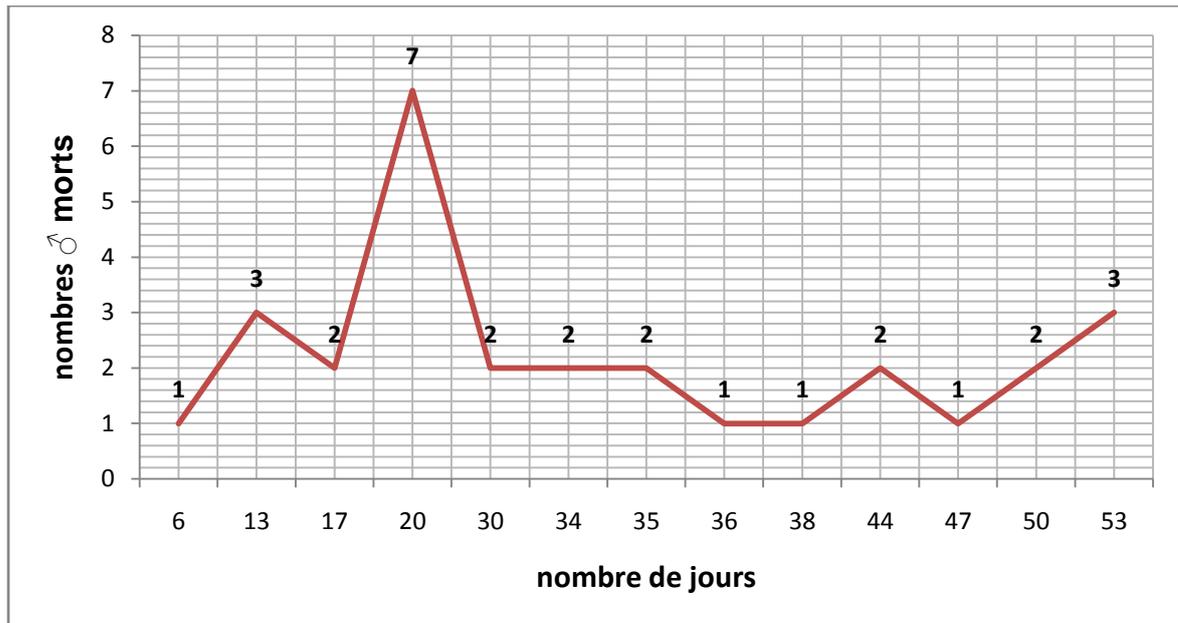


Figure 25 - Cycle de vie des mâles anautogénie dans la cage.

La figure 25, nous indique que le cycle de vie des males autogénie dure 53 jours. Le nombre élevé de males morts a été enregistrée au 20^{ème} (7 ind.), puis une mortalité successive observée jusqu'au la fin du cycle dont le nombre varie de 1 à 3 individus.

3.2.1.2.- Fécondité des femelles d'*Aedes albopictus* anautogénie dans la cage

Les résultats obtenus concernant la fécondité des femelles anautogénie dans la cage sont donnés dans la figure 26.

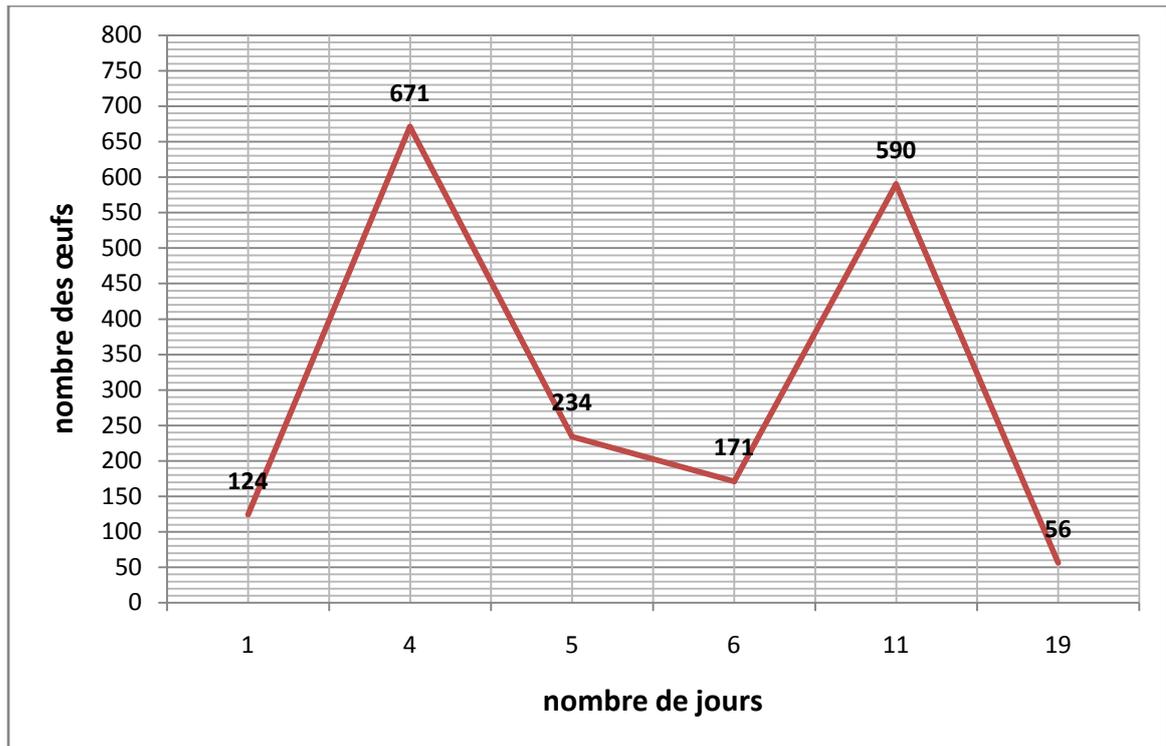


Figure 26 : Fécondités des femelles d'*A. albopictus* dans la cage.

La figure 26, nous indique que le nombre le plus élevé des œufs pondus est noté au 4^{ème} jour avec 671 œufs. Nous remarquons une chute des nombre des œufs pendant le 5^{ème} jour (N = 234 œufs) et le 6^{ème} jour (N = 171), puis une augmentation remarquable durant le 11^{ème} jour avec 590 œufs. Le nombre d'œufs pondus en fin du cycle est 56 œufs.

3.2.1.3.- Fertilité des femelles d'*Aedes albopictus* anautogénie dans la cage

Les résultats concernant la fertilité des femelles anautogénie en cage sont présentés dans la figure 27.

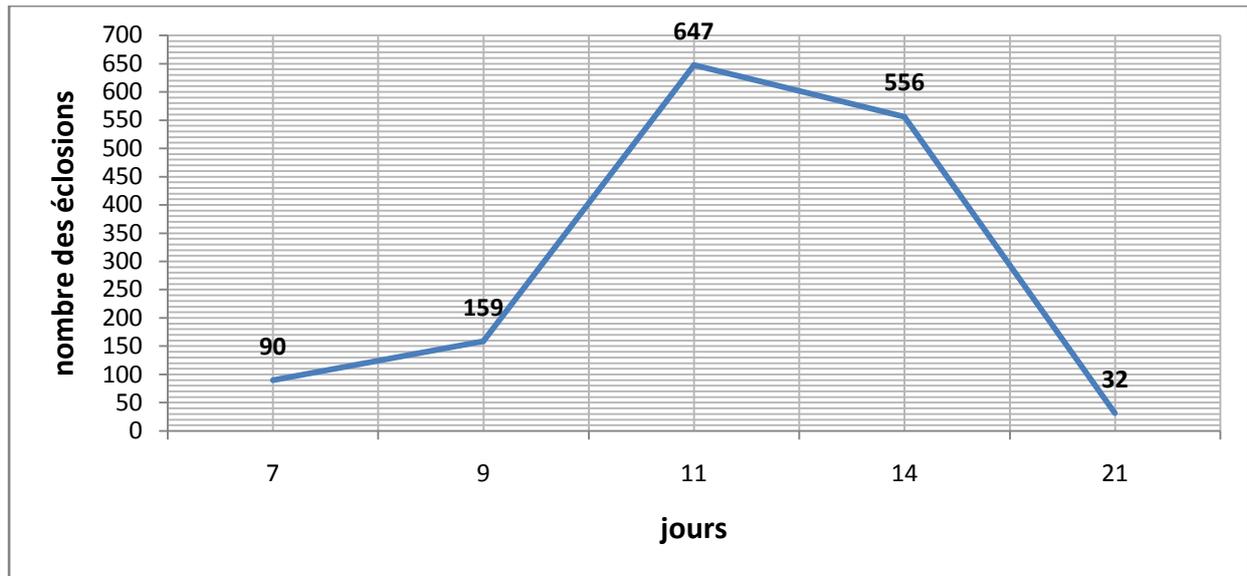


Figure 27 - Fertilités des femelles d'*A. albopictus* anautogénie dans la cage.

Les résultats obtenus (Fig. 27), nous indiquent que les éclosions les plus élevées sont notées durant le 11^{ème} jour (647 éclos), suivi au 14^{ème} jour avec 556 œufs éclos. Par ailleurs, une chute brutale est marquée en fin du cycle de vie avec 32 éclosions seulement.

3.2.2.- Cas des *Aedes albopictus* autogénie dans la cage

Ici seront développés les résultats du cycle de vie, de la fécondité et de la fertilité des *A. albopictus* autogénie dans la cage.

3.2.2.1.- Cycle de vie des *Aedes albopictus* autogénie

Les résultats du cycle de vie des femelles d'*A. albopictus* autogénie dans la cage sont mentionnés dans la figure 28.

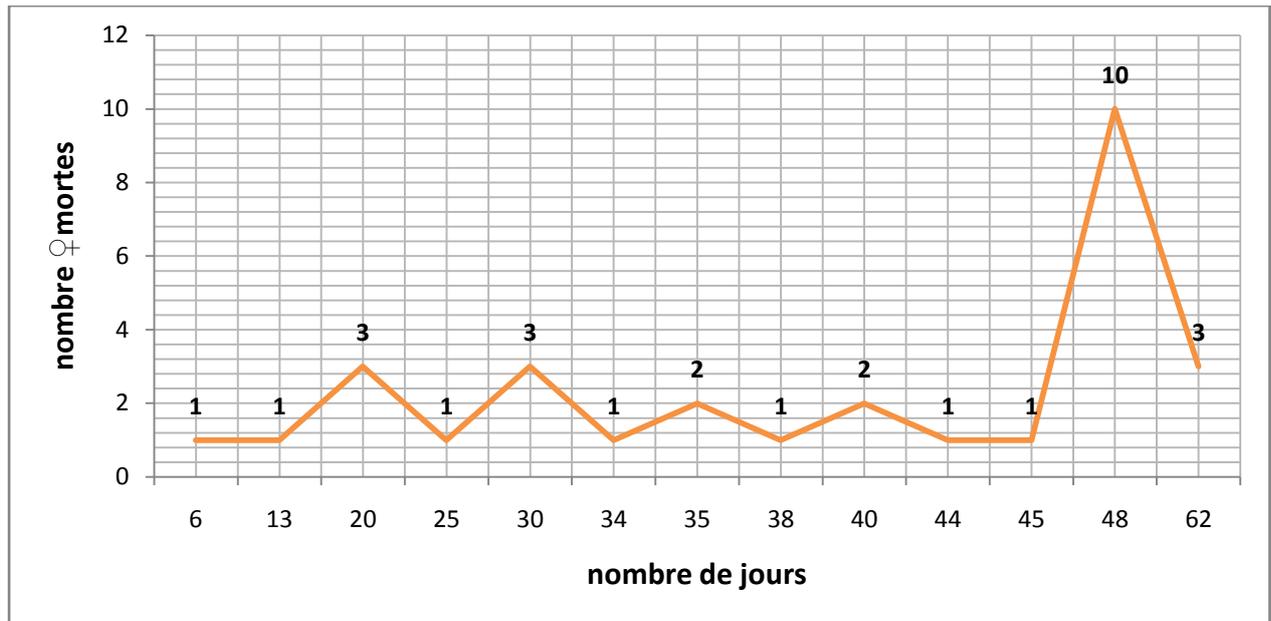


Figure 28 Cycle de vie des femelles d'*A. albopictus* autogénie dans la cage.

D'après la figure 28, nous remarquons que la mortalité des femelles autogénie était successive à partir du 6^{ème} jour jusqu'au 45^{ème} jour avec un effectifs varie entre 1,2 et 3 individus. Ensuite le nombre de femelles perdues a connu une augmentation atteignant les 10 individus durant le 48^{ème} jour. Le cycle de vie des femelles autogénie dans la cage est égal à 62 jours.

En ce qui concerne le cycle de vie des mâles autogénie dans la cage, les résultats sont présentés dans la figure 29.

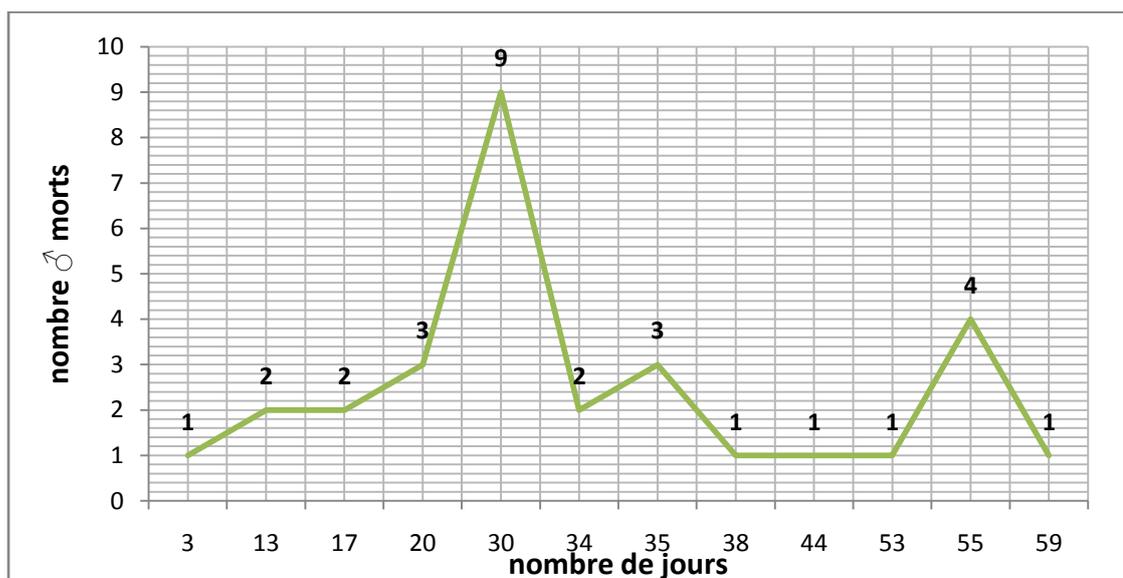


Figure 29- Cycle de vie des mâles d'*A. albopictus* dans la cage.

La figure 29, nous indique que le cycle de vie des males autogénie dure 59 jours. Le nombre élevé de males morts a été enregistré du 30^{ième} (9 males) puis une morte successive jusqu'au la fin du cycle. La mortalité des males dès le premier jour avec un seul individu.

3.2.2.2.- La fécondité des femelles d'*Aedes albopictus* autogénie dans la cage

Les résultats du cycle de vie des femelles d'*A. albopictus* autogénie dans la cage sont mentionnés dans la figure 30.

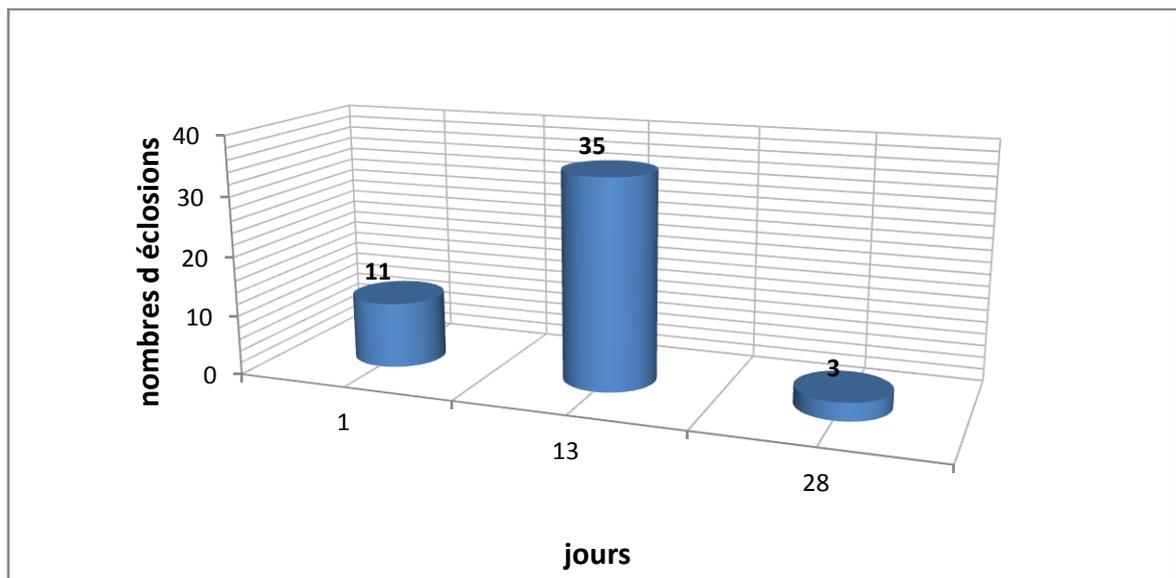


Figure 30 - Fertilités des femelles *A. albopictus* autogénie dans la cage

Les résultats mentionnés dans la figure 30, nous indique qu'au début du cycle, 11 œufs sont éclos. Le nombre des éclosions le plus élevé est observé au 13^{ème} jour avec 35 œufs.

3.2.2.3.- Fertilité des femelles autogénie dans la cage

Les résultats de la fertilité des femelles autogénie dans la cage sont mentionnés dans la figure 31.

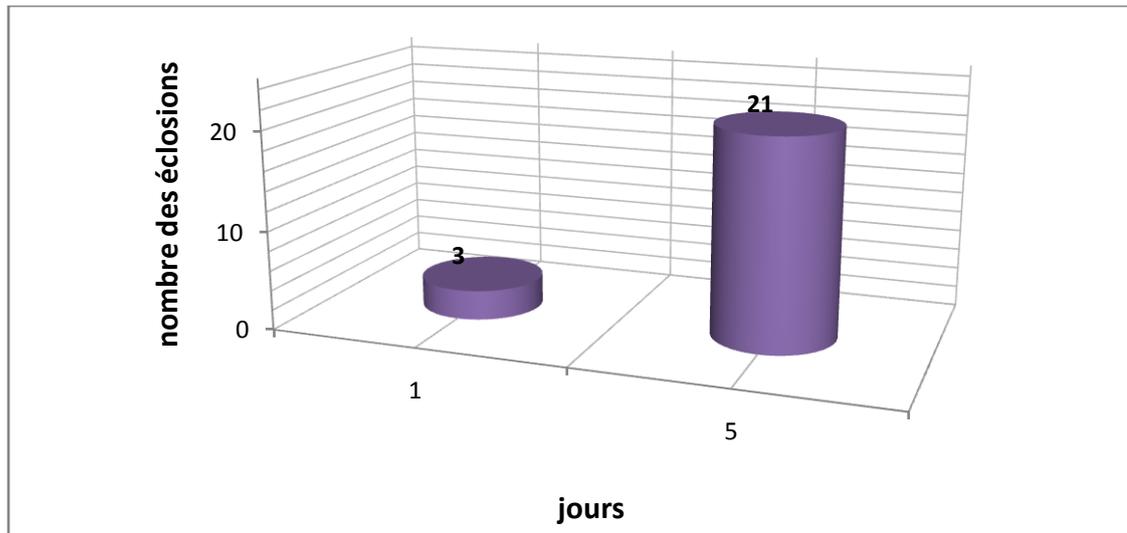


Figure 31 - Fertilités des femelles d'*A. albopictus* autogénie dans la cage.

La figure 31, nous démontre le total des éclosions pour l'autogénie dans la cage dont un nombre de 3 éclos est observé dès le premier jour et 21 éclosions au 5^{ème} jour.

3.3.- Comparaison du taux de survie des femelles anautogénie et autogénie des cages, des pondoirs

3.3.1.- Comparaison entre la survie des femelles anautogénie des cages et des pondoirs

Les résultats de l'estimation de vie des femelles anautogénie dans les cages et dans les pondoirs sont consignés dans le tableau 01 et la figure 32.

Tableau 01 : Moyennes et médianes pour la durée de survie des femelles anautogénie

| Nombre | Moyenne ^a | | | | Médiane |
|---------|----------------------|-----------------|--------------------------------|------------------|------------|
| | Estimation | Erreur standard | Intervalle de confiance à 95 % | | Estimation |
| | | | Borne inférieure | Borne supérieure | |
| Cage | 41,633 | 1,960 | 37,792 | 45,474 | 40,000 |
| Pondoir | 12,833 | 1,353 | 10,182 | 15,485 | 13,000 |
| Global | 27,233 | 2,215 | 22,891 | 31,576 | 25,000 |

Le tableau 01, représente le résultat de l'estimation de vie d'*Aedes albopictus* dans deux espaces différents ; des pondoirs qui est restreint et la cage qui est étendu. D'après le résultat obtenu (tab. 01),

on remarque que la valeur médiane de l'estimation de vie de l'espèce en cage est de 40 jours. Cette valeur est supérieure à celles élevés dans les pondoirs (13 jours).

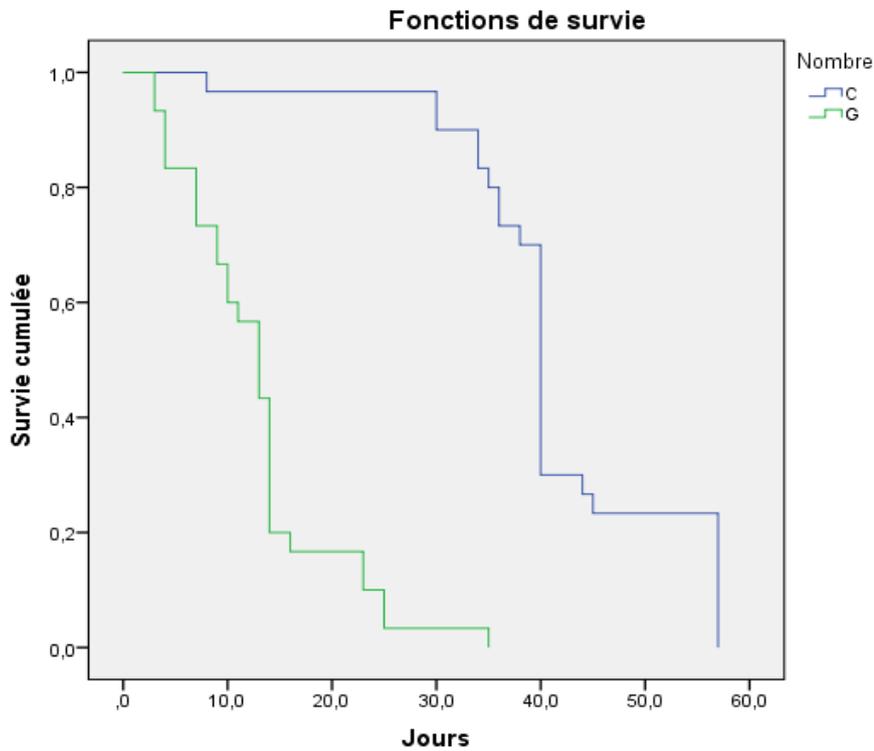


Figure 32 - Mortalité d'*A. albopictus* (♀) anautogénie de cage et pondoirs en fonction du temps

La figure 32, indique que la population élevée dans les pondoirs a vécu jusqu'au 32^{ème} jour. Celle élevée dans la cage a vécu jusqu'au 57^{ème} jour avec une différence de 25 jours.

Les résultats de la comparaison globale de la survie des femelles sont exploités par le test Khi-deux sont consignés dans le tableau 02.

Tableau 02- Comparaison globale de la survie des *Aedes albopictus*

| | Khi-deux | ddl | Signification |
|--------------------------------|----------|-----|---------------|
| Log Rank (Mantel-Cox) | 58,817 | 1 | ,000 |
| Breslow (Generalized Wilcoxon) | 48,444 | 1 | ,000 |
| Tarone-Ware | 53,570 | 1 | ,000 |

Le résultat d'analyse statistique du taux de survie d'*Ae. albopictus* entre les femelles anautogénie mises en cage et celle dans les pondeurs a révélé une différence significative ($p < 0.05$) entre ces femelles où celles qui sont mises dans la cage leurs taux de survie est plus important que celles qui sont mises dans les gobelets montrant que le stress engendré par l'espace restreint joue un rôle direct sur la durée de vie des femelles. (Figure 32, tableau 02). Les femelles anautogène mises dans la cage ont une durée de vie qui est de 41.63 ± 1.96 par contre les femelles anautogène des gobelets leurs durée de vie est de 12.83 ± 1.35 (tableau 01)

3.3.2.- Comparaison entre le taux de survie des femelles anautogénie et autogénie mises dans les cages :

Tableau 03 - Moyennes et médianes pour la durée de survie des femelles anautogénie et autogénie élevées dans les cages

| Sexe | Moyenne ^a | | | | Médiane |
|---------------|----------------------|-----------------|--------------------------------|------------------|------------|
| | Estimation | Erreur standard | Intervalle de confiance à 95 % | | Estimation |
| | | | Borne inférieure | Borne supérieure | |
| ♀ Anautogénie | 39,033 | 2,583 | 33,970 | 44,096 | 40,000 |
| ♀ Autogénie | 41,633 | 1,960 | 37,792 | 45,474 | 40,000 |
| Global | 40,333 | 1,616 | 37,165 | 43,501 | 40,000 |

D'après les résultats obtenus (Tab. 03), on remarque que les moyennes de survie d'*A. albopictus* dans les cages anautogénie et autogénie sont identiques pour les deux populations étudiées (40 jours).

La figure 33, met en évidence la survie cumulée des femelles en cage en fonctions de jours.

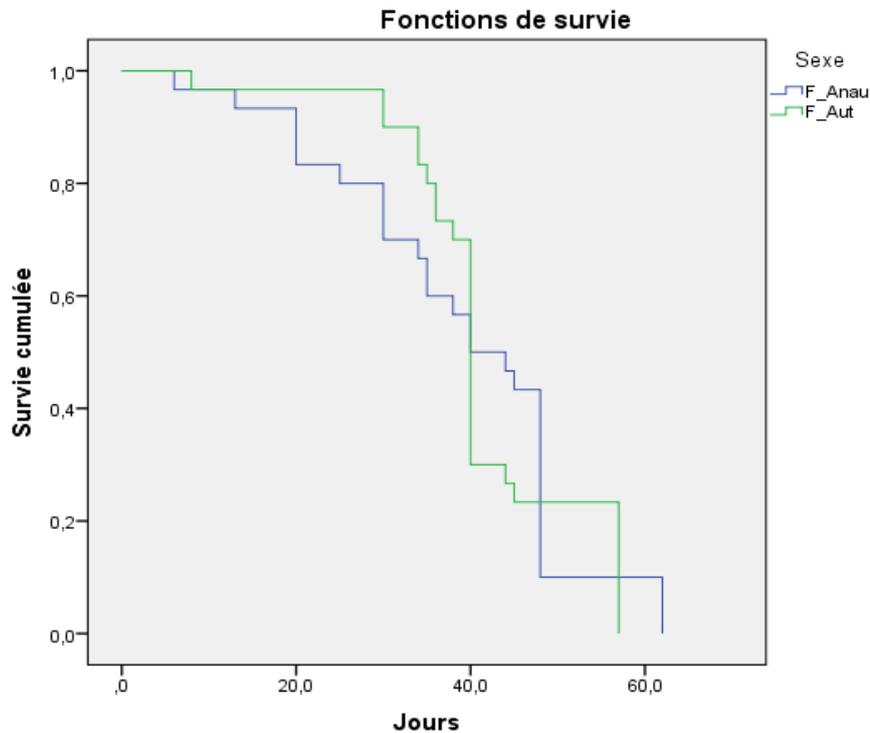


Figure 33- Mortalité des femelles d'*A. albopictus* anautogénie et autogénie élevées en cage en fonction de jours.

La figure 33, indique que la survie des femelles anautogénie est de 57 jours et les femelles autogénie est de 62 jours. Les deux populations ont une durée de survie presque identique.

Tableau 04- Comparaisons globales entre les femelles anautogénie et autogénie dans les cages

| | Khi-deux | ddl | Signification |
|---------------------------------------|----------|-----|---------------|
| Log Rank (Mantel-Cox) | ,023 | 1 | ,879 |
| Breslow (Generalized Wilcoxon) | ,104 | 1 | ,747 |
| Tarone-Ware | ,014 | 1 | ,907 |

Le résultat d'analyse statistique du taux de survie d'*Ae. albopictus* entre les femelles anautogénie et autogénie mises dans les cages n'a pas révélé une différence significative ($p > 0.05$) entre les femelles qui ont pris un repas sanguin et celles qui sont maintenues avec seulement du jus sucré (figure 33, tableau 04). Les femelles anautogène ont une durée de vie qui est de 39.03 ± 2.58 par contre les femelles autogènes leurs durée de vie qui est de 41.63 ± 1.96 (tableau 03).

L'analyse du taux de survie entre les deux combinaisons a montré que les femelles quand elles sont dans un espace important leurs taux de survie est identique et ne présente aucune différence significative.

3.3.3.- Comparaison du taux de survie des femelles anautogénie et femelle autogénie dans les Pondoirs

L'estimation de vie d'*A. albopictus* entre les femelles anautogénie et autogénie dans les gobelet est consignée dans le tableau 05 Avec une représentation linéaire (Fig. 34).

Tableau 05 - Moyennes et médianes pour la durée de survie des femelles dans les gobelets

| Type | Moyenne ^a | | | | Médiane |
|---------------|----------------------|-----------------|--------------------------------|------------------|------------|
| | Estimation | Erreur standard | Intervalle de confiance à 95 % | | Estimation |
| | | | Borne inférieure | Borne supérieure | |
| ♀_Anautogénie | 18,033 | 1,327 | 15,433 | 20,633 | 18,000 |
| ♀_Autogénie | 12,833 | 1,353 | 10,182 | 15,485 | 13,000 |
| Global | 15,433 | ,998 | 13,476 | 17,390 | 14,000 |

Dans le tableau 05, sont présentées les moyennes des valeurs de la durée du cycle de vie des *Aedes albopictus* dans les gobelets anautogénie et autogénie. On remarque que la durée moyenne de vie des femelles anautogénie (18 jours) est légèrement supérieure à celle des femelles autogénie (13 jours).

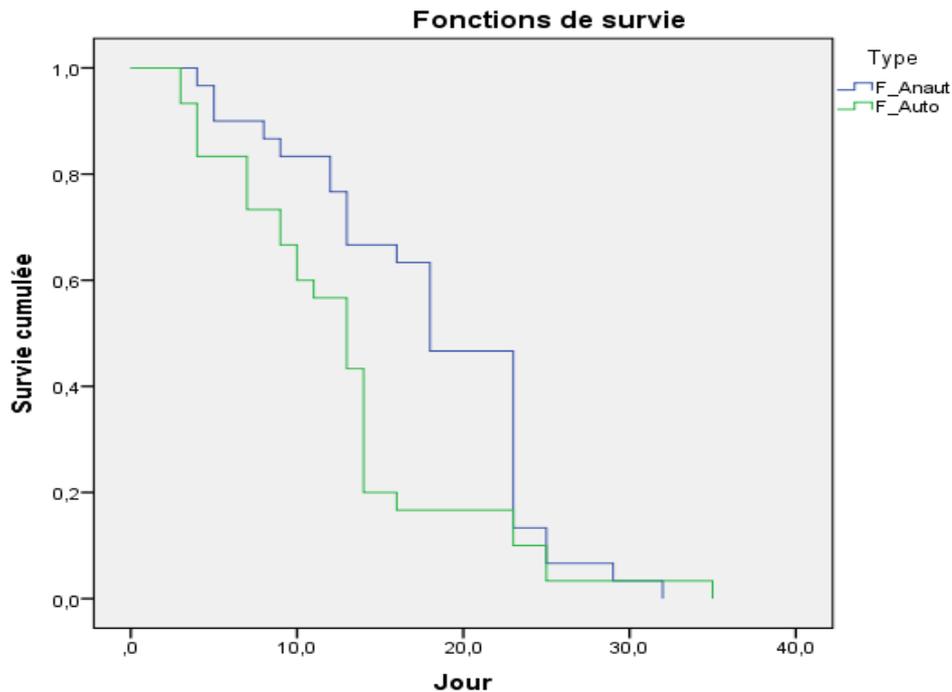


Figure 34 - Mortalité des femelles d'*A. albopictus* anautogénie et autogénie dans les gobelets en fonction de jours.

L'analyse de la figure 34, met en évidence la survie cumulée des ♀ en fonctions de jours. La population anautogénie ont une survie de 32 jours, par contre la population des femelles autogène est plus ou moins longue avec 35 jours.

Tableau 06 - Comparaisons globales des *Aedes albopictus*

| Paramètres | Khi-deux | ddl | Signification |
|--------------------------------|----------|-----|---------------|
| Log Rank (Mantel-Cox) | 4,429 | 1 | ,035 |
| Breslow (Generalized Wilcoxon) | 6,966 | 1 | ,008 |
| Tarone-Ware | 6,424 | 1 | ,011 |

Le résultat d'analyse statistique du taux de survie d'*Ae. albopictus* entre les femelles anautogénie et autogénie mises dans les gobelets a révélé une différence significative ($p < 0.05$) entre les femelles qui ont pris un repas sanguin où ces femelles ont un taux de survie plus important que celles qui sont maintenues avec seulement du jus sucré (figure 34, tableau 06). Les femelles anautogène ont une durée de vie qui est de 18.03 ± 1.37 par contre les femelles autogènes leurs durée de vie qui est de 12.83 ± 1.35 (tableau 07).

L'analyse du taux de survie entre les deux combinaisons permet de dire que le repas de sang a permis aux femelles de survivre plus longtemps et que le sang mise à part son apport pour le développement des œufs pourrait améliorer le taux de survie des femelles.

3.3.4.- Comparaison de la durée de survie des mâles anautogénie et autogénie dans les pondoirs

Le tableau 07, montre les résultats des moyennes de survie des mâles autogénie et anautogénie élevés dans les pondoirs.

Tableau 07- Moyennes et médianes pour la durée de survie des mâles dans les pondoirs

| Type | Moyenne ^a | | | | Médiane |
|---------------|----------------------|-----------------|--------------------------------|------------------|------------|
| | Estimation | Erreur standard | Intervalle de confiance à 95 % | | Estimation |
| | | | Borne inférieure | Borne supérieure | |
| ♂ Anautogénie | 18,733 | 1,592 | 15,614 | 21,853 | 18,000 |
| ♂ Autogénie | 14,800 | 1,958 | 10,962 | 18,638 | 14,000 |
| Global | 16,767 | 1,277 | 14,264 | 19,270 | 18,000 |

D'après les résultats obtenus (Tab. 07), nous remarquons que la moyenne de survie des mâles anautogénie et autogénie est respectivement 18 et 14 jours. Cette différence de survie (4 jours) est presque similaire aux femelles anautogénie et autogénie qui est de 3 jours d'après le résultat précédent.

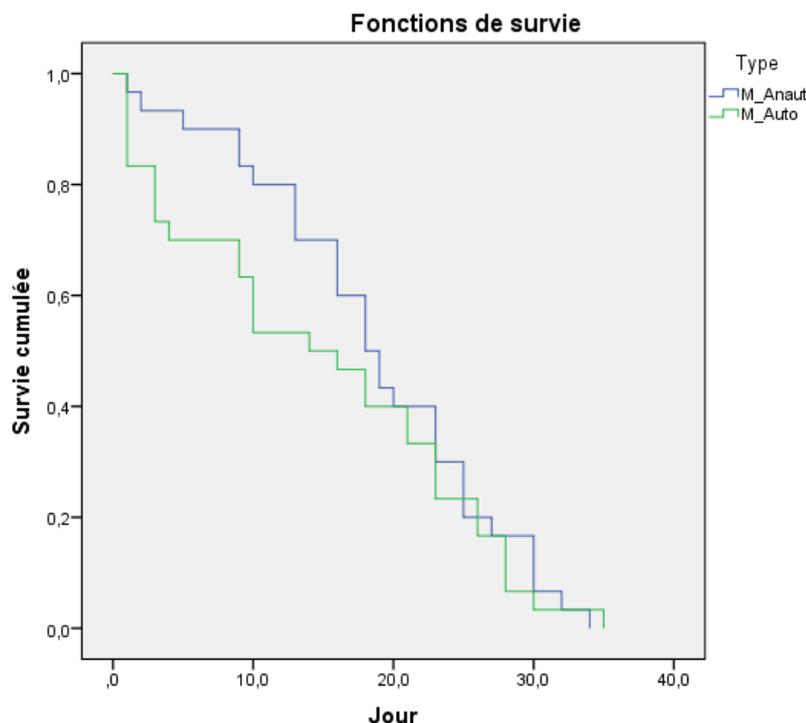


Figure 35- Mortalité des mâles d'*A. albopictus* anautogénie et autogénie dans les pondoirs en fonction de jours.

La figure 35, indique que la survie des mâles des deux populations a connu une régression presque identique avec une durée de 34 jours pour la population anautogénie et de 35 jours pour la population autogénie.

Tableau 08 - Comparaison globale des *Aedes albopictus* mâles dans les pondoirs

| Paramètres | Khi-deux | ddl | Signification |
|--------------------------------|----------|-----|---------------|
| Log Rank (Mantel-Cox) | ,650 | 1 | ,420 |
| Breslow (Generalized Wilcoxon) | 1,969 | 1 | ,161 |
| Tarone-Ware | 1,383 | 1 | ,240 |

Le résultat d'analyse statistique du taux de survie d'*Ae. albopictus* entre les mâles des deux séries (femelles anautogénie et autogénie) mis dans les gobelets n'a pas révélé une différence significative ($p > 0.05$) (figure 35, tableau 08). Les mâles mis avec les femelles anautogène ont une durée de vie qui est de 18.73 ± 1.59 par contre les femelles autogènes leurs durée de vie qui est de 14.8 ± 1.95 (tableau 07).

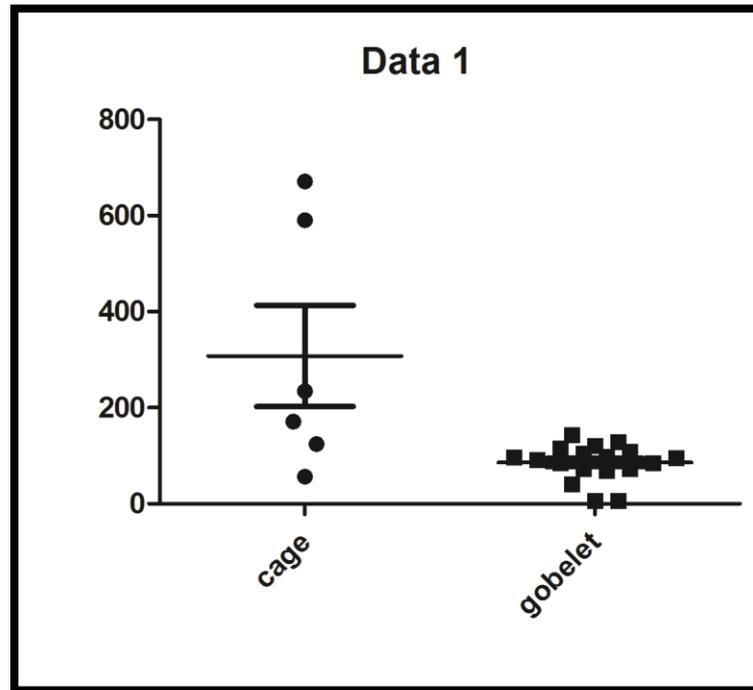


Figure 37- Fécondité des femelles d'*A. albopictus* anautogénie élevé dans la cage et gobelet.

Le test ANOVA a montré une différence significative ($p=0.0149$) entre la fécondité des femelles anautogénie dans la cage et les femelles anautogénie dans les gobelets.

La figure 37 montre que la fécondité des femelles de la population anautogénie dans les gobelets ne dépasse pas une valeur qui varie entre 50 et 150 œufs avec une moyenne de 51.3 œufs/femelles (nombre totale des œufs 1539 divisé par 30 femelles). Par contre la fécondité des femelles de la population anautogénie dans la cage a atteint une valeur qui varie entre 200 œufs et 450 œufs avec une moyenne de ponte égale à 61.53 œufs/femelles.

3.4.3.- Comparaison de la fertilité des femelles anautogénie et autogénie dans la cage

Les résultats comparatifs de la fertilité des femelles anautogénie et autogénie élevés en cage sont présentés dans la figure 38.

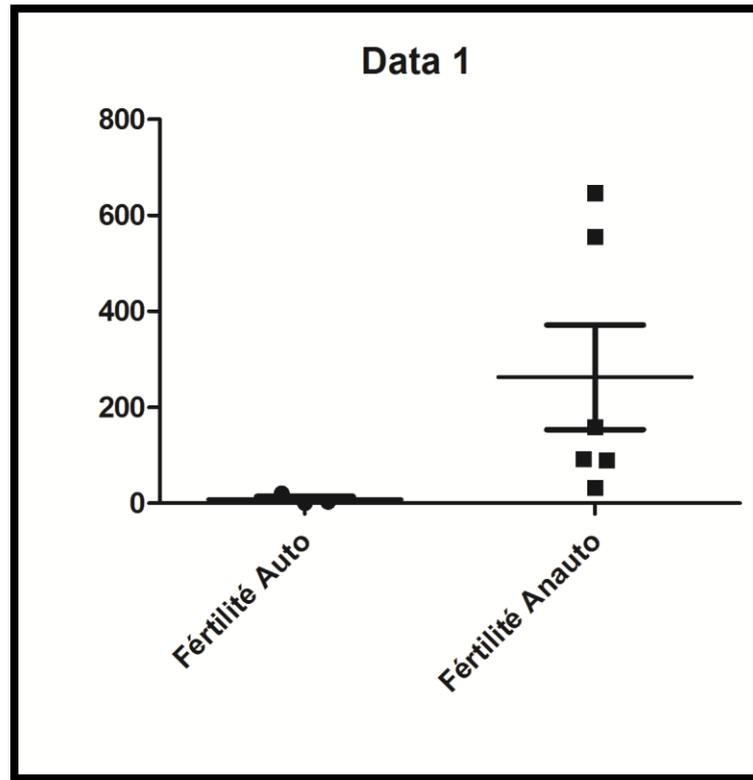


Figure 38- Fertilité des femelles d'*A. albopictus* anaotogénie et autogénie dans les cages.

Le test ANOVA a montré une différence significative ($p=0.02$) entre la fertilité de la population des femelles anaotogénie et la population des femelles autogénie élevée dans les cages.

La figure (37) montre que la fertilité des femelles autogénie dans la cage ne dépasse pas une valeur de 10 éclosions suite d'une moyenne entre la date de ponte et la date d'éclosion de 11 jours. Par contre la fertilité de la population anaotogénie dans la cage est d'une valeur d'éclosion qui varie entre 170 et 380 éclos d'une moyenne de 4.8 jours.

3.3.5.- Comparaison intra-ponte des femelles anautogénie dans les pondoirs

Ici les résultats de la comparaison intra-ponte des femelles anautogénie élevés dans les gobelet sont représentés dans la figure 40.

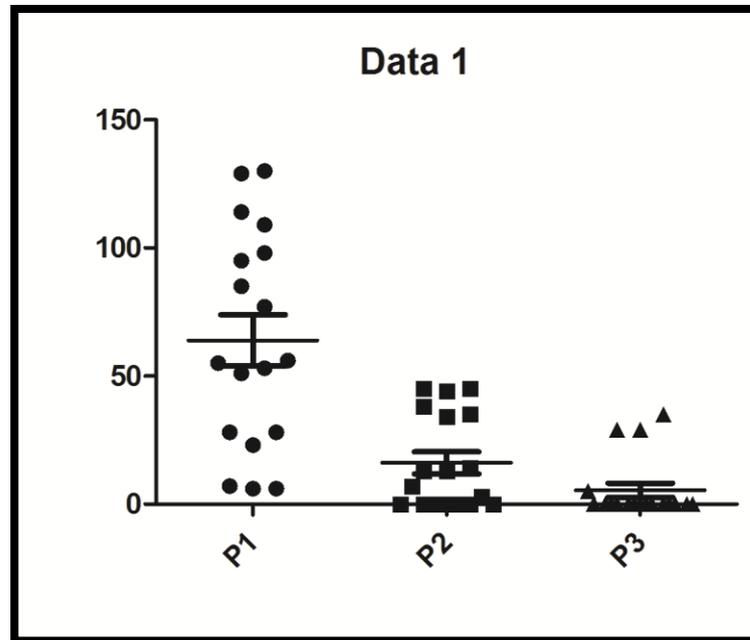


Figure 40 – Comparaison intra-ponte des femelles d'*A. albopictus* élevées dans les pondoirs.

La figure (40) représente les moyennes des pontes des femelles anautogénie dans les pondoirs.

A partir de la figure 40, nous remarquons que la première ponte est plus importante avec une moyenne qui varie entre 55 et 65 œufs. Suivi de la deuxième ponte avec une moyenne 20 œufs.

Enfin, au niveau de la troisième ponte, nous avons enregistré seulement une moyenne de 5 œufs.

Le test ANOVA montre que l'intra-ponte des femelles de la population anautogénie dans les pondoirs a une différence hautement significative ($p=0.000$).

3.5.- Discussion

Aedes albopictus est actuellement considéré comme une espèce la plus invasive dans le monde (Enserink 2008), sa capacité à s'adapter à une grande variété environnementale que ce soit dans les zones tropicales ou tempérées a permis sa dispersion à travers le monde (Gould et al., 2009). D'autres espèces de moustique comme *Culex pipiens molestus* ont la capacité de pondre une première génération d'œufs sans avoir recours au repas de sang ce qui permet leurs présence tout au long l'année (Benallal et al., 2015). Dans cette optique que notre étude a été réalisée, tout en comparant plusieurs paramètre tel que l'effet du repas de sang sur la longévité des femelles, le nombre d'œufs pondus (fécondité) et le nombre d'œufs éclos (la fertilité). Les résultats des femelles mises dans les gobelets ont permis de voir une différence significative quand les femelles prennent le repas de sang par rapport à celles qui sont nourries juste sur le jus sucré confirmant ainsi le rôle des éléments nutritifs qui se trouvent dans le sang dans le maintien des femelles en vie dans des espaces restreints en diminuant l'effet de stress causé par l'espace contrairement à ce qui a été observé lorsque les femelles ont été mises dans des cages leurs durée de vie est plus importante que ce soit pour les femelles maintenues par le jus sucré ou celles qui ont reçues un repas de sang. Les études faites par d'autres équipes rapportent que la longévité de l'adulte varie selon la température et l'humidité relative dont les femelles vivent en moyenne trente à quarante jours (Darnis, 2012). D'après Vacus (2012) les femelles d'*Aedes albopictus* en particulier vivent de deux (02) semaines à 1 mois et demi ce qui est en concordance avec les résultats reportés par l'expérience des cages. D'autre part, l'expérience des cages a permis d'isoler des femelles qui avaient le pouvoir de pondre sans repas de sang c'est-à-dire des femelles autogènes, malgré le nombre faible d'œufs pondus, les femelles d'*Ae. Albopictus* de la population d'Oran ont montré qu'elles peuvent être autogènes quand les conditions optimales sont réunies comme la température, l'espace, l'humidité et surtout la quantité idéale de nourriture fournis lors du développement larvaire, et ces résultats ont été déjà reportés par d'autres travaux qui ont prouvé le pouvoir de certaines populations d'*Ae. albopictus* dans des conditions contrôlées à pondre sans prendre de repas de sang (Geoffrey et al., 2005 ; Mori et al, 2008). Roubaud (1929), a observé que certain *Culex pipiens* sont maintenus sans nourriture après l'émergence des œufs développés, un phénomène qu'il a qualifié d'autogénie. Cette définition était élargie par Léa (1664) qui a validé la possibilité d'alimentation de sucre par les femelles d'*Aedes* et que l'autogénie peut assurer la maturation des œufs ensuite une étude a permis de voir que les femelles autogènes ont émergé avec une quantité de protéines métabolisables et des réserves d'énergie lipidique disponible (Jul ; 1994). Ce type de population permet de se

maintenir dans des zones où des hôtes potentiels ne sont présents et contribue dans leurs disséminations. Ce qui concerne la fécondité suite une fois la femelle fécondée elle stocke les spermatozoïdes dans les spermathèques qui sont libérés un à un lors de la ponte (**Hawley et al., 1988**), plus le repas sanguin est abondant, plus le nombre d'œufs sera élevé. Une femelle peut pondre jusqu'à 2000 œufs en 3 semaines, si elle prend un repas tous les 3 jours. Suite à une autre étude les femelles *Aedes* sp en particulier peuvent pondre tous les 2 jours, jusqu'à 150 œufs par ponte et la fécondité totale d'une femelle varie de 800 à 2500 œufs (**Vacus, 2012**), les chiffres avancés par les études avoisinent celles reportées par les différentes combinaisons effectuées au laboratoire. D'après **Nur Aida et al., (2008)**, les femelles *A. albopictus* pondent dans la nature en moyenne 77 œufs après le premier repas sanguin. Une autre étude a confirmé que le nombre d'œufs varie en fonction des espèces et de la quantité de sang absorbée. Chez le genre *Aedes*, les femelles pondent en moyenne entre 51,8 et 71,8 œufs en fonction du repas sanguin (**Gubler, 1971**). **Xue et al. (2009)**, ont obtenu un nombre d'œufs plus important lorsque les moustiques effectuaient leur repas sur un homme (82 œufs par femelle), que sur une dinde (80 œufs par femelle) ou une poule (67 œufs par femelle). D'autre part, certaines femelles ont pondu à trois reprises confirmant ainsi un autre mécanisme de dispersion d'*Ae. albopictus* dans la nature qui se fait par le partage de la ponte des œufs dans plusieurs gîtes larvaires pour assurer la persistance de l'espèce dans la nature (**Timothy et al., 2015**). Concernant la fertilité qui était de 50% pour la plus part des œufs peut être important l'espace sauf que la durée de l'éclosion des œufs qui correspond au développement post-embryonnaire elle est moins importante pour les œufs pondus par les femelles anautogène (femelles qui ont pris un repas de sang) qui est en moyenne de 4.8 jours ce qui est en concordance avec les résultats déjà reportés par d'autres travaux (**LAMBIDIN et al., 2009; COSTANZO et al., 2011**).

.-

Conclusion

La population d'*Aedes albopictus* présente en Algérie plus précisément à Oran peut devenir autogène dans certaines conditions comme le bon développement à l'état larvaire et l'absence d'hôte potentiel qui permet aux femelles de prendre leurs repas de sang et assurer la ponte des œufs. Par ailleurs cette étude a montré que l'espace joue un rôle très important dans la longévité des femelles et l'apport important des éléments nutritifs présents dans le sang dans la diminution du stress engendré par l'espace restreint dans la longévité des femelles, la fécondité et la fertilité. D'autre part cette étude a confirmé la technique de dispersion d'*Ae. albopictus* dans la nature en pondant les œufs d'une seule portée dans plusieurs gîtes ce qui lui permet d'augmenter sa chance de survie dans la nature.

Cette étude ouvre d'autres perspectives concernant cette population autogène surtout dans la transmission des pathogène dans la nature, les préférences trophiques de ces populations et leurs pouvoir de résistances aux insecticides, car de telle population peuvent maintenir des épidémies virales entre générations par une transmission ovarienne.

ANNEXE : 01

1.- Matériel non biologique utilisé dans la présente étude :

1.1.- Préparation du jus sucré à 10%.

- Peser 10g de sucre ;
- Dissoudre dans l'eau distillée ;
- Répartir l'eau sucrée dans des petites fioles ;
- Rouler du papier buvard et le mettre dans chaque fiole.

1.2.- Préparation du pondeur.

- Tapisser le gobelet avec du papier filtre ;
- Remplir le gobelet à moitié avec de l'eau distillée.
- Mettre les femelles à l'intérieur du gobelet et le couvrir avec un morceau de tulle.

1.3.- Outils de laboratoire et petit matériel pour manipulation

- Anesthésiées.
- Relaxant : Combistress: solution injectable (30 μ), sédatif pour les animaux utilisés comme pré-anesthésique avant une anesthésie locale ou générale
- Anesthésiant : IMALGENE 1000: solution injectable (0.4 μ), anesthésiant Kétamine sous forme de chlorhydrate.
- Aiguillé pour l'injection.
- Loupe binoculaire.
- Des bacs référencié.
- Trousse à dissection composée : Scalpels, pinces, aiguilles lancéolées, 2 paires de ciseaux, 1 sonde cannelée et 1 spatule pour peser.
- Des cages.

1.4.- Appareillage

- Humidificateur.

- Thermo-hygromètres : permettent de mesurer très facilement la température et le taux d'humidité de l'air.
- Aspirateur à moustique.



ANNEXE : 02

2. les tableaux traités par le test statistique Kaplan-Meier dans la comparaison.

2.1. Tableau de survie anautogénie autogénie dans les pondoirs.

Table de survie

| Type | Heure | Statut | Proportion cumulée de survie à ce moment-là | | Nombre d'événements cumulés | Nombre d'observations restantes |
|-----------|-------|--------|---|-----------------|-----------------------------|---------------------------------|
| | | | Estimation | Erreur standard | | |
| F_Anaut 1 | 4,000 | 1,0 | ,967 | ,033 | 1 | 29 |
| 2 | 5,000 | 1,0 | . | . | 2 | 28 |
| 3 | 5,000 | 1,0 | ,900 | ,055 | 3 | 27 |
| 4 | 8,000 | 1,0 | ,867 | ,062 | 4 | 26 |
| 5 | 9,000 | 1,0 | ,833 | ,068 | 5 | 25 |

| | | | | | | |
|----|--------|-----|------|------|----|----|
| 6 | 12,000 | 1,0 | . | . | 6 | 24 |
| 7 | 12,000 | 1,0 | ,767 | ,077 | 7 | 23 |
| 8 | 13,000 | 1,0 | . | . | 8 | 22 |
| 9 | 13,000 | 1,0 | . | . | 9 | 21 |
| 10 | 13,000 | 1,0 | ,667 | ,086 | 10 | 20 |
| 11 | 16,000 | 1,0 | ,633 | ,088 | 11 | 19 |
| 12 | 18,000 | 1,0 | . | . | 12 | 18 |
| 13 | 18,000 | 1,0 | . | . | 13 | 17 |
| 14 | 18,000 | 1,0 | . | . | 14 | 16 |
| 15 | 18,000 | 1,0 | . | . | 15 | 15 |
| 16 | 18,000 | 1,0 | ,467 | ,091 | 16 | 14 |
| 17 | 23,000 | 1,0 | . | . | 17 | 13 |
| 18 | 23,000 | 1,0 | . | . | 18 | 12 |
| 19 | 23,000 | 1,0 | . | . | 19 | 11 |
| 20 | 23,000 | 1,0 | . | . | 20 | 10 |
| 21 | 23,000 | 1,0 | . | . | 21 | 9 |
| 22 | 23,000 | 1,0 | . | . | 22 | 8 |
| 23 | 23,000 | 1,0 | . | . | 23 | 7 |
| 24 | 23,000 | 1,0 | . | . | 24 | 6 |
| 25 | 23,000 | 1,0 | . | . | 25 | 5 |
| 26 | 23,000 | 1,0 | ,133 | ,062 | 26 | 4 |
| 27 | 25,000 | 1,0 | . | . | 27 | 3 |
| 28 | 25,000 | 1,0 | ,067 | ,046 | 28 | 2 |
| 29 | 29,000 | 1,0 | ,033 | ,033 | 29 | 1 |

| | | | | | | | |
|--------|----|--------|-----|------|------|----|----|
| | 30 | 32,000 | 1,0 | ,000 | ,000 | 30 | 0 |
| F_Auto | 1 | 3,000 | 1,0 | . | . | 1 | 29 |
| | 2 | 3,000 | 1,0 | ,933 | ,046 | 2 | 28 |
| | 3 | 4,000 | 1,0 | . | . | 3 | 27 |
| | 4 | 4,000 | 1,0 | . | . | 4 | 26 |
| | 5 | 4,000 | 1,0 | ,833 | ,068 | 5 | 25 |
| | 6 | 7,000 | 1,0 | . | . | 6 | 24 |
| | 7 | 7,000 | 1,0 | . | . | 7 | 23 |
| | 8 | 7,000 | 1,0 | ,733 | ,081 | 8 | 22 |
| | 9 | 9,000 | 1,0 | . | . | 9 | 21 |
| | 10 | 9,000 | 1,0 | ,667 | ,086 | 10 | 20 |
| | 11 | 10,000 | 1,0 | . | . | 11 | 19 |
| | 12 | 10,000 | 1,0 | ,600 | ,089 | 12 | 18 |
| | 13 | 11,000 | 1,0 | ,567 | ,090 | 13 | 17 |
| | 14 | 13,000 | 1,0 | . | . | 14 | 16 |
| | 15 | 13,000 | 1,0 | . | . | 15 | 15 |
| | 16 | 13,000 | 1,0 | . | . | 16 | 14 |
| | 17 | 13,000 | 1,0 | ,433 | ,090 | 17 | 13 |
| | 18 | 14,000 | 1,0 | . | . | 18 | 12 |
| | 19 | 14,000 | 1,0 | . | . | 19 | 11 |
| | 20 | 14,000 | 1,0 | . | . | 20 | 10 |
| | 21 | 14,000 | 1,0 | . | . | 21 | 9 |
| | 22 | 14,000 | 1,0 | . | . | 22 | 8 |
| | 23 | 14,000 | 1,0 | . | . | 23 | 7 |

| | | | | | | |
|----|--------|-----|------|------|----|---|
| 24 | 14,000 | 1,0 | ,200 | ,073 | 24 | 6 |
| 25 | 16,000 | 1,0 | ,167 | ,068 | 25 | 5 |
| 26 | 23,000 | 1,0 | . | . | 26 | 4 |
| 27 | 23,000 | 1,0 | ,100 | ,055 | 27 | 3 |
| 28 | 25,000 | 1,0 | . | . | 28 | 2 |
| 29 | 25,000 | 1,0 | ,033 | ,033 | 29 | 1 |
| 30 | 35,000 | 1,0 | ,000 | ,000 | 30 | 0 |

2.2. Tableau de survie des mâles anautogénie autogénie dans les pondoirs.

Table de survie

| Type | Heure | Statut | Proportion cumulée de survie à ce moment-là | | Nombre d'événements cumulés | Nombre d'observations restantes |
|-----------|--------|--------|---|-----------------|-----------------------------|---------------------------------|
| | | | Estimation | Erreur standard | | |
| M_Anaut 1 | 1,000 | 1,0 | ,967 | ,033 | 1 | 29 |
| 2 | 2,000 | 1,0 | ,933 | ,046 | 2 | 28 |
| 3 | 5,000 | 1,0 | ,900 | ,055 | 3 | 27 |
| 4 | 9,000 | 1,0 | . | . | 4 | 26 |
| 5 | 9,000 | 1,0 | ,833 | ,068 | 5 | 25 |
| 6 | 10,000 | 1,0 | ,800 | ,073 | 6 | 24 |
| 7 | 13,000 | 1,0 | . | . | 7 | 23 |
| 8 | 13,000 | 1,0 | . | . | 8 | 22 |
| 9 | 13,000 | 1,0 | ,700 | ,084 | 9 | 21 |
| 10 | 16,000 | 1,0 | . | . | 10 | 20 |
| 11 | 16,000 | 1,0 | . | . | 11 | 19 |

| | | | | | | | |
|--------|----|--------|-----|------|------|----|----|
| | 12 | 16,000 | 1,0 | ,600 | ,089 | 12 | 18 |
| | 13 | 18,000 | 1,0 | . | . | 13 | 17 |
| | 14 | 18,000 | 1,0 | . | . | 14 | 16 |
| | 15 | 18,000 | 1,0 | ,500 | ,091 | 15 | 15 |
| | 16 | 19,000 | 1,0 | . | . | 16 | 14 |
| | 17 | 19,000 | 1,0 | ,433 | ,090 | 17 | 13 |
| | 18 | 20,000 | 1,0 | ,400 | ,089 | 18 | 12 |
| | 19 | 23,000 | 1,0 | . | . | 19 | 11 |
| | 20 | 23,000 | 1,0 | . | . | 20 | 10 |
| | 21 | 23,000 | 1,0 | ,300 | ,084 | 21 | 9 |
| | 22 | 25,000 | 1,0 | . | . | 22 | 8 |
| | 23 | 25,000 | 1,0 | . | . | 23 | 7 |
| | 24 | 25,000 | 1,0 | ,200 | ,073 | 24 | 6 |
| | 25 | 27,000 | 1,0 | ,167 | ,068 | 25 | 5 |
| | 26 | 30,000 | 1,0 | . | . | 26 | 4 |
| | 27 | 30,000 | 1,0 | . | . | 27 | 3 |
| | 28 | 30,000 | 1,0 | ,067 | ,046 | 28 | 2 |
| | 29 | 32,000 | 1,0 | ,033 | ,033 | 29 | 1 |
| | 30 | 34,000 | 1,0 | ,000 | ,000 | 30 | 0 |
| M_Auto | 1 | 1,000 | 1,0 | . | . | 1 | 29 |
| | 2 | 1,000 | 1,0 | . | . | 2 | 28 |
| | 3 | 1,000 | 1,0 | . | . | 3 | 27 |
| | 4 | 1,000 | 1,0 | . | . | 4 | 26 |
| | 5 | 1,000 | 1,0 | ,833 | ,068 | 5 | 25 |

| | | | | | | |
|----|--------|-----|------|------|----|----|
| 6 | 3,000 | 1,0 | . | . | 6 | 24 |
| 7 | 3,000 | 1,0 | . | . | 7 | 23 |
| 8 | 3,000 | 1,0 | ,733 | ,081 | 8 | 22 |
| 9 | 4,000 | 1,0 | ,700 | ,084 | 9 | 21 |
| 10 | 9,000 | 1,0 | . | . | 10 | 20 |
| 11 | 9,000 | 1,0 | ,633 | ,088 | 11 | 19 |
| 12 | 10,000 | 1,0 | . | . | 12 | 18 |
| 13 | 10,000 | 1,0 | . | . | 13 | 17 |
| 14 | 10,000 | 1,0 | ,533 | ,091 | 14 | 16 |
| 15 | 14,000 | 1,0 | ,500 | ,091 | 15 | 15 |
| 16 | 16,000 | 1,0 | ,467 | ,091 | 16 | 14 |
| 17 | 18,000 | 1,0 | . | . | 17 | 13 |
| 18 | 18,000 | 1,0 | ,400 | ,089 | 18 | 12 |
| 19 | 21,000 | 1,0 | . | . | 19 | 11 |
| 20 | 21,000 | 1,0 | ,333 | ,086 | 20 | 10 |
| 21 | 23,000 | 1,0 | . | . | 21 | 9 |
| 22 | 23,000 | 1,0 | . | . | 22 | 8 |
| 23 | 23,000 | 1,0 | ,233 | ,077 | 23 | 7 |
| 24 | 26,000 | 1,0 | . | . | 24 | 6 |
| 25 | 26,000 | 1,0 | ,167 | ,068 | 25 | 5 |
| 26 | 28,000 | 1,0 | . | . | 26 | 4 |
| 27 | 28,000 | 1,0 | . | . | 27 | 3 |
| 28 | 28,000 | 1,0 | ,067 | ,046 | 28 | 2 |
| 29 | 30,000 | 1,0 | ,033 | ,033 | 29 | 1 |

| | | | | | | |
|----|--------|-----|------|------|----|---|
| 30 | 35,000 | 1,0 | ,000 | ,000 | 30 | 0 |
|----|--------|-----|------|------|----|---|

2.3. Tableau de survie des femelles anautogénie et autogénie dans les cages.

Table de survie

| Sexe | Heure | Statut | Proportion cumulée de survie à ce moment-là | | Nombre d'événements cumulés | Nombre d'observations restantes | |
|-------|-------|--------|---|-----------------|-----------------------------|---------------------------------|----|
| | | | Estimation | Erreur standard | | | |
| F_Ana | 1 | 6,000 | 1,0 | ,967 | ,033 | 1 | 29 |
| | 2 | 13,000 | 1,0 | ,933 | ,046 | 2 | 28 |
| | 3 | 20,000 | 1,0 | . | . | 3 | 27 |
| | 4 | 20,000 | 1,0 | . | . | 4 | 26 |
| | 5 | 20,000 | 1,0 | ,833 | ,068 | 5 | 25 |
| | 6 | 25,000 | 1,0 | ,800 | ,073 | 6 | 24 |
| | 7 | 30,000 | 1,0 | . | . | 7 | 23 |
| | 8 | 30,000 | 1,0 | . | . | 8 | 22 |
| | 9 | 30,000 | 1,0 | ,700 | ,084 | 9 | 21 |
| | 10 | 34,000 | 1,0 | ,667 | ,086 | 10 | 20 |
| | 11 | 35,000 | 1,0 | . | . | 11 | 19 |
| | 12 | 35,000 | 1,0 | ,600 | ,089 | 12 | 18 |
| | 13 | 38,000 | 1,0 | ,567 | ,090 | 13 | 17 |
| | 14 | 40,000 | 1,0 | . | . | 14 | 16 |
| | 15 | 40,000 | 1,0 | ,500 | ,091 | 15 | 15 |
| | 16 | 44,000 | 1,0 | ,467 | ,091 | 16 | 14 |
| | 17 | 45,000 | 1,0 | ,433 | ,090 | 17 | 13 |

| | | | | | | | |
|-------|----|--------|-----|------|------|----|----|
| | 18 | 48,000 | 1,0 | . | . | 18 | 12 |
| | 19 | 48,000 | 1,0 | . | . | 19 | 11 |
| | 20 | 48,000 | 1,0 | . | . | 20 | 10 |
| | 21 | 48,000 | 1,0 | . | . | 21 | 9 |
| | 22 | 48,000 | 1,0 | . | . | 22 | 8 |
| | 23 | 48,000 | 1,0 | . | . | 23 | 7 |
| | 24 | 48,000 | 1,0 | . | . | 24 | 6 |
| | 25 | 48,000 | 1,0 | . | . | 25 | 5 |
| | 26 | 48,000 | 1,0 | . | . | 26 | 4 |
| | 27 | 48,000 | 1,0 | ,100 | ,055 | 27 | 3 |
| | 28 | 62,000 | 1,0 | . | . | 28 | 2 |
| | 29 | 62,000 | 1,0 | . | . | 29 | 1 |
| | 30 | 62,000 | 1,0 | ,000 | ,000 | 30 | 0 |
| F_Aut | 1 | 8,000 | 1,0 | ,967 | ,033 | 1 | 29 |
| | 2 | 30,000 | 1,0 | . | . | 2 | 28 |
| | 3 | 30,000 | 1,0 | ,900 | ,055 | 3 | 27 |
| | 4 | 34,000 | 1,0 | . | . | 4 | 26 |
| | 5 | 34,000 | 1,0 | ,833 | ,068 | 5 | 25 |
| | 6 | 35,000 | 1,0 | ,800 | ,073 | 6 | 24 |
| | 7 | 36,000 | 1,0 | . | . | 7 | 23 |
| | 8 | 36,000 | 1,0 | ,733 | ,081 | 8 | 22 |
| | 9 | 38,000 | 1,0 | ,700 | ,084 | 9 | 21 |
| | 10 | 40,000 | 1,0 | . | . | 10 | 20 |
| | 11 | 40,000 | 1,0 | . | . | 11 | 19 |

| | | | | | | |
|----|--------|-----|------|------|----|----|
| 12 | 40,000 | 1,0 | . | . | 12 | 18 |
| 13 | 40,000 | 1,0 | . | . | 13 | 17 |
| 14 | 40,000 | 1,0 | . | . | 14 | 16 |
| 15 | 40,000 | 1,0 | . | . | 15 | 15 |
| 16 | 40,000 | 1,0 | . | . | 16 | 14 |
| 17 | 40,000 | 1,0 | . | . | 17 | 13 |
| 18 | 40,000 | 1,0 | . | . | 18 | 12 |
| 19 | 40,000 | 1,0 | . | . | 19 | 11 |
| 20 | 40,000 | 1,0 | . | . | 20 | 10 |
| 21 | 40,000 | 1,0 | ,300 | ,084 | 21 | 9 |
| 22 | 44,000 | 1,0 | ,267 | ,081 | 22 | 8 |
| 23 | 45,000 | 1,0 | ,233 | ,077 | 23 | 7 |
| 24 | 57,000 | 1,0 | . | . | 24 | 6 |
| 25 | 57,000 | 1,0 | . | . | 25 | 5 |
| 26 | 57,000 | 1,0 | . | . | 26 | 4 |
| 27 | 57,000 | 1,0 | . | . | 27 | 3 |
| 28 | 57,000 | 1,0 | . | . | 28 | 2 |
| 29 | 57,000 | 1,0 | . | . | 29 | 1 |
| 30 | 57,000 | 1,0 | ,000 | ,000 | 30 | 0 |

3.4. Tableau de survie des femelles anautogénie dans la cage et les femelles anautogénie dans les pondoirs.

Table de survie

| Nombre | Heure | Statut | Proportion cumulée de survie à ce moment-là | | Nombre d'événements cumulés | Nombre d'observations restantes |
|--------|-------|--------|---|-----------------|-----------------------------|---------------------------------|
| | | | Estimation | Erreur standard | | |
| C 1 | 8,000 | 1,0 | ,967 | ,033 | 1 | 29 |

| | | | | | | | |
|----|--------|-------|------|------|------|----|----|
| 2 | 30,000 | 1,0 | . | . | 2 | 28 | |
| 3 | 30,000 | 1,0 | ,900 | ,055 | 3 | 27 | |
| 4 | 34,000 | 1,0 | . | . | 4 | 26 | |
| 5 | 34,000 | 1,0 | ,833 | ,068 | 5 | 25 | |
| 6 | 35,000 | 1,0 | ,800 | ,073 | 6 | 24 | |
| 7 | 36,000 | 1,0 | . | . | 7 | 23 | |
| 8 | 36,000 | 1,0 | ,733 | ,081 | 8 | 22 | |
| 9 | 38,000 | 1,0 | ,700 | ,084 | 9 | 21 | |
| 10 | 40,000 | 1,0 | . | . | 10 | 20 | |
| 11 | 40,000 | 1,0 | . | . | 11 | 19 | |
| 12 | 40,000 | 1,0 | . | . | 12 | 18 | |
| 13 | 40,000 | 1,0 | . | . | 13 | 17 | |
| 14 | 40,000 | 1,0 | . | . | 14 | 16 | |
| 15 | 40,000 | 1,0 | . | . | 15 | 15 | |
| 16 | 40,000 | 1,0 | . | . | 16 | 14 | |
| 17 | 40,000 | 1,0 | . | . | 17 | 13 | |
| 18 | 40,000 | 1,0 | . | . | 18 | 12 | |
| 19 | 40,000 | 1,0 | . | . | 19 | 11 | |
| 20 | 40,000 | 1,0 | . | . | 20 | 10 | |
| 21 | 40,000 | 1,0 | ,300 | ,084 | 21 | 9 | |
| 22 | 44,000 | 1,0 | ,267 | ,081 | 22 | 8 | |
| 23 | 45,000 | 1,0 | ,233 | ,077 | 23 | 7 | |
| 24 | 57,000 | 1,0 | . | . | 24 | 6 | |
| 25 | 57,000 | 1,0 | . | . | 25 | 5 | |
| 26 | 57,000 | 1,0 | . | . | 26 | 4 | |
| 27 | 57,000 | 1,0 | . | . | 27 | 3 | |
| 28 | 57,000 | 1,0 | . | . | 28 | 2 | |
| 29 | 57,000 | 1,0 | . | . | 29 | 1 | |
| 30 | 57,000 | 1,0 | ,000 | ,000 | 30 | 0 | |
| G | 1 | 3,000 | 1,0 | . | . | 1 | 29 |
| | 2 | 3,000 | 1,0 | ,933 | ,046 | 2 | 28 |
| | 3 | 4,000 | 1,0 | . | . | 3 | 27 |
| | 4 | 4,000 | 1,0 | . | . | 4 | 26 |
| | 5 | 4,000 | 1,0 | ,833 | ,068 | 5 | 25 |
| | 6 | 7,000 | 1,0 | . | . | 6 | 24 |
| | 7 | 7,000 | 1,0 | . | . | 7 | 23 |
| | 8 | 7,000 | 1,0 | ,733 | ,081 | 8 | 22 |
| | 9 | 9,000 | 1,0 | . | . | 9 | 21 |

| | | | | | | |
|----|--------|-----|------|------|----|----|
| 10 | 9,000 | 1,0 | ,667 | ,086 | 10 | 20 |
| 11 | 10,000 | 1,0 | . | . | 11 | 19 |
| 12 | 10,000 | 1,0 | ,600 | ,089 | 12 | 18 |
| 13 | 11,000 | 1,0 | ,567 | ,090 | 13 | 17 |
| 14 | 13,000 | 1,0 | . | . | 14 | 16 |
| 15 | 13,000 | 1,0 | . | . | 15 | 15 |
| 16 | 13,000 | 1,0 | . | . | 16 | 14 |
| 17 | 13,000 | 1,0 | ,433 | ,090 | 17 | 13 |
| 18 | 14,000 | 1,0 | . | . | 18 | 12 |
| 19 | 14,000 | 1,0 | . | . | 19 | 11 |
| 20 | 14,000 | 1,0 | . | . | 20 | 10 |
| 21 | 14,000 | 1,0 | . | . | 21 | 9 |
| 22 | 14,000 | 1,0 | . | . | 22 | 8 |
| 23 | 14,000 | 1,0 | . | . | 23 | 7 |
| 24 | 14,000 | 1,0 | ,200 | ,073 | 24 | 6 |
| 25 | 16,000 | 1,0 | ,167 | ,068 | 25 | 5 |
| 26 | 23,000 | 1,0 | . | . | 26 | 4 |
| 27 | 23,000 | 1,0 | ,100 | ,055 | 27 | 3 |
| 28 | 25,000 | 1,0 | . | . | 28 | 2 |
| 29 | 25,000 | 1,0 | ,033 | ,033 | 29 | 1 |
| 30 | 35,000 | 1,0 | ,000 | ,000 | 30 | 0 |

Références bibliographique

- (J.P.Marino) **LES CULICOIDES, "Moustiques" et "Moucheron piqueurs" (3) : 4-Famille des Culicidae ou "vrais Moustiques" : Page 15-2'**
- **Adhami, J. et Reiter, P. (1998).** Introduction and establishment of *Aedes (Stegomyia) albopictus* skuse (Diptera: Culicidae) in Albania. *J Am Mosq Control Assoc*, 14(3): 340–3.
- **AMori, J, Romero-Severson. WC, Black. IV, and DW Severson. 2008.** Quantitative trait loci determining autogeny and body size in the Asian tiger mosquito (*Aedes albopictus*) .*Heredity* (Edinb). 101(1): 75–82. doi:10.1038/hdy.2008.32.
- **Anonyme, 2016 : Le moustique tigre fait son apparition, 6 Novembre 2016 .**
<http://www.depechedekabylie.com/>
- **Benallal K, Benbetka S ,Tail G and Harrat Z.** Molecular characterization of *Culex pipiens* (Diptera, Culicidae) in Reghaïa lake, Algeria. 2015. *Annals of Biological Sciences* 3 (1):20-24.
- **Benallal, K.E., Allal-Ikhlef, A., Benhamouda, K., Schaffner, F. et Harrat, Z. (2016).** First report of *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Diptera: Culicidae) in Oran, West of Algeria. *Acta Tropica*, 164 : 411–413.
- **Boyer, S. (2006).** *Résistance métabolique des larves de moustiques aux insecticides : conséquences environnementales.* Thèse de biologie, Université de Grenoble I, 78 p.
- **Briegel, H. (2003).** Physiological bases of mosquito ecology. *J Vector Ecol.*, 28(1) :1-11.
- **Browne, L.B. (2001).** Quantitative aspects of the regulation of ovarian development in selected anautogenous Diptera: integration of endocrinology and nutrition. *Entom. Exp. App.*, 100(2) :137–149.
- **Browne, LB. (2001).** Quantitative aspects of the regulation of ovarian development in selected anautogenous Diptera: integration of endocrinology and nutrition. *Entom. Exp. App.* 2001;100:137–149.
- **Clements ,AN. (1963).** Physiological bases of mosquito ecology.*Briegel H J Vector Ecol.* 2003 Jun; 28(1):1-11.

- **Darnis, G. et Fortier, L. (2012).** Zooplankton respiration and the export of carbon at depth in the Amundsen Gulf (Arctic Ocean). *J Geophys Res*, 117: C04013.
- **Darnis, G., Barber, D.G. et Fortier, L. (2008).** Sea ice and the onshore-offshore gradient in pre-winter zooplankton assemblages in southeastern Beaufort Sea. *J Mar Sys* 74(3-4): 994–1011.
- **De Jong, L., Moreau, X., Dalia, J., Coustau, C. et Thiéry A. (2009).** Molecular characterisation of the invasive Asian tiger mosquito, *Aedes (stegomyia) albopictus* (Diptera: Culicidae) in Corsica. *Acta Tropica* , 112(3): 266-9.
- **Delatte, H., Gimonneau, G., Triboire, A. et Fontenille, D. (2009).** Influence of temperature on immature development, survival, longevity, fecundity and gonotrophic cycles of *Aedes albopictus*, vector of chikungunya and dengue in the Indian ocean. *journal of medical entomology* , 46(1): 33-41.
- **Diallo, T.O., Remoue, F., Schacht, A.M., Charrier, N., Dompnier, J.P., Pillet, S., Garraud, O., N'diaye, A.A., Capron, A., Capron, M. et Riveau, G. (2010).** Schistosomiasis co-infection in humans influences inflammatory markers in uncomplicated *Plasmodium falciparum* malaria. *Parasite Immunol.*, 26 (8-9) : 365–9.
- **Enserink, M. (2008).** A mosquito goes global. *Science*. 320: 864–866.
- **Fontenille, D. , LECOLLINET , S., LEFAIT-ROBIN , R. , SEBTBON, M. , TIREL , B. , YEBAKIMA, A. (2009).** *La lutte antivectorielle en France , COLLECTION Expertise collégiale. Institut de Recherche pour le Développement, Marseille, 533p.*
- **GEOFFREY, M. ATTARDO,., IMMO, A., HANSEN, ALEXANDERl , S. Raikhel. (2005).** Nutritional regulation of vitellogenesis in mosquitoes: Implications for anautogeny. *Insect Biochemistry and Molecular Biology* 35 (2005) 661–675.
- **Gould, EA., Higgs, S. (2009).** Impact of climate change and other factors on emerging arbovirus diseases. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 103: 109–121.
- **Gratz, N.G. (2004).** Critical review of the vector status of *Aedes albopictus*. *Medical and veterinary Entomology*, 18(3): 215-27.
- **Gubler, D.J. (1971).** Studies on the comparative oviposition behavior of *Aedes (Stegomyia) albopictus* and *Aedes (Stegomyia) polynesiensis* Marks. *J Med Entomol* 8(6): 675-82.

- **Gubler, D.J. (1998).** Dengue and dengue hemorrhagic fever. *Clin Microbiol Rev.*, 11(3) :480–96.
- **Gubler, D.J. (1998).** Resurgent vector-borne diseases as a global health problem. *Emerg Infect Dis.*, 4(3) :442–450.
- **Gulia-Nuss, M., Elliot, A., Brown, M.R. et Strand, M.R. (2015).** Multiple factors contribute to anautogenous reproduction by the mosquito *Aedes aegypti*. *J insect physiol*, 82: 8-16.
- **Hawley, W.A. (1988).** The biology of *Aedes albopictus*. *J Am Mosq Control Assoc Suppl* 1: 1-39.
- **Hawley, W.A., Pumpuni, C.B., Brady, R.H. et Craig, G.B. J.R. (1989).** Overwintering survival of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) eggs in Indiana. *J Med Entomol*, 26(2): 122-9.
- **Hofhuis, J., Van der Zee, K.I. et Otten, S. (2012).** Social identity patterns in culturally diverse organizations: the role of diversity climate. *J Appl Soc Psychol.*, 42(4):964–989.
- **KNUDSEN, AB. (1995a).** Geographic spread of *Aedes albopictus* in Europe and the concern among public health authorities. Report and recommendations of workshop, held in Rome, Decembre 1994. *Eur J Epidemiol* 11(3): 354-348.
- **Lachmajer, J. et Hien, D.S. (1975).** Effect of the environmental conditions on eggs and water living stages of *Aedes aegypti* (Linn.) and *Aedes albopictus* (Skuse), vectors of dengue haemorrhagic fever in Viet-Nam. *Bull Inst Marit Trop Med Gdynia* 26(3-4): 353-67.
- **LAMBDIN, BH., SCHMAEDICK, MA., MCCLINTOCK, S., ROBERTS, J., GURR, NE., MARCOS, K., et al. (2009).** Dry season production of filariasis and dengue vectors in American Samoa and comparison with wet season production. *Am J Trop Med Hyg* 81(6): 1013-1019.
- **LEMA, E. (2000).** Etude qualitative de la faune culicidienne et son influence sur la prévalence plasmodiale en milieu urbain et périurbain de Yaoundé. Mémoire D.I.P.E.S II. ENS: 41.
- **Margalit, J. et Dean, D. (1985).** The story of *Bacillus thuringiensis* var. *iraelensis* Bti). *Journal of the American Mosquito Control Association*, 1(1) : 1-7.

- **Medlock, J.M., Hansford, K.M., Schaffner, F., Versteirt, V., Hendrickx, G., Zeller, H. et Bortel, W.V. (2012).** A review of the invasive mosquitoes in Europe: ecology, public health risks, and control options. *Vector Borne and Zoonotic Diseases*, 12(6) :435–447.
- **Nur Aida, H., Abu Hassan A., Nurita, A.T., Che Salmah, M.R. et Norasmah, B. (2008).** Population analysis of *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera : Culicidae) under uncontrolled laboratory conditions. *Tropical biomedicine* 25(2) : 117-125.
- OMS (2015) <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00812118/document> ; Modélisation du risque d'exposition aux moustiques vecteurs de Plasmodium spp. dans un contexte de lutte anti-vectorielle. Nicolas Moiroux.
- OMS (2015). Dengue : prévention et lutte Rapport du Secrétariat (http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA68/A68_29-fr.pdf)
- **PACHTER, H.L., KNUDSO, M.M., ESRIG, B., RO, S., Hoyt, D., COGBILL, T., SHERMAN, H., Scalea, T., HARRISON, P., SHACKFORD, S. et al. (1996).** Status of nonoperative management of blunt hepatic injuries in 1995: a multicenter experience with 404 patients. *J Trauma*, 40(1): 31-8.
- **Paupy, C., Delatte, H., Bagny, L., Corbel, V. et Fontenille, D. (2009).** *Aedes albopictus*, an arbovirus vector: from the darkness to the light. *Microbes Infect*, 11(14-15): 1177-85.
- **Paupy, C., Ollomo, B., Kamgang, B., Moutailler, S., Rousset, D., Demanou, M., Hervé, J.P., Leroy, E. et Simard, F. (2010).** Comparative role of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* in the emergence of Dengue and Chikungunya in central Africa. *Vector Borne Zoonotic Dis.*, 10(3): 259–66.
- **Pialoux, G., Gaüzère, B.-A. et Strobel, M. (2006).** Infection à virus Chikungunya : revue générale par temps d'épidémie. *Médecine et maladies infectieuses*, 36(5) : 253-263.
- **Rhodain, F. (1996).** Problèmes posés par l'expansion d'*Aedes albopictus*. *Bull. Soc. Path. Ex.*, 89, 137-141.
- **Rioux JA, Crost H, Pech-Perieres J, Guilvard E, Belmonte A. (1975).** L'autogénèse chez les diptères autogènes. *Ann. Parasit. Hum. Comp.* ; 50:134–140.
- **Rodhain, F., Rosen, L. et Reiter, P. (1996).** Problèmes posés par l'expansion d'*Aedes albopictus*. *Bull. Soc. Path. Ex.*, 89, 137-141.

- **Roubaud, (1929)**, *Annals of the Entomological Society of America*, Volume 57, Issue 5, 1 September 1964. Selection for Autogeny in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae1)., Pages 656–657.
- **SCHAFFNER, F. (2012)**. Biodiversité des moustiques de France (Diptera : Culicidae). *Ann. Soc. Antomol. Fr.*, 35 (suppl.), 319-327.
- **Timothy JD, Kaufman PE, Hogsette JA, Kline DL (2015)**. The effects of larval habitat quality on *Aedes albopictus* skip oviposition. *J Am Mosq Control Assoc.* 31(4): 321–328.
- **Vacus, G. (2012)**. *Expansion géographique d'Aedes albopictus, Quel risque de maladies émergentes en France métropolitaine ?*. Mémoire pour l'obtention du diplôme de médecine agricole. INMA, France, 111 p.
- **Xue, R.D., Barnard, D.R. et Ali, A. (2009)**. Influence of multiple blood meals on gonotrophic dissociation and fecundity in *Aedes albopictus*. *J Am Mosq Control Assoc.* 25(4): 504-7.
- **Clements, AN. (1992)**. *The Biology of Mosquitoes*, Vol. 1. London: Chapman & Hall; 1992
- **DDASS , 60. (2006)**. Contrôle sanitaire aux frontières. Modalités de gestion des alertes sanitaires à l'aéroport de Beauvais Tillé. Mars 2006.
- **Hudson, A. (1970)**. Factors affecting egg maturation and oviposition by autogenous *Aedes atropalpus*(Diptera: Culicidae) *Can. Entomol.* 1970;12:939–950.
- **LEA ,AO. (1964)**. Selection for autogeny in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) *Ann. Entomol. Soc. Am.* 1964;57:656–657.
- **MALADR, I. L. (2010)**. <http://www.ilm.pf/infomoustiques>.
- **O'Meara, G.F. (1985)**. Gonotrophic interactions in mosquitoes – kicking the blood-feeding habit. *Flor. Entomol.* 1985;68:122–133.
- Eid ?? (2011). *EID Méditerranée Suivi de l'initiation naturelle de la diapause d'Aedes albopictus (Skuse 1894) . Voila le mémoire ou je l ai prise*
<http://fulltext.bdsp.ehesp.fr/Ehesp/Memoires/igs/2011/brasseur.pdf>
- <http://aramel.free.fr/INSECTES15-2%27.shtml>

IZRI, A., BITAM, I. & CHARREL, R.N. (2011).- First entomological documentation of Aedes (Stegomyia) albopictus(Skuse, 1894) in Algeria. Clin. Microbiol. Infect.,17(7), 1116-1118.