

# Description du Projet Malaria-CAM

## 1. Contexte et Objectifs

Le paludisme demeure un problème de santé majeur en Afrique subsaharienne, notamment au Cameroun, où elle est responsable de 35 à 40 % des décès signalés dans les établissements de santé. La maladie touche principalement les groupes vulnérables, tels que les femmes enceintes et les enfants de moins de cinq ans. Les principaux vecteurs de la maladie sont deux espèces de moustiques du complexe *Anopheles gambiae* : *An. gambiae s.s.* et *An. arabiensis*, qui transmettent principalement *Plasmodium falciparum*, le pathogène dominant du paludisme.

Au Cameroun, la lutte contre le paludisme repose sur l'utilisation de moustiquaires imprégnées d'insecticide (MII) pour réduire la transmission. Toutefois, le changement climatique impacte considérablement la dynamique de transmission en modifiant le comportement des vecteurs et en élargissant les zones endémiques, en raison de l'augmentation des températures et des précipitations. Le Plan Stratégique National (PSN) de lutte contre le paludisme (2019-2023) vise à garantir un accès universel à des interventions efficaces, en se concentrant sur les populations à forte densité et les zones de transmission saisonnière. Les objectifs incluent une réduction de 60 % de la morbidité et de la mortalité par rapport à 2015.

Le projet Malaria-Cam adopte une stratégie de Surveillance, de Suivi et d'Évaluation (SSE) pour améliorer les efforts de contrôle des vecteurs. Cela implique d'utiliser des données météorologiques pour identifier les gîtes larvaires (habitats) propices à la reproduction des moustiques. La cartographie de ces habitats soutiendra une réponse proactive au contrôle des populations de moustiques, prenant en compte les facteurs climatiques et anthropiques.

## 2. Travaux en Cours et Résultats

Les recherches en cours se concentrent sur la modélisation de la mortalité des moustiques en examinant les effets des facteurs climatiques, notamment la température et l'humidité relative. Le projet utilise des équations pour estimer les probabilités de survie et les taux de mortalité en fonction des conditions environnementales.

Des analyses supplémentaires examinent la dynamique de survie des larves et des pupes d'*An. gambiae s.s.*, en tenant compte de facteurs tels que la densité de population et la prédation. Le projet explore également comment la température et l'humidité influencent la survie des moustiques adultes et la dynamique reproductive de *An. arabiensis*.

Divers modèles statistiques, tels que les modèles de Kaplan-Meier et de Cox, sont utilisés pour évaluer les taux de survie et leur impact sur la transmission de la maladie. La relation entre les taux de survie  $\pi_0$  et le taux de reproduction de base ( $R_0$ ) est un aspect crucial de l'analyse, fournissant des perspectives sur la manière dont ces facteurs influencent le risque de transmission du paludisme.

### 3. Méthodologie Utilisée

L'étude utilise plusieurs modèles statistiques pour analyser la survie des moustiques. L'analyse de Kaplan-Meier évalue la probabilité de survie et le taux de mortalité en fonction des conditions environnementales. Le modèle de risques proportionnels de Cox examine l'impact des précipitations sur les courbes de survie, fournissant une vue plus complète. Une modélisation de la probabilité de survie  $p_i(T, RH)$  a également été réalisée pour estimer la mortalité des moustiques selon divers facteurs climatiques.

L'évaluation de l'impact environnemental a inclus une analyse des données météorologiques pour étudier l'influence de la température, de l'humidité et des précipitations sur la survie et les sites de reproduction. Les résultats indiquent qu'un taux de mortalité inférieur à 0,04 ( $R_0 > 1$ ) signifie une forte probabilité de transmission de la maladie, tandis qu'un taux supérieur à 0,04 ( $R_0 < 1$ ) indique une réduction des risques d'infection. Cela souligne le rôle essentiel du taux de survie dans la dynamique de transmission.

Une cartographie des habitats larvaires, visualisant les zones propices à la reproduction. La modélisation prédictive a évalué l'impact du changement climatique sur la prolifération des moustiques et la dynamique de transmission.

Le tableau ci-dessous représente les intervalles caractérisant l'apparition des sites de reproductions de *An gambiae ss* et *An arabiensis*. Les variables comparatives utilisées ici, pour notre étude sont la température et humidité relative, car elles influencent l'état de survie des espèces en question. (Ce tableau constituera la légende de notre carte d'apparition des gîtes larvaires)

Tableau : Caractérisation des gîtes larvaires de l'*An. Gambiae s.l.* (comprenant *An. gambiae s.s.* et *An. arabiensis*)

#### Résumé des Intervalles

Type de Gîte	Température (°C)	Humidité Relative (%)	Caractéristiques
Idéal	22 à 30	75 ( $\pm 5$ )	Zones d'eau stagnante, humidité élevée
Acceptable	20 à 22 ou 30 à 31	70 à 75	Zones d'eau temporaire, petits collecteurs
Marginalement Viable	18 à 20 ou 31 à 35	60 à 70	Étangs saisonniers, exposition au soleil
Non Viable	< 18 ou > 35	< 60	Zones asséchées, températures extrêmes

## 4. Application CAM-MALARIA

L'application CAM-MALARIA permet de visualiser les données sur la survie des moustiques. En se connectant via un navigateur, les utilisateurs peuvent accéder à des graphiques montrant la probabilité de survie d'*An. gambiae s.s* et de l'*An arabiensis*. en fonction des données de température et d'humidité, ainsi que l'influence des précipitations. Ils pourront également visualiser une carte en temps quasi réel illustrant l'évolution des gîtes larvaires, grâce aux données de température et d'humidité de l'air, envoyées par une Api, jouant le rôle de station météo.

La figure ci-dessous présente l'apparition gîtes larvaires au Cameroun pour le compte du mois d'Août 2024,

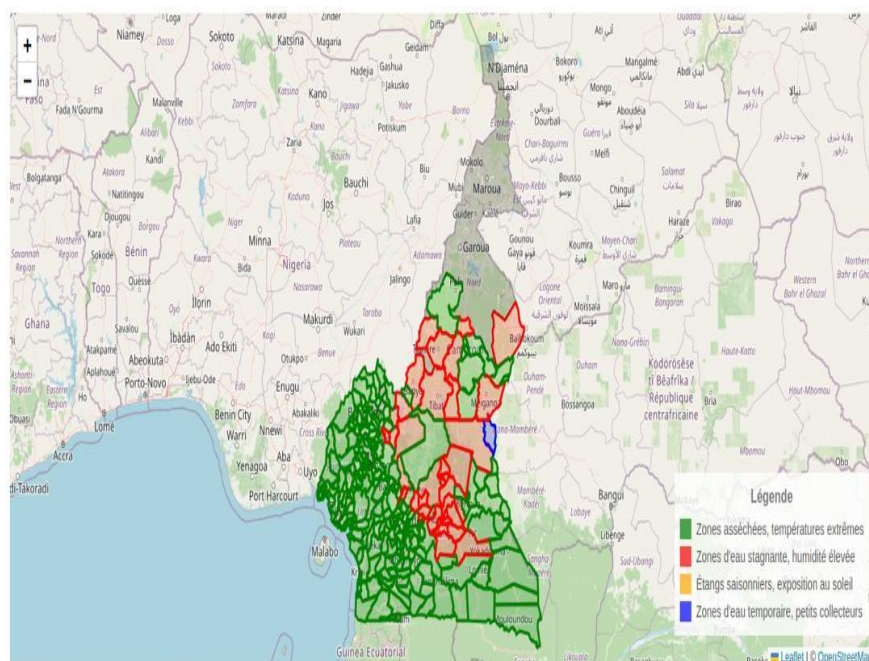


Figure : Carte d'apparition des gîtes larvaires

**Explication de la légende :** Habitats Non Souhaités et Dangereux pour les Moustiques *An. gambiae* et *An. arabiensis*

- **Conditions Favorables à la Prolifération :**

- ✓ **Zones d'Eau Stagnante, humidité élevée (Rouge)**

- **Description :** Étangs, mares, et autres plans d'eau où l'eau ne s'écoule pas.
    - **Risque :** Ces zones offrent des conditions idéales pour la reproduction, en particulier lorsque la température est comprise entre 22 et 30 °C et l'humidité relative élevée.

- ✓ **Zones d'Eau Temporaire, petits collecteurs (Bleu)**

- **Description** : Petits collecteurs d'eau, fossés, et zones inondées temporairement.
  - **Risque** : Elles peuvent devenir des habitats de reproduction lorsque les précipitations augmentent, surtout dans des conditions de température modérée.
- **Conditions Non Viables**
    - ✓ **Etangs saisonniers, exposition au soleil (Jaune)**
      - **Description** : Terrains dépourvus d'eau, exposés au soleil.
      - **Risque** : Bien que ces zones semblent non propices à la reproduction, elles peuvent devenir dangereuses si des changements climatiques modifient l'humidité et la température.
    - ✓ **Zones Asséchées, températures Extrêmes (Vert)**
      - **Description** : Zones où la température descend en dessous de 18 °C ou dépasse 35 °C.
      - **Risque** : Ces conditions peuvent influencer la survie des moustiques, mais des fluctuations rapides dans l'environnement peuvent favoriser leur prolifération.

## 5. Valeur Ajoutée et Impacts Sociétaux

Le projet Malaria-Cam améliore la compréhension des dynamiques de transmission de la malaria en intégrant des méthodes analytiques diverses. Cette approche globale vise à informer les politiques de santé publique et à sensibiliser les communautés sur les conditions environnementales influençant la transmission du paludisme.

En analysant des données provenant de stations météorologiques stratégiquement placées, le projet facilitera les évaluations en temps quasi-réel et les ajustements des interventions, dans le but de réduire le fardeau du paludisme dans les régions touchées. L'impact sociétal réside dans la sensibilisation des parties prenantes locales à l'importance du contrôle des habitats des moustiques et l'influence sur des initiatives de lutte contre le paludisme à plus grande échelle.

En résumé, le projet Malaria-Cam représente une approche multifacette pour lutter contre la malaria au Cameroun, tirant parti de la technologie et de l'analyse des données pour améliorer les stratégies d'intervention et les résultats en santé publique.