Rapport technique

Conservation de Sebkhet Séjoumi (Tunisie) : Impacts potentiels du futur Plan d'Aménagement et de Valorisation et lutte écologique contre les moustiques

Guelmami Anis[1*], Chamssidine Combo Anlamina[2], Labidi Imen[3], Feltrup-Azafzaf Claudia[3]

[1]Tour du Valat (Institut de recherche pour la conservation des zones humides méditerranéennes), France
[2]QISTA, France
[3]Association les Amis des Oiseaux / BirdLife en Tunisie, Tunisie

Contact guelmami@tourduvalat.org

Coordinateur	Tour du Valat (France)
Partenaires technique 1	QISTA (France)
Partenaires technique 2	Association les Amis des Oiseaux (Tunisie)
Partenaire financier	Région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur (France)
Date de lancement du projet	19/06/2020
Durée du projet	24 mois (plus 6 mois de prorogation)
Date de publication du rapport	Janvier 2023

Citation : Guelmami A., Chamssidine Combo A., Labidi I., Feltrup-Azafzaf C., 2023. *Conservation de Sebkhet Séjoumi (Tunisie) : Impacts potentiels du futur Plan d'Aménagement et de Valorisation et lutte écologique contre les moustiques*. Rapport technique. Tour du Valat, Arles (France). 27p.

Sommaire

1. Contexte général et rappel des objectifs du projet 3

1.1. Objectifs spécifiques 4

2. Mise en œuvre des activités 5

2.1. Activité 1. Renforcement du suivi spatialisé de Sebkhet Séjoumi : Analyse des impacts potentiels du PAV 5

2.1.1. Contexte et résultats 5

2.1.2. Conclusion 8

2.2. Activité 2. Lutte écologique contre les moustiques : Installation des Bornes Anti-Moustiques (BAM) 10

2.2.1. Contexte 10

2.2.2. Organisation de l'Activité 2 10

2.2.3. Installation des BAM 12

2.2.4. Suivis des captures 13

2.2.5. Suivis sociologiques 16

2.2.6. Discussion, conclusion et recommandations 17

2.3. Activité 3 : Sensibilisation et plaidoyer pour une gestion plus rationnelle de Sebkhet Séjoumi 19

Références bibliographiques 21

Annexe 1 : Calendrier des réunions et des missions 22

Annexe 2 : Protocoles des suivis de capture 23

Annexe 3 : Tableau des captures de moustiques réalisées par les BAM (données brutes) 25

Annexe 4 : Questionnaire pour les enquêtes sociologiques 26

Annexe 5 : Températures min et max (°C), humidité relative (%) et précipitations (mm) dans et autour des deux sites pilotes, entre le 01 août et le 30 novembre 2022 27

1. Contexte général et rappel des objectifs du projet

Le projet de **Conservation de la zone humide de Sebkhet Séjoumi** fait suite à la visite officielle du Président de la Région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur à Tunis (Tunisie) en juillet 2019, à laquelle la Tour du Valat a également pris part. Il vise à renforcer les actions de conservation et de protection s'une zone humides d'importance international dans la banlieue du Grand Tunis (Sebkhet Séjoumi), à travers le développement d'une action en partenariat avec le Service de Coopération Décentralisé du Conseil Régional.

Sebkhet Séjoumi (Figure 1) est une zone humide d'une grande valeur écologique en plein milieu urbain (banlieue sud-ouest du Grand Tunis). Son importance, notamment pour les oiseaux d'eau migrateurs, a été reconnue par l'attribution de plusieurs statuts internationaux : Zone Humide d'Importance Internationale (Convention Ramsar), Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux (ZICO) et Zone Clés pour la Biodiversité (ZCB). C'est également le 4ème plus important site pour l'hivernage des oiseaux d'eau dans toute l'Afrique du Nord, de l'Egypte au Maroc (Sayoud et al., 2017). Ce site, dont la plupart des fonctions naturelles sont encore préservées à ce jour malgré les nombreuses dégradations qu'il a subies, offre également de multiples services écosystémiques aux populations riveraines (parfois même sans qu'ils s'en aperçoivent), tels que la protection contre les crues, la régulation du climat local, le pâturage, la collecte de fourrage, l'atténuation de certains effets liés au changement climatique, ou encore des services récréatifs (Guelmami, 2020).

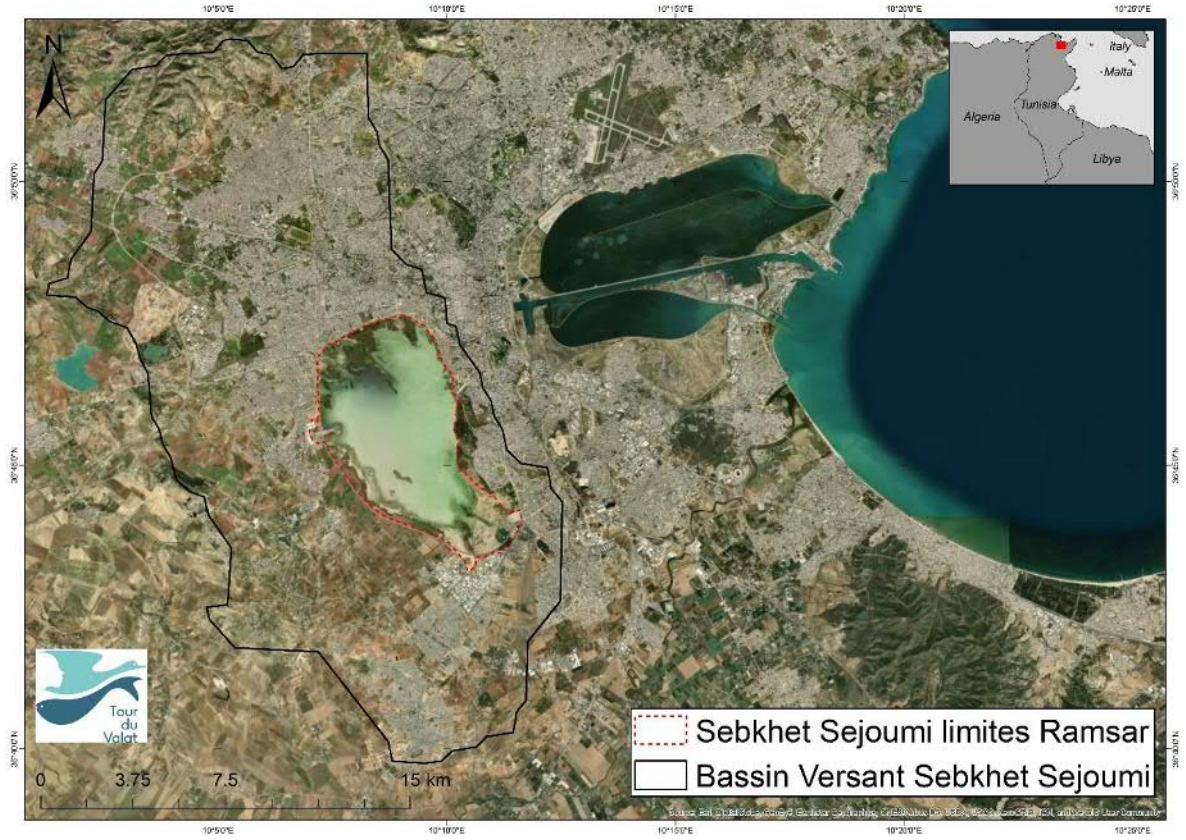


Figure 1 : Localisation et délimitation de Sebkhet Séjoumi (limites du site Ramsar), ainsi que de son bassin versant (Guelmami, 2020).

Sebkhet Séjoumi est une des dernières « grandes » zones humides dans un état supposé encore intact et « naturel » de la région du Grand Tunis. Malheureusement, depuis quelques années elle suscite de nombreuses convoitises, notamment de la part de certains promoteurs immobiliers, suite à la volonté affichée des autorités de lancer un grand Projet d'Aménagement et de Valorisation (PAV) touchant à la zone humide et ses alentours proches (berges notamment). Ce dernier, dans sa forme actuelle (MEHI, 2021), vise à transformer complètement la zone humide (remblaiement, assèchement d'une partie des zones en eau, endiguement des berges…etc.) afin de « l'assainir » pour en faire un lieu de villégiature, de développement touristique et de quartiers résidentiels (à l'image du Lac de Tunis, quelques années auparavant). Cependant, il faut noter que l'Etude d'Impacts sur l'Environnement (EIE) du PAV, menée entre 2016 et 2020 (MEHI, 2021), n'a pas reçu d'avis favorable de la part de l'autorité nationale référence, à savoir l'Agence National de Protection de l'Environnement (ANPE). En effet, cette version du PAV ne tiendrait pas assez compte de la richesse biologique exceptionnelle du site, des caractéristiques écologiques naturelles lui proférant son statut de site d'exception en Afrique du Nord, ainsi que des liens étroits qui existent entre son fonctionnement hydrologique et son rôle important pour le maintien de cette biodiversité et des nombreux services écosystémiques qu'il fournit.

Il est donc plus qu'urgent d'engager des actions visant à mieux valoriser Sebkhet Séjoumi, tout en lui conservant un état et un fonctionnement les plus naturels possible. Celles-ci ne se concrétiseront que grâce à une large prise de conscience, de la part de la population (riveraine et nationale) mais également des autorités publiques et du secteur privé, de son importance pour l'Homme et la biodiversité. Dans ce contexte, le projet de **Conservation de la zone humide de Sebkhet Séjoumi**, mis en œuvre entre juin 2020 et décembre 2022 grâce à une subvention accordée par le Service de Coopération Décentralisé de la Région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur, vise à engager des actions ciblées sur des problématiques clés et préalablement identifiées lors d'une étude précédente (Guelmami, 2020).

1.1. Objectifs spécifiques

La mise en œuvre de ce projet comporte trois volets (ou objectifs spécifiques) :

a) Renforcement du suivi spatialisé de Sebkhet Séjoumi initié en 2018, en analysant certains des impacts potentiels du PAV sur la zone humide, au cas où il est adopté dans sa forme actuelle ;

b) Promotion de la lutte écologique contre les nuisances provoquées par les moustiques, avec l'installation de Borne Anti-Moustiques, développés par l'entreprise QISTA, au niveau de deux sites pilotes autour de Sebkhet Séjoumi ;

c) Sensibilisation et plaidoyer auprès des autorités institutionnelles, mais également des riverains, afin de favoriser une gestion plus rationnelle de Sebkhet Séjoumi, tout en garantissant son intégrité et le maintien de son état naturel.

2. Mise en œuvre des activités

2.1. Activité 1. Renforcement du suivi spatialisé de Sebkhet Séjoumi : Analyse des impacts potentiels du PAV

(Activité mise en œuvre par la TdV, avec l'appui de l'AAO / BirdLife en Tunisie)

Pour rappel, cette action fait notamment suite au travail réalisé par la TdV et l'AAO / BirdLife en Tunisie, en partenariat avec l'association Réseau Enfants de la Terre (RET), entre 2018 et 2020 et financé par le ***Critical Ecosystem Partnership Fund*** **(CEPF)**. Il visait à mettre en place les bases d'un système de suivi spatialisé de Sebkhet Séjoumi. L'intégralité des résultats de ce projet sont présentés dans ce rapport (Guelmami, 2020).

2.1.1. Contexte et résultats

Malgré l'intérêt affiché, dans la nouvelle version du PAV (MEHI, 2021), de préserver l'intégrité écologique de Sebkhet Séjoumi, force est de constater que les nouveaux aménagements proposés risquent de dégrader considérablement les habitats humides[1] naturels du site, voire même de causer la perte de certains d'entre eux et d'altérer, de manière irréversible, les fonctions écologiques naturelles de cette zone humide (hydrologiques et biogéochimiques essentiellement). En effet, même si le rapport du PAV souligne (à juste titre) l'état écologique alarmant dans lequel se trouve la zone humide de Sebkhet Séjoumi (pollution des eaux, rejets de déchets solides, etc.), elle reste néanmoins dotée d'une richesse biologique remarquable (Sayoud et *al.*, 2017). Ceci grâce, notamment, à la spécificité des habitats humides naturels qui prédominent largement au sein de ce territoire (Figure 2).

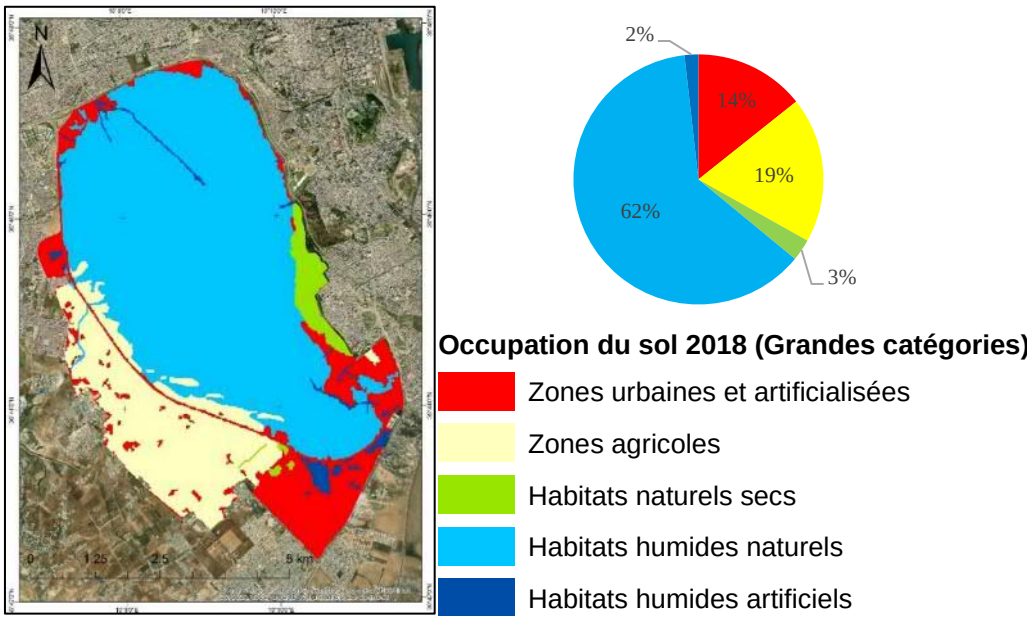


Figure 2 : Carte des principales grandes catégories d'occupation du sol dans et autour de Sebkhet Séjoumi, au niveau de la zone d'intérêt du PAV (Guelmami, 2020).

Plus particulièrement, selon la typologie Ramsar, Sebkhet Séjoumi est une zone humide dominée par la classe *« Lacs et étendues d'eau salés / saumâtres / alcalins saisonniers /*

[1] La définition des habitats humides utilisée ici est celle donnée par la Convention de Ramsar, avec l'ensemble des classes correspondantes. Voir aussi dans Guelmami (2020).

intermittents » (Figure 3 et voir aussi la fiche descriptive Ramsar « Sebkhet Séjoumi », 2016). Ses différentes fonctions (hydrologiques, biogéochimiques et biologiques) sont donc fortement régies par la nature même des régimes d'eau de surface au sein de cet habitat (Skinner et Zalewski, 1995).

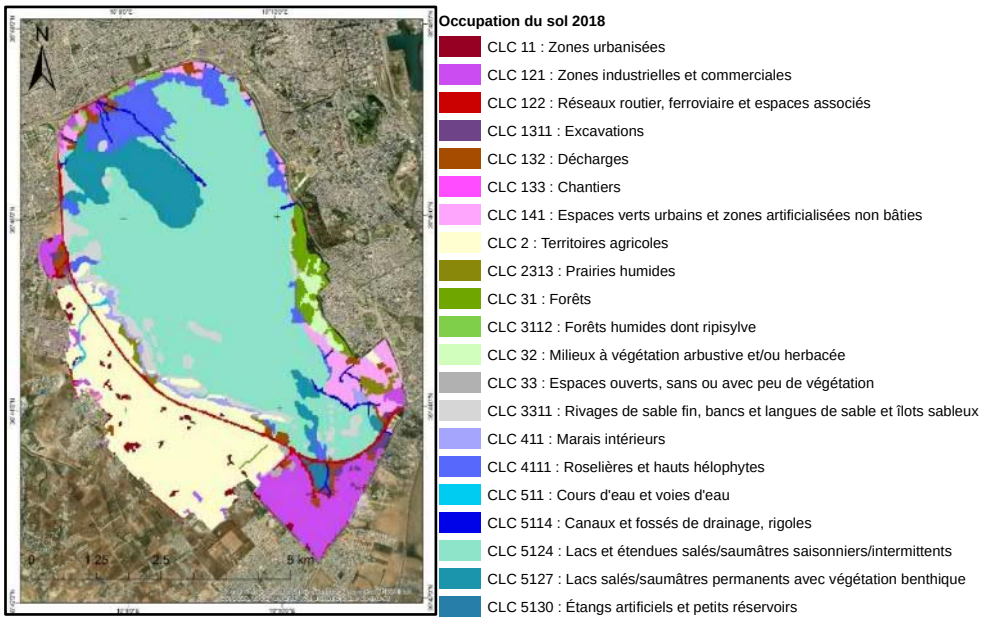


Figure 3 : Carte d'occupation du sol 2018 de Sebkhet Séjoumi (considéré ici comme l'état « actuel »), au niveau de la zone d'intérêt du PAV (Guelmami, 2020).

De plus, en Méditerranée, ce type de zones humides se caractérise par une dépression peu profonde renfermant de l'eau pendant des périodes plus ou moins longues de l'année, mais rarement en permanence sur la majorité de son étendue et s'asséchant, généralement, au plus fort de l'été (Figure 4. Voir aussi Pearce et Crivelli, 1994).

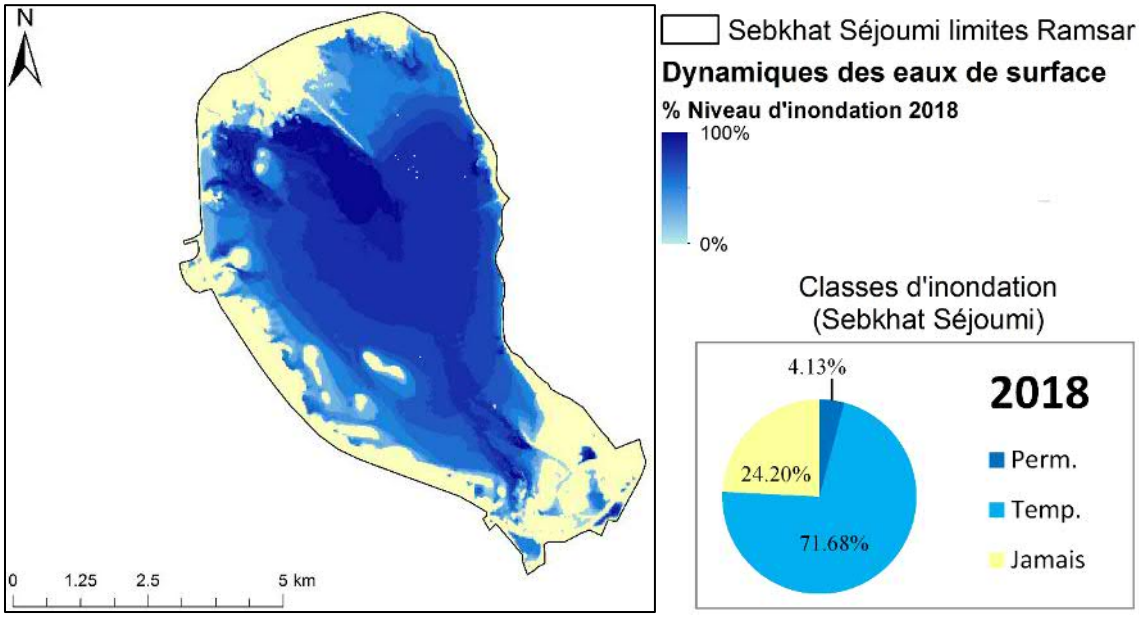


Figure 4 : Carte des régimes d'eau de surface au sein des limites Ramsar de Sebkhet Séjoumi pour l'hydropériode annuelle 2018 (Guelmami, 2020).

Le fait donc de remblayer une grande partie des berges, tel que le propose la version actuelle du PAV, va non seulement réduire les superficies des habitats humides naturels en les détruisant, mais également casser les pentes douces qui caractérisent ce type de zone humide et diminuer sensiblement les superficies où les étendues d'eau peu profondes peuvent varier au fil des saisons. Le risque serait alors une modification considérable et irréversible du fonctionnement hydrologique de l'écosystème, en transformant des zones qui étaient naturellement inondées de manière temporaire en des étendues submergées en quasi-permanence. De même que cela augmenterait le risque d'érosion hydrique des zones consolidées nouvellement créées le long des berges.

En outre, l'aspect irrégulier de ces berges (forme et pente) est tout à fait naturel pour ce type de zones humides méditerranéennes et, grâce notamment à la végétation humide naturelle qui s'y développe, constituent même un avantage pour de nombreuses espèces (lieux de reproduction et de remise pour certains oiseaux par exemple). Il est vrai qu'une partie de ces berges souffre des dégradations causées par les dépôts sauvages de déchets solides et des rejets d'eau usées (eutrophisation du milieux). Mais cela ne justifie en aucun cas leur destruction quasi-totale par remblaiement, afin de créer une plate-forme régulière tel que le préconise le PAV dans sa version actuelle (voir un exemple dans la Figure 5). Enfin, des berges naturelles transformées en « terre-plein » consolidé représentent un intérêt quasi nul pour la végétation humide naturelle comme pour les oiseaux (en particulier les espèces prioritaires définis dans la version actuelle du PAV : le flamant rose, le canard souchet, le tadorne de Belon et les limicoles) et pourraient même constituer une source probable de nuisance. Le risque est donc significatif qu'une grande partie des individus qui composent ces populations d'oiseaux finisse tout simplement par déserter totalement le site et ce de manière définitive.



Figure 5 : Berges de la rive sud-ouest de Sebkhet Séjoumi (zone agricole de Sidi Hassine) : état naturel actuel (à gauche) et projection si le PAV est mis en œuvre avec leur remblaiement quasi-total (à droite).

Concernant les îlots, même si la version actuelle du PAV prévoit le maintien de 9 d'entre eux dans leur état actuel, on note quand même que le projet, s'il venait à aboutir, causera la destruction de 10 autres, particulièrement dans la partie sud du plan d'eau (Figure 6). De plus, même pour certains des îlots qui seront maintenus, la crainte subsiste quant au fait qu'ils

deviennent des pièges écologiques, compte-tenu de leur distance par rapport aux futures berges aménagées de la zone humide.



Figure 6 : Etat actuel de 9 des 10 îlots naturels qui seront détruits, si le projet du PAV venait à aboutir dans sa forme actuelle.

En plus du remblaiement et de la consolidation des berges, il est également suggéré dans le PAV de sur-creuser tout le pourtour du lac afin d'augmenter sa capacité volumique (notamment pour absorber l'excèdent d'eau s'écoulant de son bassin versant en périodes de crue). Ceci augmenterait alors sensiblement la profondeur moyenne de la masse d'eau et mettrait dangereusement en péril la biodiversité exceptionnelle qu'abrite ce site, composée essentiellement de populations d'espèces d'oiseaux d'eau adaptées aux milieux humides méditerranéens temporaire et peu-profonds. En effet, même si la profondeur d'eau moyenne de la « nouvelle » zone humide n'est pas encore connue de manière précise, la crainte est qu'elle soit trop élevée, avec une variabilité intra-annuels trop faible pour la rendre utilisable par ces communautés d'oiseaux.

2.1.2. Conclusion

En résumé, si le PAV (dans sa forme actuelle, mise à jour en mars 2021) est mis en œuvre, les dommages sur les habitats humides naturels pourraient être considérables et irréversibles. En effet, en croisant le schéma proposé par le PAV avec l'état et l'étendue actuels des habitats humides naturels de Sebkhet Séjoumi (Figure 7), on se rend alors davantage compte des dégâts que cela pourrait provoquer : en plus du recul net de la superficie des habitats humides naturels, l'immense majorité du site perdrait son caractère « naturel » et risque d'en sortir extrêmement appauvri sur le plan de son fonctionnement écologique, ainsi que celui de sa richesse biologique. Il est à ce titre utile de comparer avec les conséquences observées suite à l'aménagement du complexe lagunaire de Tunis, appelé aussi « Lacs de Tunis », quelques décennies auparavant. En effet, même si les autorités mettent en avant les prouesses techniques et d'ingénierie ayant abouti aux aménagements des Lacs Nord et Sud de Tunis, le fait est que les impacts des travaux réalisés sur le fonctionnement écologique à court, moyen et long termes sont considérables, comme par exemple la réduction drastique de la superficie des deux parties de la lagune (pour la partie sud, de 1 600 ha à 710 ha), la disparition des salines privant la faune

d'une réserve nourricière très abondante, ou encore la destruction totale des berges naturelles, au profit de rives bétonnées ou en enrochées. Résultat, la biodiversité s'est extrêmement appauvrie : disparition quasi-totale des flamants roses (*Phoenicopterus roseus*) et d'autres oiseaux rares du site, comme l'érismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*) ou le pluvier argenté (*Pluvialis squatarola*) et destruction totale des steppes halophiles du pied des collines des communes de Radès et de Mégrine (Ayache et al., 2006 ; Barthel, 2006).

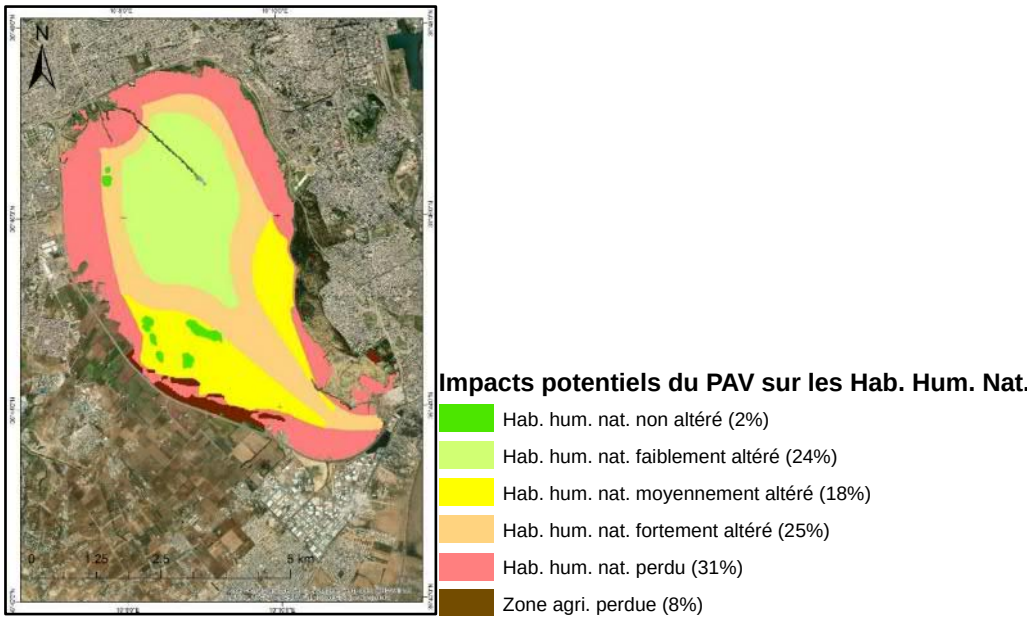


Figure 7 : Impacts potentiels du PAV (dans sa version actuelle) sur les habitats humides naturels de Sebkhet Séjoumi (Guelmami, 2020).

Enfin, il est également regrettable de constater un manque d'intégration des propositions faites par la version actuelle du PAV au sein d'un schéma plus ambitieux d'aménagement et de gestion écosystémique et durable de l'ensemble du bassin versant de Sebkhet Séjoumi. En effet, même s'il est fait mention, dans le rapport du PAV, des actions entreprises par l'Etat afin d'améliorer la situation à cette échelle-là (ex. avec le renforcement du réseau d'assainissement des eaux usées et du drainage des eaux pluviales, la réalisation d'un nouveau pôle d'épuration à El Attar, ou encore la réalisation du canal d'évacuation des eaux pluviales vers l'Oued Meliane, etc.), force est de constater que ces réalisations ont été largement insuffisantes, car il s'agissait, le plus souvent, de mesures ponctuelles, localisées dans l'espace et limitées dans le temps. Or le caractère complexe de cette question requière une réponse systémique, incluant la mise en place d'un véritable processus de gestion intégrée à l'échelle de l'ensemble du bassin versant de Sebkhet Séjoumi (Chouari, 2013 ; Guelmami, 2020).

2.2. Activité 2. Lutte écologique contre les moustiques : Installation des Bornes Anti-Moustiques (BAM)

(Activité mise en œuvre par QISTA, avec l'appui de la TdV et de l'AAO / BirdLife en Tunisie)

2.2.1. Contexte

Sebkhet Séjoumi et ses abords constituent également un milieu favorable à la prolifération des moustiques des marais (Chouari, 2013). De plus, l'urbanisation dense, avec des toits plats pour l'essentiel des constructions, le stockage incontrôlé de matériaux et la présence de multiples décharges sauvages (favorisant la stagnation des eaux de pluie), représente aussi un important facteur facilitant leur multiplication.

En outre, il s'avère aussi que cette problématique figure parmi les principales sources de désagrément chez les riverains. En effet, suite à de nombreux travaux menés ces dernières années, ainsi qu'à une conférence publique organisée en octobre 2019 par l'AAO / BirdLife en Tunisie, en partenariat avec le Réseau Enfants de la Terre (RET) et la TdV, les représentants de la population locale ont, à plusieurs reprises, soulevé cette question comme étant une de leur préoccupation environnementale majeure et appellent les différents acteurs engagés dans cette lutte (publics comme privés) à déployer d'urgence des solutions plus efficaces, plus régulières dans le temps (agissant pendant toute les périodes de l'année où les moustiques sévissent et non de manière ponctuelle) et plus écologiques.

Néanmoins, il est important de rappeler que des campagnes annuelles de démoustications, organisées par les autorités locales, existent déjà depuis de nombreuses années. Toutefois, ces dernières se basent généralement sur l'utilisation d'insecticides et/ou de larvicides, dont les effets néfastes sur l'environnement et la santé humaine peuvent être non négligeables (Poulin et al., 2014). En effet, celles-ci contribuent fortement à la pollution des eaux et des sols de la sebkha, notamment avec l'épandage direct de certains des produits chimiques utilisés. De plus, ces épandages interviennent souvent pendant des périodes critiques pour certaines espèces d'oiseaux, comme par exemple celle de nourrissage des jeunes hirondelles, martinets et autres oiseaux insectivores au nid, dont les parents se trouvent, à la suite de la disparition subite et massive d'insectes volants, sans source alimentaire pour leurs nichées.

En conclusion, compte-tenu des doléances de la population locale, mais aussi de l'importance écologique du site, il est donc nécessaire d'envisager d'autres solutions pour lutter contre les moustiques, moins dangereuse pour la santé des riverains et plus respectueuses de l'environnement et da la biodiversité. Ainsi, dans le cadre de ce projet, faisant suite aux nombreuses actions déjà menées en faveur de la conservation de Sebkhet Séjoumi ces dernières années, des pièges QISTA®, appelés aussi **Borne Anti-Moustiques (ou BAM)** ont été déployés dans deux sites pilotes (choisis en concertation avec les partenaires locaux, notamment le Groupe Local de Conservation de Sebkhet Séjoumi), afin d'y réduire la densité des moustiques et les nombreuses nuisances qu'ils provoquent. Suite à cela, des suivis scientifiques et sociologiques ont été réalisés, en s'appuyant notamment sur les travaux de Lefebvre et al. (2018) et de Poulin et al. (2019). L'objectif étant de vérifier la cohérence entre l'efficacité de la démoustication et les ressentis des populations qui en bénéficient.

2.2.2. Organisation de l'Activité 2

Comme évoqué précédemment, ce projet est coordonné par la TdV, avec comme principaux partenaires techniques la société QISTA et l'AAO / BirdLife en Tunisie. Des conventions

bilatérales ont donc été signées entre la TdV et chacun de ses deux partenaires, afin de fixer les engagements de chacune des trois parties, notamment pour l'organisation de cette activité.

Le cahier des charges adressé par la TdV et QISTA est régi par les articles 3 et 4 de la convention signée entre ces deux parties. Celui-ci engageait **QISTA** à réaliser les activités suivantes :

- Préparer les bornes à livrer dès la signature de la présente convention ;
- En assurer la livraison jusqu'à l'adresse désignée en Tunisie (celle de l'AAO / BirdLife en Tunisie) ;
- Former le personnel local membre de l'AAO / BirdLife en Tunisie aux manipulations à réaliser pour la maintenance des appareils, à la collecte des données de capture ainsi qu'à leur traitement ;
- Apporter un appui technique à distance pour la mise en place du protocole de suivi de l'efficacité du système de démoustication déployé ;
- Contribuer à la rédaction du rapport final et à la diffusion des résultats.

Pour la **TdV**, les engagements suivants :

- Participer à la coordination des missions terrain pour l'installation des BAM et l'organisation des ateliers / réunions, ainsi que le suivi de l'efficacité du dispositif de démoustication dans les deux sites pilotes. Notamment en faisant le relai entre le partenaire local en Tunisie (l'AAO / BirdLife en Tunisie) et QISTA ;
- Assister QISTA et l'AAO / BirdLife en Tunisie lors des phases de déploiement du dispositif ;
- Assister QISTA lors de la formation *in situ* prévue pour le personnel local de l'AAO / BirdLife en Tunisie et portant sur la maintenance des appareils et la collecte des données de suivi ;
- Assurer l'appui scientifique nécessaire à la mise en place du protocole de suivi de l'efficacité du dispositif de démoustication ;
- Coordonner la rédaction du rapport final et contribuer à la diffusion des résultats.

Le cahier des charges adressé par la TdV et l'AAO / BirdLife en Tunisie est régi par les articles 3 et 4 de la convention signée entre ces deux parties. Celui-ci engageait l'**AAO / BirdLife en Tunisie** à réaliser les activités suivantes :

- Préparer, superviser et assurer le bon déroulement des opérations d'installation des BAM dans les deux sites pilotes choisis, L'AAO / BirdLife en Tunisie ne prend aucune responsabilité dans le cas d'endommage ou de vol des BAM ;
- Assurer l'acquisition des autorisations nécessaires pour la mise en place des BAM ;
- Participer à la formation prévue par QISTA sur la maintenance des appareils, la collecte des données de capture ainsi que leur traitement ;
- Assurer la collecte des données de capture durant toute la durée de l'opération ;
- Assurer la collecte des données et informations issues des enquêtes sociologiques sur l'efficacité du dispositif ;
- Contribuer au traitement des données collectées, avec l'appui technique et scientifique de QISTA et de la TdV ;
- Contribuer à la rédaction du rapport final et à la diffusion des résultats.

Pour la **TdV**, les engagements suivants :

- Prendre en charge, le cas échéant, tous les frais douaniers pour l'envoi du matériel ;
- Participer à la coordination des missions terrain pour l'installation des BAM et l'organisation des ateliers/réunions, ainsi que le suivi de l'efficacité du dispositif de démoustication dans les deux sites pilotes. Notamment, en faisant le relai entre le partenaire local en Tunisie (l'AAO / BirdLife en Tunisie) et le fournisseur du matériel à installer (QISTA) ;
- Assister QISTA et l'AAO / BirdLife en Tunisie lors de l'installation des BAM ;
- Assister QISTA lors de la formation *in-situ* prévue pour le personnel identifier par l'AAO / BirdLife en Tunisie et portant essentiellement sur la maintenance des appareils et la collecte des données de suivi ;
- Assurer l'appui scientifique nécessaire à la mise en place du protocole de suivi de l'efficacité du dispositif de démoustication ;
- Coordonner la rédaction du rapport final et contribuer à la diffusion des résultats.

Les principales réunions tenues durant toute la durée du projet sont listées dans l'**Annexe 1**.

2.2.3. Installation des BAM

L'installation des BAM et le suivi *in-situ* ont été coordonnés, respectivement, par QISTA et l'AAO / BirdLife en Tunisie, avec l'appui de la TdV lors des deux opérations. Le choix a été de mettre en place des BAM avec panneaux solaires, au lieu de celles raccordées directement aux réseaux électriques des établissements publics concernés, car l'obtention des autorisations nécessaires s'est avéré plus compliqué que prévu. Ces modèles de BAM coûtent certes plus cher (60% de plus pour le coût de l'ensemble de l'opération, par rapport au modèle de BAM avec raccordement au réseau électrique), mais leur fonctionnement, en total indépendance du réseau électrique des établissements publics où elles ont été installées, garantie une bien meilleure flexibilité dans les activités de suivi et de maintenance pour l'AAO / BirdLife en Tunisie.

Les BAM ont été installées en périphérie de Sebkhet Séjoumi, plus précisément au sein de deux sites pilotes choisis pour un premier déploiement de **six BAM**. Le premier site est **l'école Primaire Avicenne** 6/2 (36°45'04.7"N 10°10'36.6"E), située à environ 600m du lac vers le sud-est. L'établissement se trouve en marge d'une zone urbaine dense. Trois BAM y ont été installées. Le second site est **le Collège Sidi Hassine** (36°45'26.54"N 10° 6'55.71"E), située à environ 300 m à l'ouest de la zone humide. Il se trouve au milieu d'une zone urbaine dense et à proximité de terres agricoles. Trois bornes y ont été installées également (Figure 8).



Figure 8 : Positionnement des six BAM (3 + 3) au sein des deux sites pilotes « Ecole Primaire Avicenne 6/2 » (à gauche) et « Collège Sidi Hassine » (à droite).

En raison des contraintes, liées aux mesures anti-Covid19 en France et en Tunisie entre début 2020 et fin 2021 (confinements, fermetures partielles des frontières, etc.), la procédure d'expédition des six BAM vers la Tunisie n'a pu être initiée qu'à partir du mois d'octobre 2021. Cependant, à cause des nombreux imprévus administratifs rencontrés, l'ensemble du matériel n'a été réceptionné par l'AAO / BirdLife en Tunisie qu'à la fin du deuxième trimestre 2022. Tout cela a eu pour conséquence de fortement perturber le calendrier prévisionnel du projet, **en repoussant de près d'un an et demi le lancement des opérations terrain** (l'installation des BAM était prévue pour le premier trimestre 2021 initialement). Celles-ci n'ont donc pu être effectuées qu'à partir de la fin du mois de juin 2022. **La mission terrain s'est déroulée entre le 30 juin et le 2 juillet 2022**, avec installation des BAM et formation du personnel issu de l'AAO / BirdLife en Tunisie à la maintenance des appareils et aux suivis à réaliser (Figure 9).

A noter aussi que ce changement de calendrier s'est également répercuté sur les suivis terrain (suivis des captures et enquêtes sociologiques). En effet, compte-tenu des retards pris, ceux-ci n'ont pu être menés que pour une période relativement courte dans le cadre de ce projet (entre août et décembre 2022). Néanmoins, il est envisagé qu'ils puissent être poursuivis par l'AAO / BirdLife en Tunisie, dès 2023. Notamment à travers le développement de collaborations avec des organismes de recherche en Tunisie.



Figure 9 : Photos prises lors de l'installation des BAM dans les deux sites pilotes autour de Sebkhet Séjoumi.

2.2.4. Suivis des captures

Malgré quelques dysfonctionnements lors des premiers jours suivant de mise en service des BAM (qui ont tous été résolus après trois semaines), un premier suivi des captures a été réalisé, dans le cadre de ce projet, entre le 3 août et les 15 novembre 2022. Au cours de cette période, les filets des six machines ont été récupérés et remplacés deux fois par semaine. Le protocole mis en place pour ces suivis est détaillé dans l'**Annexe 2**.

Entre le 9 août et le 15 novembre, un total de 4974 moustiques a été relevé sur l'ensemble des BAM, dont 2752 à l'école Avicenne (Figure 10). Ces captures sont dominées par les moustiques

appartenant au genre *Culex* et le pic d'activité a été observé au mois d'octobre avec plus que la moitié des captures (3383 moustiques capturés). L'activité des moustiques s'est poursuivie au mois de novembre également.

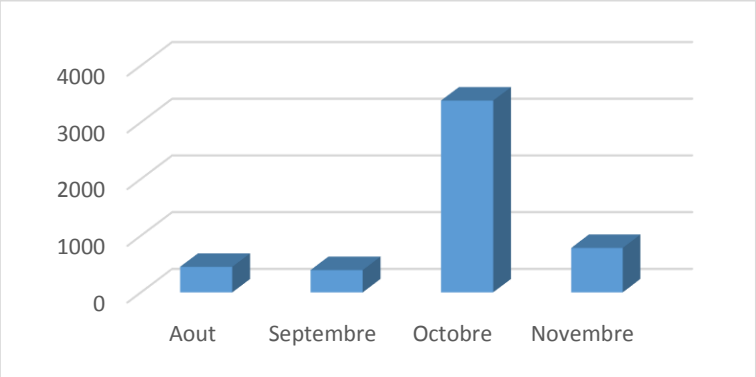


Figure 10 : Nombre de moustiques capturées par les BAM dans les deux sites pilotes autour de Sebkhet Séjoumi, entre août et novembre 2022.

Les identifications des moustiques ont été réalisées par l'AAO / BirdLife en Tunisie avec l'appui d'une entomologiste de l'Institut de Recherche Vétérinaire de Tunis, en utilisant une loupe binoculaire (Figure 11) et le logiciel d'identification MosKeyTool (https://www.medilabsecure.com/moskeytool). En outre, des pistes de collaboration avec cet institut de recherche ont également été discutées, concernant notamment la recherche des arbovirus dans les moustiques capturés et la possibilité de développer des Projets de Fin d'Etude (PFE) avec des étudiants stagiaires, pour la prochaine saison de capture en 2023.



Figure 11 : Photos illustrant les différentes étapes pour le suivi des captures. De gauche à droite : capture des moustiques par la BAM, récupération des sacs, stockage, identification et tri.

Les résultats de ces identifications indiquent que, pour chaque site pilote, plus de 99% des moustiques capturés appartiennent à l'espèce *Culex pipiens*. En plus de celle-ci, *Culex antennatus* fut également détectée au Collège Sidi Hassine, ainsi que d'autres espèces appartenant aux genres *Aedes* et *Anopheles* dans les deux sites équipés (**Annexe 3**). Cependant, ces dernières ont été relevés à de très faibles proportions (Figure 12).

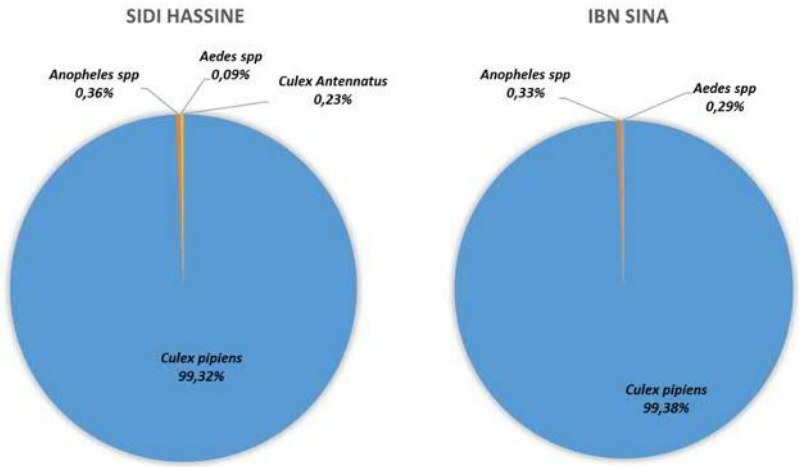


Figure 12 : Proportions des espèces de moustiques capturées (en %) par les BAM au niveau des deux sites pilotes, entre août et novembre 2022.

Au niveau de chaque site pilote, un suivi des captures **journalières** (durant 15h de fonctionnement) a été réalisé pour chaque premier jour de la semaine entre le 15 août et le 15 novembre 2022 (Figure 13). On observe un pic pour le Collège Sidi Hassine, entre le 29 et le 30 août. Celui-ci est dû essentiellement à la borne installée dans le « jardin est » de cet établissement, avec plus de 156 moustiques capturés ce jour-là.

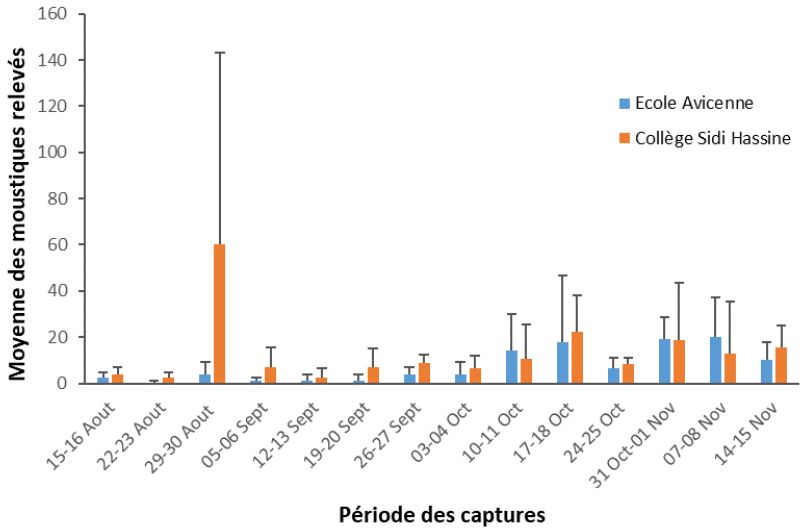


Figure 13 : Moyennes journalières des captures pour les 3 BAM de chaque site pilote, entre août et novembre 2022.

Une variation de la moyenne des moustiques capturés est observée en fonction de la période de captures, dans les deux sites pilotes. Cependant, celle-ci n'est statistiquement significative ni pour l'école Avicenne (test de Kruskal-Wallis ; chi-carré = 18.369, p-value = 0.144), ni pour Collège Sidi Hassine (test de Kruskal-Wallis ; chi-carré = 13.556, p-value = 0.4058).

Enfin, la Figure 14 reporte les moyennes des captures **hebdomadaires**, enregistrées pour chaque sites pilote entre août et novembre 2022. On y observe que le pic, pour les deux établissements, a été atteint durant la semaine du 25 au 31 octobre, avec 175 ± 151 et 102 ± 81,

à l'école Avicenne et au Collège Sidi Hassine respectivement. Des niveaux importants de captures ont également été notés au sein des deux sites, pour les deux semaines entre le 11 et le 24 octobre, ainsi que celle du 8 au 14 novembre.

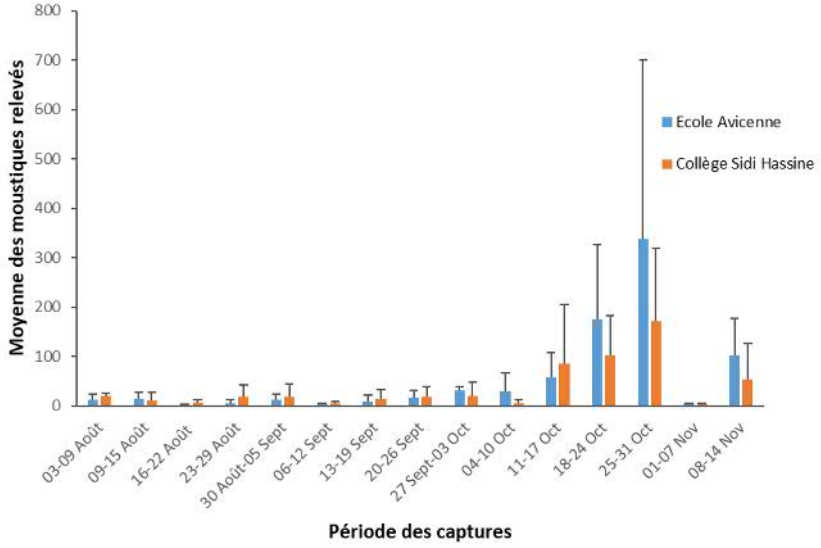


Figure 14 : Moyennes hebdomadaires des captures pour les 3 BAM de chaque site pilote, entre août et novembre 2022.

2.2.5. Suivis sociologiques

Suite à l'installation et à la mise en service des BAM, des enquêtes sociologiques ont été réalisées, par l'AAO / BirdLife en Tunisie, **auprès des principales populations bénéficiant des appareils**. Les résultats de ces enquêtes permettront, à terme, de vérifier la cohérence des suivis des captures avec le ressenti des personnes qui fréquentent les deux sites pilotes. Elles se basent sur le questionnaire développé par Lefebvre et al. (2018) et présenté dans l'**Annexe 4**.

Suite aux enquêtes, l'ensemble des informations collectées ont été traitées par l'AAO / BirdLife en Tunisie. Quelques-uns des résultats préliminaires, basés sur le sondage d'une **trentaine d'individus**, sont présentés dans la Figure 15. Il en ressort que, dans l'ensemble, il y a une nette satisfaction des enseignants, du corps administratif et des voisins de la présence des BAM (au niveau des deux établissements). La majorité des personnes interrogées confirme bien la baisse de nuisance ressenties cette année par rapport aux années précédentes (à la même période).

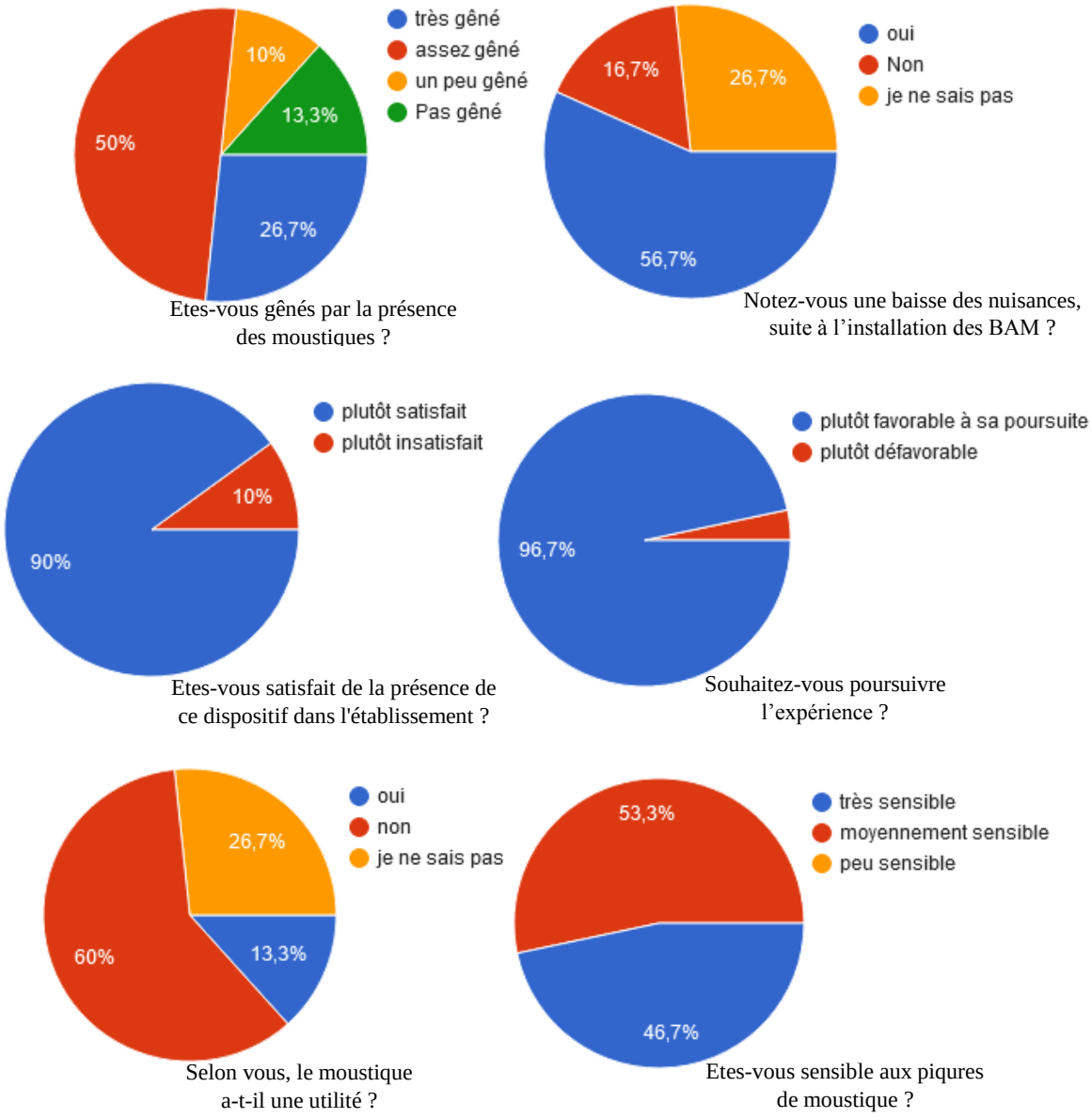


Figure 15 : Quelques résultats préliminaires des enquêtes sociologiques menées auprès des populations bénéficiant des dispositifs BAM dans les deux sites pilotes.

2.2.6. Discussion, conclusion et recommandations

Les relevés des captures journalières ont permis de détecter une hausse ponctuelle entre le 29 et le 30 août 2022 au Collège Sidi Hassine. Celle-ci n'est, *a priori*, pas liée aux précipitations enregistrées et qui sont nulles durant les 10 jours précédant la capture (**Annexe 5**). Une légère hausse des captures est également notée à partir de mi-octobre. Celle-ci est confirmée par les relevées hebdomadaires.

De faibles précipitations sont enregistrées entre le 9 et le 14 octobre 2022. D'autres ont été enregistré entre le 4 et le 6 novembre. Cependant, sans tests statistiques approfondis et sur de plus longues séries temporelles, il est difficile d'estimer qu'elles aient eu un lien avec la légère hausse des captures observées à compter de mi-octobre. En effet, l'espèce *Culex pipiens*, qui représente 99 % des moustiques capturés, peut se développer préférentiellement dans des eaux

usées, notamment celles des rejets domestiques et industriels par exemple (Handaq & Blenzar, 2017). De ce fait, l'espèce peut continuer son cycle même hors période pluviale.

Quant aux fortes températures enregistrées en août et septembre (**Annexes 5**), elles ont très probablement eu un impact négatif sur la capture des moustiques. En effet, les valeurs maximales ont régulièrement dépassé les 35°C au cours de cette période, avec même un pic à 45°C. Dans ces conditions les moustiques adultes ont une activité plus ralentie.

Toutefois, il est important de noter que, dans les deux cas de figure (suivi des capture journalière et hebdomadaires), les tests statistiques réalisés ne permettent pas de dégager des différences significatives entre les différentes périodes définies. Un suivi plus long permettrait probablement de mieux apprécier l'évolution de la nuisance, notamment suite à une période de forte précipitation et de températures optimales pour ces espèces.

En conclusion, il est donc recommandé que : (i) Des captures sur appâts humains, selon le protocole défini par Poulin et al. (2019), soient réalisés. (ii) Les enquêtes sociologiques auprès des populations fréquentant les deux sites pilotes soient poursuivies en 2023 (surtout pendant le pic entre la fin du printemps et le début de l'été) et ; (iii) le suivi des captures soit réalisé sur, au moins, **une saison entière** (par ex. de mai à fin novembre 2023). Pour l'ensemble de ces recommandations, une potentielle collaboration avec l'Institut de Recherche Vétérinaire de Tunis et la TdV est en cours de discussion.

Enfin, cette expérience pilote en Tunisie (la toute première en Afrique du Nord et dans un pays méditerranéen hors France) a surtout permis de plaider en faveur d'une lutte plus écologique contre les nuisances dues aux moustiques, autour de Sebkhet Séjoumi. En effet, au-delà de leur efficacité pratique, les BAM elles-mêmes constituent un formidable outil **pédagogique** pour une **sensibilisation** active à la nécessité de préserver la zone humide, en particulier auprès des plus jeunes (d'où le choix d'une école primaire et d'un collège en tant que sites pilotes). Notamment en proposant et en démontrant que des solutions alternatives à l'épandage des insecticides et autres larvicides chimiques et/ou biologiques, existent et peuvent même être mise en œuvre de manière ponctuelle et à des coûts financiers relativement faibles. D'ailleurs, les soutiens reçus des ministères de l'éducation et de la santé tunisiens, lors de la mise en œuvre de ce projet, reflètent bien l'intérêt porté par les institutions publiques à de telles initiatives et encouragent, donc, à les poursuivre.

2.3. Activité 3 : Sensibilisation et plaidoyer pour une gestion plus rationnelle de Sebkhet Séjoumi

(Activité mise en œuvre par l'AAO / BirdLife en Tunisie, avec l'appui de la TdV et de QISTA)

Des actions de sensibilisation et de plaidoyer ont été coordonnées par l'AAO / BirdLife en Tunisie, dès 2021. Elles avaient pour but de promouvoir une gestion intégrée et durable de Sebkhet Séjoumi avec, notamment, l'intérêt de recourir à une méthode de lutte à moindre impact écologique contre les nuisances liées aux moustiques (Figure 16). Elles ciblaient donc plus particulièrement les autorités concernées par les activités du projet (ex. des représentants de directions liées aux ministères de la santé, de l'éducation, de l'environnement et de l'agricultures) et ont été menées en amont et après l'installation des BAM.



Figure 16 : Photos illustrant une des réunions d'information tenue en amont de la mise en place des BAM et rassemblant des représentants des ministères de la santé, de l'éducation et de l'environnement, des municipalités concernées, ainsi que des membres de la société civile et des journalistes.

Deux interventions sur les ondes de la Radio Nationale Tunisienne ont également eu lieu pour parler du projet et sensibiliser le grand public :

Emission « Sbeh Tounsi » du 6 juillet 2002
https://www.facebook.com/AAO.tn/videos/425590406152426

Sur la radio Monastir le 20 juillet 2022
https://www.facebook.com/AAO.tn/videos/448736877118737

En outre, des actions de sensibilisation à travers la page Facebook de l'AAO / BirdLife en Tunisie ont été menées, avec six publications en lien avec le projet. Enfin, des affiches ont également été créés pour encourager les riverains de Sebkhet Séjoumi à utiliser des méthodes plus écologiques afin de lutter contre les nuisances provoquées par les moustiques (Figure 17).

https://www.facebook.com/AAO.tn/photos/pcb.5535579703202538/5535578173202691
https://www.facebook.com/AAO.tn/photos/a.262768600483701/5469932556433920/
https://www.facebook.com/AAO.tn/videos/1048180129186124/
https://www.facebook.com/AAO.tn/videos/448736877118737/
https://www.facebook.com/AAO.tn/videos/425590406152426/
https://www.facebook.com/AAO.tn/posts/pfbid0zCm6DVFk5i22gatwt9GUFBNEt8Az8NqUE3zGiK562VwHUTfy2C3L4k9G6yk4qvmyl



Figure 17 : Affiche de sensibilisation crée par l'AAO / BirdLife en Tunisie et visant à promouvoir des moyens plus écologique de lutte contre les moustiques.

Références bibliographiques

Ayache F., Gammar A.M. and Chaouach M., 2006. Environmental dynamic and conservation of the flamingo in the vicinity of Greater Tunis, Tunisia; the case study of Sebkha Essijoumi. Earth Surface Processes and Landforms, n°31, pp.1674-1684, Ang.

Barthel P.A., 2006. Aménager la lagune de Tunis : un modèle d'urbanisme et de développement durable ? Presses de Sciences Po. 2006/3 n° 39 | pages 129 à 146. ISSN 1278-3986. Article disponible en ligne à l'adresse : https://www.cairn.info/revue-autrepart-2006-3-page-129.htm

Chouari W., 2013. Problèmes d'environnement liés à l'urbanisation contemporaine dans le système endoréique d'Essijoumi (Tunisie nord-orientale). Physio-Géo, Volume 7. URL: http://journals.openedition.org/physio-geo/3493. DOI : 10.4000/physio-geo.3493.

Guelmami A., 2020. Sebkhat Séjoumi et son Bassin Versant (Tunisie) : Un Territoire en Mouvement. Analyse des dynamiques spatiotemporelles des superficies en eau libre et de l'occupation du sol entre 1987 et 2018. Tour du Valat, Arles (France), 53p.

Handaq N., & Blenzar A., 2017. Impact des eaux usées et des aménagements urbains sur la répartition des espèces de Culicidae (*Diptera Nematocera*) dans la ville de Meknès (Maroc). European Scientific Journal, 13(27), 184-200.

Lefebvre G., Poulin B. & Hilaire S., 2018. Estimation de l'efficacité des pièges QISTA pour réduire la nuisance causée par les moustiques sur le Camping Sunêlia l'Hippocampe, 04290 Volonne.

Ministère de l'Equipement, de l'Habitat et de l'Infrastructure (MEHI), 2021. Etude de Mise en Valeur et d'Aménagement de la Sebkhat Sijoumi. Rapport définitif – version 3. Étude d'Impact sur l'Environnement (IHE). 365p.

Pearce F. & Crivelli A.J., 1994. Caractéristiques générales des zones humides méditerranéennes. Tour du Valat, Arles (France), 88p.

Poulin B., Lefebvre G., Redmond L., Hilaire S. & Rollet C., 2019. Rapport final sur le suivi scientifique annuel mené en 2018 en parallèle aux opérations de démoustication au Bti sur le périmètre du Parc naturel régional de Camargue.

Poulin B., Després L. & Lefebvre G., 2014. Persistance du Bti dans l'environnement. Rapport intermédiaire mené en 2014 sur le périmètre du Parc Naturel Régional de Camargue, 41p.

Ramsar Sites Information Service, 2016. FDR pour le Site n° 1712, Sebkhet Séjoumi (Tunisie). https://rsis.ramsar.org/ris/1712.

Sayoud M.S., Salhi H., Chalabi B., Allali A., Dakki M., Qninba A., El Agbani M.A., Azafzaf H., Feltrup-Azafzaf C., Dlensi H., Hamouda N., Abdel Latif Ibrahim W., Asran H., Abu Elnoor A., IbrahimH., Etayeb K., Bouras E., Bashaimam W., Berbash A., Deschamps C., Mondain-Monval J.Y., Brochet A.L., Véran S. & Defos du Rau P., 2017. The first coordinated trans-North African mid-winter waterbird census: The contribution of the International Waterbirds Census to the conservation of waterbirds and wetlands at a biogeographical level. Biological Conservation 206, 11–20.

Skinner J. & Zalewski S., 1995. Fonctions et valeurs des zones humides méditerranéennes. Tour du Valat, Arles (France), 80p.

Annexe 1 : Calendrier des réunions et des missions

Date	Format	Participants	Ordre du jour	Déroulé
06/07/2020	Skype	TdV QISTA	Préparation du lancement du projet	-Présentation des partenaires impliqués dans le projet [TdV] -Définition et répartition des différentes tâches [TdV, QISTA] -Définition du protocole de suivi à mettre en place [TdV, QISTA]
27/07/2020	Skype	TdV QISTA AAO RET	Lancement du projet	-Présentation de la méthode des pièges à moustiques [QISTA] -Identification des besoins pour le travail sur le terrain (installation et maintenance du matériel, collecte des données pour le suivi scientifique...etc.) [Tous les participants] -Définition du cadre partenarial [Tous les participants] -Discussions sur le protocole [Tous les participants] -Calendrier de mise en œuvre [Tous les participants]
26/04/2021	Zoom	TdV AAO	Discussion impacts PAV	-Présentation des résultats préliminaires des analyses sur les impacts potentiels du PAV sur Sebkhet Séjoumi [TdV]
12/10/2021	Zoom	TdV QISTA AAO	Préparation de la mission terrain (1ère réunion)	-Définition des étapes pour préparation la mission terrain [Tous les participants] -Présentation du type de BAM à installer et les travaux préalables à réaliser *in-situ* [QISTA]
15/10/2021	Zoom	TdV QISTA	Convention TdV-QISTA	-Définition des modalités de collaboration et préparation de la convention TdV-QISTA [Tous les participants]
19/10/2021	Zoom	TdV AAO	Convention TdV-AAO	-Définition des modalités de collaboration et préparation de la convention TdV-AAO [Tous les participants]
28/10/2021	Zoom	TdV QISTA AAO	Point sur l'avancement du projet	-Mise au point technique sur les travaux *in-situ* à réaliser pour l'installation des BAM [AAO] -Mise au point sur les autorisations nécessaires [QISTA, AAO] -Discussions autour des dates pour la mission terrain afin d'installer les BAM et organiser une 1ère réunion avec les partenaires locaux [Tous les participants] -Clarification sur la mise en place des suivis scientifique et sociologique [QISTA]
17/01/2022	Zoom	TdV QISTA AAO	Point sur l'avancement du projet	-Mise à jour sur l'avancement des procédures administratives pour l'acheminement du matériel depuis la France vers la Tunisie [QISTA, AAO]
15/02/2022	Zoom	TdV QISTA AAO	Point sur l'avancement du projet	-Mise à jour sur l'avancement des procédures administratives pour l'acheminement du matériel depuis la France vers la Tunisie [QISTA, AAO] -Questionnement sur la modification des dates pour la mission terrain
07/04/2022	MS. Teams	TdV Région Sud	Point sur l'avancement du projet	-Mise à jour sur l'avancement du projet [TdV] -Discussion d'une éventuelle mission conjointe en Tunisie [Tous les participants]
01/07/2022	Présentiel (Tunis)	TdV QISTA AAO Min. Santé Min. Educ. Min. Envi. Municipalités OSC Journaliste	Réunion d'information avec les partenaires locaux	-Mot de Bienvenue et présentation des participants [Tous les participants] -Revue générale des actions en faveur de la conservation de Sebkhet Sejoumi [AAO] -Présentation du projet [TdV] -Présentation du procédé [QISTA] -Discussion [Tous les participants]
02/07/2022	Présentiel (Tunis)	TdV QISTA AAO	Installation des BAM	-Installation des BAM dans les deux sites pilotes sélectionnés [Tous les participants] -Visite terrain complémentaire pour régler des dysfonctionnements touchant 3 BAM [QISTA, AAO]
08/07/2022	Google Meet	TdV QISTA AAO	Réunion technique post installation des BAM	-Vérification si tout fonctionne bien au niveau des appareils [AAO, QISTA] -Point sur le début des suivis *in-situ* [AAO]

Annexe 2 : Protocoles des suivis de capture

Suivis hebdomadaires

- *Matériels nécessaires*

  - Des sacs hermétiques en plastique ;
  - Des étiquètes pour remplir le numéro de la borne, la date, l'heure du relevé, le nom du manipulateur, la quantité de fuite, les conditions météo…etc. ;
  - Des stylos ;
  - La clé du coffre de la BAM ;
  - Des filets de rechange.

- *Manipulations à réaliser*

  A J0 :

  - Vider le filet de capture après avoir écrasé les moustiques avec les mains ;
  - Replacer le filet sur le manchon de la borne et fermer le coffre, puis attendre 24h ;

  A J0+1 :

  - Remplir l'étiquette en notant le numéro de la borne, la date, l'heure du relevé, le nom du manipulateur, les conditions météo…etc. ;
  - Ouvrir le coffre de la borne, puis saisir le filet de capture ;
  - Compter les fuites de moustiques lors du retrait du filet, puis les noter sur l'étiquette ;
  - Mettre le filet et l'étiquette dans un sac hermétique ;
  - Placer un nouveau le filet de capture sur le manchon de la borne, puis fermer le coffre ;
  - Stocker les filets prélevés au congélateur avant de procéder au comptage et à l'identification des espèces.

- *Traitement des données*

  - Comptage et identification des moustiques à l'aide d'une clé dichotomique et de loupe binoculaire ;
  - Saisis des données dans un tableau Excel ;
  - Calcul des moyennes et écart-types pour le nombre de captures réalisées dans chaque site d'une part et dans l'ensemble d'autre part ;
  - Calcul des proportions d'espèces capturées dans chaque site d'une part et dans l'ensemble d'autre part ;
  - Réalisation de diagrammes en barres pour le nombre de captures réalisées et de diagrammes circulaires pour les proportions d'espèces capturées ;
  - Réalisation de tests statistiques à l'aide du logiciel R, pour comparer les captures entre les deux sites pilotes.

Évaluation de la variation de nuisance à l'aide des captures sur appâts humains

Pour réaliser ce test, un positionnement sera défini à l'intérieur et à l'extérieur de chaque site protégé. En ce qui concerne le positionnement à l'intérieur de chaque site protégé, celui-ci doit se trouver à au moins 10m d'une borne afin d'éviter une compétition entre celle-ci et l'appât humain.

- *Matériels nécessaires*

  - Sacs hermétiques en plastique ;
  - Des étiquètes pour remplir l'emplacement, la date, l'heure du début et de fin du test, le nom du manipulateur, la quantité de moustiques capturés, les conditions météo…etc. ;
  - Des stylos ;
  - Aspirateur à bouche.

- Manipulations à réaliser

  - Se positionner au point de relevé ;
  - Remplir l'étiquette en notant l'emplacement, la date, l'heure du début et de fin du test, le nom du manipulateur, les conditions météo…etc. ;
  - Mettre à découvert l'un des mollets ;
  - Bien se couvrir les bras avec des vêtements à manches longues ;
  - Sur une durée de 15 minutes, capturer à l'aide de l'aspirateur à bouche, les moustiques qui essayent de piquer le mollet ;
  - Une fois les 15 minutes passées, secouer l'aspirateur à bouche pour neutraliser les moustiques ;
  - Introduire les moustiques dans un sac en plastique hermétique et noter la quantité de moustiques capturés ;
  - Stocker les échantillons au congélateur avant de procéder aux identifications.

- Traitement des données

  - Comptage et identification des moustiques à l'aide d'une clé dichotomique et de loupe binoculaire ;
  - Saisis des données dans un tableau Excel ;
  - Calcul et comparaisons (en réalisant des tests statistiques) de moyennes ;
  - Calcul des proportions d'espèces capturées ;
  - Réalisation de diagrammes en barres pour le nombre de captures réalisées et de diagrammes circulaires pour les proportions d'espèces capturées ;
  - Réalisation de tests statistiques à l'aide du logiciel R, pour comparer site par site, puis globalement, les captures entre les zones protégées et les zones non-protégées.

Annexe 3 : Tableau des captures de moustiques réalisées par les BAM (données brutes)

		Ecole Ibn Sina (Avicenne)			collège sidi Hassine		
Date de relevé	**Durée captures**	**Porte (nord)**	**Nord-ouest**	**Sud-ouest**	**Parking 1**	**Parking 2**	**petit jardin est**
09/08/23	6 jours	12 Cx pipiens	0	24 Cx pipiens	27 Cx pipiens	14 Cx pipiens	19 Cx pipiens
15/08/23	6 jours	15 Cx pipiens + 6 chironomes	0	28 Cx pipiens	14 chironomes+1 Anopheles spp+ 30 Cx pipiens	0	0
16/08/22	1 jour	2 Cx pipiens	0	5 Cx pipiens	7 Cx pipiens	0	4 Cx pipiens
22/08/22	6 jours	2 chironomes	0	3 Cx pipiens + 2 chironomes	4 Cx pipiens	4 Cx pipiens	14 Cx pipiens +4 chironomes
23/08/22	1 jour	0	1 Culex pipiens	0	1 Cx pipiens	2 Cx pipiens	5 Cx pipiens
29/08/22	6 jours	0	14 Cx pipiens	0	3 Cx pipiens	4 Cx pipiens	46 Cx pipiens
30/08/22	1 jour	1 Cx pipiens + 1 Anopheles spp	0	10 Cx pipiens + 3 mouches	18 Cx pipiens+ 4 chironomes + 1 mouche + 1 Anopheles spp	4 Cx pipiens +1 chironome+1 Anopheles spp	155 Cx pipiens+1 Anopheles spp+plusieurs pattes
05/09/22	6 jours	0	24 Cx pipiens	14 Cx pipiens	1 Cx pipiens + 7 verts	4 Cx pipiens	48 Cx pipiens+1 Anopheles
06/09/22	1 jour	0	2 Cx pipiens	2 Cx pipiens	2 Cx pipiens	2 Cx pipiens	17 Cx pipiens + chironomes
12/09/22	6 jours	0	5 Cx pipiens	4 Cx pipiens	2 Cx pipiens	3 Cx pipiens	10 Cx pipiens
13/09/22	1 jour	0	4 Cx pipiens + 1 mouche	0	0	0	7 Cx pipiens
19/09/22	6 jours	0	23 Cx pipiens + 3 chironomes	6 Cx pipiens +8 chironomes	0	8 Cx pipiens	35 Cx pipiens
20/09/22	1 jour	0	4 culex	0	4 culex	1 Cx pipiens	16 Cx pipiens
26/09/22	6 jours	0	25 Cx pipiens +16 chironomes	26 Cx pipiens + 3 chironomes	14 Cx pipiens	0	41 culex
27/09/22	1 jour	0	5 Cx pipiens	2 Aedes spp+1 Anopheles spp + 3 Cx pipiens	6 Cx pipiens + 1 Anopheles spp	6 Cx pipiens + 1 Aedes spp	13 Cx pipiens +1 chironomes
03/10/22	6 jours	20 Cx pipiens + 5 Anopheles+Chironomes+1 mouche	39 Cx pipiens +50 chironomes	1 Anopheles spp +30 Cx pipiens + 65 chironomes	2 Cx pipiens	7 Cx pipiens	53 Cx pipiens
04/10/22	1 jour	0+4 chironomes	2 culex pipiens+ 3 chironomes	10 culex pipiens + 3 mouches	3 Culex antennatus + 1 stigmates noir morsitans ??	4 Culex antennatus	10 Cx pipiens + 2 Anopheles spp +1 Aedes spp
10/10/22	6 jours	0	71 Cx pipiens + plusieurs pattes	16 Cx pipiens +11 chironomes	1 Cx pipiens +50 chironomes	13 Cx pipiens+ plusieurs pattes + 10 chironomes	0
11/10/22	1 jour	1 Cx pipiens + 1 chironomes	32 Cx pipiens	9 Cx pipiens +10 chironomes	2 Cx pipiens + 8 chironomes	2 Cx pipiens + 5 chironomes	28 Cx pipiens
17/10/22	6 jours	5 Cx pipiens +92 chironomes	104 Cx pipiens + 2 Aedes spp +80chironomes	62 Cx pipiens + 86 chironomes+1 Aedes spp	200 chironomes	35 Cx pipiens +8 chironomes	223 Cx pipiens pipiens+plusieurs pattes+5 chironomes
18/10/22	1 jour	1 Cx pipiens + Anopheles	0	51 Cx pipiens +25 chironomes	4 Cx pipiens +5 chironomes	33 Cx pipiens + 25 chironomes	30 Cx pipiens+35 chironomes
24/10/22	6 jours	6 Cx pipiens + 10 chironomes	222 Cx pipiens	298 Cx pipiens	61 Cx pipiens + 50 chironomes	50 Cx pipiens + 20 chironomes	196 Cx pipiens
25/10/22	1 jour	02 Cx pipiens	10 Cx pipiens	8 Cx pipiens	10 Cx pipiens	5 Cx pipiens	10 Cx pipiens
31/10/22	6 jours	25 Cx pipiens + 30 chironomes + plusieurs pattes	735 Cx pipiens + plusieurs pattes +30 chironomes	251 Cx pipiens +3 Aedes spp + 10 chironomes + Plusieurs pattes	17 Cx pipiens+ plusieurs pattes	30 Chironomes+185 Culex pipiens + plusieurs pattes	312 Cx pipiens
01/11/22	1 jour	12 Cx pipiens	30 Cx pipiens	16 Cx pipiens	8 Cx pipiens	1 Cx pipiens	47 Cx pipiens
07/11/22	6 jours	2 Cx pipiens	05 Cx pipiens	3 Cx pipiens	2 Cx pipiens	1 Cx pipiens	6 Cx pipiens
08/11/22	1 jour	3 Cx pipiens + 27 chironomes	37 Cx pipiens +18 chironomes	20 Cx pipiens + 3 chironomes	0	0	39 Cx pipiens + 2 chironomes
14/11/22	6 jours	14 Cx pipiens + 20 chironomes	146 Cx pipiens	145 Cx pipiens	3 Cx pipiens	23 Cx pipiens	138 Cx pipiens
15/11/22	1 jour	1 Cx pipiens	14 Cx pipiens	15 Cx pipiens	8 Cx pipiens	13 Cx pipiens	26 Cx pipiens

Annexe 4 : Questionnaire pour les enquêtes sociologiques

1. Quand vous êtes dans l'établissement, êtes-vous gêné par la présence des moustiques ?
   □ très gêné □ assez gêné □ un peu gêné □ pas gêné
2. Pouvez-vous confirmer s'il y a bien une baisse des nuisances depuis l'installation du dispositif ?
   □ Oui □ Non □ Je ne sais pas
3. Êtes-vous satisfait de la présence de ce dispositif dans l'établissement ?
   □ plutôt satisfait □ plutôt insatisfait
4. Avez-vous ou non éprouvé une gêne liée à la présence des pièges QISTA BAM ?
   □ oui □ non

   Si oui pourquoi ?

   _____
5. Avez-vous des suggestions, des commentaires à apporter concernant le dispositif des pièges QISTA BAM ?

   _____
   _____
6. Souhaitez-vous ou non la poursuite de cette méthode de démoustication ?
   □ plutôt favorable à sa poursuite □ plutôt défavorable à sa poursuite

   Pour quelle(s) raison(s) ?

   _____
   _____
7. Etes-vous favorable à ce que cette méthode de démoustication soit utilisée dans d'autres sites ?
   □ plutôt favorable □ plutôt défavorable

   Pour quelle(s) raison(s) ?

   _____
   _____
8. Diriez-vous que vous êtes sensible aux piqûres de moustique ?
   □ très sensible □ moyennement sensible □ peu sensible
9. Selon vous, le moustique est-il un insecte nuisible ?
   □ oui □ non □ je ne sais pas
10. Selon vous, le moustique a-t-il une utilité ?
    □ oui □ non □ je ne sais pas

    Si oui, laquelle/lesquelles ?

    _____
    _____

    Vous êtes

    □ un homme □ une femme

    Age _____

    Profession _____

    Date de remplissage du questionnaire _____

Annexe 5 : Températures min et max (°C), humidité relative (%) et précipitations (mm) dans et autour des deux sites pilotes, entre le 01 août et le 30 novembre 2022. (source www.meteoblue.com).

