

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT
SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

RÉPUBLIQUE DU MALI

Un Peuple - Un But - Une Foi



U.S.T.T-B



**Université des Sciences, des Techniques et des
Technologies de Bamako (USTTB)
Faculté de médecine et d'odontostomatologie
(FMOS)**

ANNÉE UNIVERSITAIRE 2025/2026

**Analyse de la dynamique de transmission et du
fardeau de la rage humaine dans un contexte
d'accès amélioré à la prophylaxie post-exposition
à Bamako et Sikasso de 2022 à 2023**

Présentée et soutenue publiquement le 24 /07 /2026

Par : M. Alou SIDIBÉ

Devant la Faculté de Médecine et d'Odontostomatologie

(Diplôme d'État).

JURY

Président : M. Issa **KONATÉ**, Professeur

Membres : M. Zakaria **KEÏTA**, Médecin épidémiologiste

Membres : M. Sory Ibrahim **DIAWARA**, Directeur de recherche

Co-directeur de thèse : M. Souleymane **DIARRA**, Maître Assistant

Directeur de thèse : M. Seydou **DOUMBIA**, Professeur



**LISTE DES ENSEIGNANTS DE LA FACULTE DE MEDECINE ET
D'ODONTO-STOMATOLOGIE
ANNEE UNIVERSITAIRE 2025-2026**

ADMINISTRATION

DOYEN : **Mme Mariam SYLLA** - PROFESSEUR

VICE-DOYEN : **Mr Mamadou Lamine DIAKITE** – PROFESSEUR

SECRETAIRE PRINCIPAL : **Mr Monzon TRAORE** - MAITRE DE CONFERENCES

AGENT COMPTABLE : **Mr Yaya CISSE** - INSPECTEUR DU TRESOR

LES ENSEIGNANTS A LA RETRAITE

N°	PRENOM S ET NOM	SPECIALITE
1	Mr Ali Nouhoum DIALLO	Médecine Interne
2	Mr Aly GUINDO	Gastro-Entérologie
3	Mr Mamadou M. KEITA	Pédiatrie
4	Mr Siné BAYO	Anatomie-Pathologie-Histo-Embryologie
5	Mr Sidi Yaya SIMAGA	Santé Publique
6	Mr Abdoulaye Ag RHALY	Médecine Interne
7	Mr Boulkassoum HAIDARA	Législation
8	Mr Sambou SOUMARE	Chirurgie Générale
9	Mr Abdou Alassane TOURE	Orthopédie Traumatologie
10	Mr Daouda DIALLO	Chimie Générale & Minérale
11	Mr Mamadou K. TOURE	Cardiologie
12	Mme SY Assitan SOW	Gynécologie/Obstétrique
13	Mr Abdourahamane S. MAIGA	Parasitologie
14	Mr Abdel Karim KOUMARE	Chirurgie Générale
15	Mr Amadou DIALLO	Zoologie - Biologie
16	Mr Kalilou OUATTARA	Urologie
17	Mr Amadou DOLO	Gynécologie/Obstétrique
18	Mr Baba ROUMARE	Psychiatrie
19	Mr Bouba DIARRA	Bactériologie - Virologie
20	Mr Bréhima KOUMARE	Bactériologie - Virologie
21	Mr Toumani SIDIBE	Pédiatrie

22	Mr Souleyennane DIALLO	Pneumologie
23	Mr Bakoroba COULIBALY	Psychiatrie
24	Mr Seydou DIAKITE	Cardiologie
25	Mr Amadou TOURE	Histo-Embryologie
26	Mr Mahamane Kalilou MAIGA	Néphrologie
27	Mr Fififing SISSOKO	Chirurgie Générale
28	Mr Djibril SANGARE	Chirurgie Générale
29	Mr Somita KEITA	Dermatologie-Léprologie
30	Mr Bougouzié SANOGO	Gastro-Entérologie
31	Mr Aihousseini Ag MOHAMED	ORL
32	Mme TRAORE J. THOMAS	Ophtalmologie
33	Mr Issa DIARRA	Gynécologie/Obstétrique
34	Mme Habibatou DIAWARA	Dermatologie-Léprologie
35	Mr Yeya Tiémoko TOURE	Entomologie Médicale, Biologie cellulaire, Génétique
36	Mr Sékou SIDIBE	Orthopédie Traumatologie
37	Mr Adama SANGARE	Orthopédie Traumatologie
38	Mr Sanoussi BAMANI	Ophtalmologie
39	Mme SIDIBE Assa TRAORE	Endocrinologie-Diabétologie
40	Mr Adama DIAWARA	Santé Publique
41	Mme Fatimata Sambou DIABATE	Gynécologie/Obstétrique
42	Mr Bakary Y. SACKO	Biochimie
43	Mr Moustapha TOURE	Gynécologie/Obstétrique
44	Mr Boubakar DIALLO	Cardiologie
45	Mr Dapa Aly DIALLO	Hématologie
46	Mr Mamady KANE	Radiologie et Imagerie Médicale
47	Mr Hamar A. TRAORE	Médecine Interne
48	Mr. Mamadou TRAORE	Gynécologie/Obstétrique
49	Mr Mamadou Souncalo TRAORE	Santé Publique
50	Mr Mamadou DEMBELE	Médecine Interne
51	Mr Moussa Issa DIARRA	Biophysique
52	Mr Kassoum SANOGO	Cardiologie
53	Mr Arouna TOGORA	Psychiatrie
54	Mr Souleymane TOGORA	Odontologie
55	Mr Oumar WANE	Chirurgie Dentaire
56	Mr Abdoulaye DIALLO	Anesthésie-Réanimation
57	Mr Saharé FONGORO	Néphrologie
58	Mr Ibrahim 1. MAIGA	Bactériologie-Virologie
59	Mr Moussa Y. MAIGA	Gastro-Entérologie-Hépatologie
60	Mr Siaka SIDIBE	Radiologie et Imagerie Médicale
61	Mr Aly TEMBELY	Urologie
62	Mr Tiéman COULIBALY	Orthopédie Traumatologie
63	Mr Zanafon OUATTARA	Urologie
64	Mr Bah KEITA	Pneumo-Phtisiologie
65	Mr Zimogo Zié SANOGO	Chirurgie Générale
66	Mr Cheick Oumar GUINTO	Neurologie
67	Mr Mamadou B. DIARRA	Cardiologie
68	Mr Youssouf SOW	Chirurgie Générale
69	Mme Fatimata KONANDJI	Ophtalmologie
70	Mme Diénéba DOUMBIA	Anesthésie-Réanimation
71	Mr Nouhoum ONGOIBA	Anatomie & Chirurgie Générale

72	Mr Niani MOUNKORO	Gynécologie/Obstétrique
73	Mr Guimogo DOLO	Entomologie Moléculaire Médicale
74	Mr Sidi Mohamed COULIBALY	Ophthalmologie
75	Mme Hawa THIAM	Dermatologie
76	Mr Hamidou Baba SACKO	ORL
77	Mr Yousseuf COULIBALY	Anesthésie-Réanimation
78	Mr Diibril SANGARE	Entomologie Moléculaire Médicale
79	Mr Mamadou BA	Biologie, Parasitologie Entomologie Médicale

D.E.R. CHIRURGIE ET SPECIALITES CHIRURGICALES

PROFESSEURS / DIRECTEURS DE RECHERCHE		
N°	PRENOM(S) ET NOM	SPECIALITE
1	Mr Aladii Seïdou DEMBELE	Anesthésie-Réanimation
2	Mr Brouiave Massaoülé SAMAKE	Anesthésie Réanimation
3	Mr Diibo Mahamane DIANGO	Anesthésie-Réanimation
4	Mr Mohamed KEITA	Anesthésie Réanimation
5	Mr Adegné TOGO	Chirurgie Générale Chef de DER
6	Mr Alhassane TRAORE	Chirurgie Générale
7	Mr Bakary Tientigui DEMBELE	Chirurgie Générale
8	Mr Birama TOGOLA	Chirurgie Générale
9	Mr. Drissa TRAORE	Chirurgie Générale
10	Mr Soumaïla KEITA	Chirurgie Générale
11	Mr Yacaria COULIBALY	Chirurgie Pédiatrique
12	Mr Moussa Abdoulaye OUATTARA	Chirurgie Thoracique et cardio-vasculaire
13	Mr Sadio YENA	Chirurgie Thoracique
14	Mr Seydou TOGO	Chirurgie Thoracique et Cardio Vasculaire
15	Mr Tioukani THERA	Gynécologie/Obstétrique
16	Mr YousseufTRAORE	Gynécologie/Obstétrique
17	Mr Drissa KANIKOMO	Neurochirurgie
18	Mr Oumar DIALLO	Neurochirurgie
19	Mr Japhet Pobanou THERA	Ophthalmologie
20	Mme Kadidiatou SINGARE	ORL-Rhino-Laryngologie
21	Mr Mohamed Amadou KEITA	ORL
22	Mr Honoré Jean Gabriel BERTHE	Urologie
23	Mr Mamadou Lamine DIAKITE	Urologie

MAITRES DE CONFERENCES / MAITRES DE RECHERCHE		
N°	PRENOM(S) ET NOM	SPECIALITE
1	Mr Abdoul Hamidou ALMEIMOUNE	Anesthésie Réanimation
2	Mr Abdoulaye TRAORE	Anesthésie Réanimation
3	Mr Daouda DIALLO	Anesthésie Réanimation
4	Mr Mahamadoun COULIBALY	Anesthésie Réanimation
5	Mr Mamadou Karim TOURE	Anesthésie Réanimation
6	Mr Moustapha Issa MANGANE	Anesthésie Réanimation
7	Mr Nouhoum DIANI	Anesthésie-Réanimation
8	Mr Seydina Alioune BEYE	Anesthésie Réanimation
9	Mr Siriman Abdoulaye KOITA	Anesthésie Réanimation
10	Mr Thierno Madane DIOP	Anesthésie Réanimation
11	Mr Abdoulaye DIARRA	Chirurgie Générale

12	Mr Amadou TRAORE	Chirurgie Générale
13	Mr Boubacar KAREMBE	Chirurgie Générale
14	Mr Bréhima BENGALY	Chirurgie Générale
15	Mr Idrissa TOUNKARA	Chirurgie Générale
16	Mr Koniba KEITA	Chirurgie Générale
17	Mr Lassana KANTE	Chirurgie Générale
18	Mr Madiassa KONATE	Chirurgie Générale
19	Mr Sékou Bréhima KOUMARE	Chirurgie Générale
20	Mr Sidiki KEITA	Chirurgie Générale
21	Mr Kalifa COULIBALY	Chirurgie orthopédique et traumatologie
22	Mr Issa AMADOU	Chirurgie Pédiatrique
23	Mr Abdoulaye SISSOKO	Gynécologie/Obstétrique
24	Mr Alassane TRAORE	Gynécologie/Obstétrique
25	Mr Amadou BOCOUM	Gynécologie/Obstétrique
26	Mme Aminata KOUMA	Gynécologie/Obstétrique
27	Mr Ibrahima TEGUETE	Gynécologie/Obstétrique
28	Mr Ibrahim Ousmane KANTE	Gynécologie/Obstétrique
29	Mr Mamadou SIMA	Gynécologie/Obstétrique
30	Mr Seydou FANE	Gynécologie/Obstétrique
31	Mr Soumana Oumar TRAORE	Gynécologie/Obstétrique
32	Mr Boubacar BA	Médecine et chirurgie buccale
33	Mr Mahamadou DAMA	Neurochirurgie
34	Mr Mamadou Salia DIARRA	Neurochirurgie
35	Mr Moussa DIALLO	Neurochirurgie
36	Mr Oumar COULIBALY	Neurochirurgie
37	Mr Yousseuf SOGOBA	Neurochirurgie
38	Mr Abdoulaye NAPO	Ophtalmologie
39	Mr Adama GUINDO	Ophtalmologie
40	Mme Fatoumata SYLLA	Ophtalmologie
41	Mr Lamine TRAORE	Ophtalmologie
42	Mr Nouhoum GUIROU	Ophtalmologie
43	Mr Seydou BAKAYOKO	Ophtalmologie
44	Mr Boubacary GUINDO	ORL-CCF
45	Mr Fatogoma Issa KONE	ORL
46	Mr Siaka SOUMAORO	ORL
47	Mr Yousseuf SIDIBE	ORL
48	Mme Kadidia Oumar TOURE	Orthopédie Dentofaciale
49	Mr Abdoul Kadri MOUSSA	Orthopédie Traumatologie
50	Mr Layes TOURE	Orthopédie Traumatologie
51	Mr Mahamadou DIALLO	Orthopédie Traumatologie
52	Mr Bougadari COULIBALY	Prothèse Scellée
53	Mr Alphousseiny TOURE	Stomatologie et Chirurgie Maxillo-Faciale
54	Mr Amady COULIBALY	Stomatologie et Chirurgie Maxillo-Faciale
55	Mr Alkadri DIARRA	Urologie
56	Mr Amadou KASSOGUE	Urologie
57	Mr Dramane Nafou CISSE	Urologie
58	Mr Mamadou Tidiani COULIBALY	Urologie
59	Mr Moussa Salifou DIALLO	Urologie

MAITRES ASSISTANTS / CHARGES DE RECHERCHE

N°	PRENOM(S) ET NOM	SPECIALITE
1	Mme Fadima Koréissy TALL	Anesthésie Réanimation
2	Mr Seydou GUEYE	Chirurgie Buccale
3	Mr Ahmed BA	Chirurgie Dentaire
4	Mr Mohamed Kassoum DJIRE	Chirurgie Pédiatrique
5	Mr Abdoul Aziz MAIGA	Chirurgie Thoracique
6	Mr Abdoulaye KASSAMBARA	Stomatologie et Chirurgie Maxillo-Faciale
7	Mr Mamadou DIARRA	Ophtalmologie
8	Mme Assiatou SIMAGA	Ophtalmologie
9	Mme Hapssa KOITA	Stomatologie et Chirurgie Maxillo-Faciale

ASSISTANTS / ATTACHES DE RECHERCHE

N°	PRENOM(S) ET NOM	SPECIALITE
1	Mme Lydia B. SITA	Stomatologie

D.E.R. DE SCIENCES FONDAMENTALES

PROFESSEURS / DIRECTEURS DE RECHERCHE

N°	PRENOM S) ET NOM	SPECIALITE
1	Mr Bakarou KAMATE	Anatomie-Pathologie
2	Mr Cheick Bougadari TRAORE	Anatomie-Pathologie Chef de DER
3	Mr Bakary MAIGA	Immunologie
4	Mr Mahamadou A. THERA	Parasitologie - Mycologie
5	Mme Safiatou NIARE	Parasitologie - Mycologie

MAITRES DE CONFERENCES / MAITRES DE RECHERCHE

N°	PRENOM(S) ET NOM	SPECIALITE
1	Mr Abdoulaye KANTE	Anatomie
2	Mr Bourama COULIBALY	Anatomie Pathologie
3	Mme Aminata MAIGA	Bactériologie-Virologie
4	Mr Bassirou DIARRA	Bactériologie-Virologie
5	Mme Dieneba Bocar FOFANA	Bactériologie-Virologie
6	Mr Ousmane MAIGA	Biologie, Entomologie, Parasitologie
7	Mr Boubacar Sidiki Ibrahim Drame	Biologie Médicale/Biochimie Clinique
8	Mr Moussa FANE	Biologie, Santé publique, Santé-Environnement
9	Mr Adama DAO	Entomologie médicale
10	Mr Drissa COULIBALY	Entomologie médicale
11	Mr Oumar SAMASSEKOU	Génétique/Génomique
12	Mr Bréhima DIAKITE	Génétique et Pathologie Moléculaire
13	Mr Yaya KASSOGUE	Génétique et Pathologie Moléculaire
14	Mr Sidi Boula SISSOKO	Histologie embryologie et cytogénétique
15	Mr Abdoulaye KONE	Parasitologie - Mycologie
16	Mr Aboubacar Alassane OUMAR	Pharmacologie
17	Mr Sanou Kho COULIBALY	Toxicologie

MAITRES ASSISTANTS / CHARGES DE RECHERCHE

N°	PRENOM(S) ET NOM	SPECIALITE
----	------------------	------------

1	Mme Assitan DIAKITE	Biologie
2	Antiémé Combo Georges TOGO	Contrôle de qualité des aliments
3	Mr Moussa KEITA	Entomologie Parasitologie
4	Mr Hama Abdoulaye DIALLO	Immunologie
5	Mr Saïdou BALAM	Immunologie
6	Mr Sidy BANE	Immunologie
7	Mr Modibo SANGARE	Pédagogie en Anglais adapté à la Recherche Biomédicale
8	Mr Bamodi SIMAGA	Physiologie

ASSISTANTS / ATTACHES DE RECHERCHE

N°	PRENOM(S) ET NOM	SPECIALITE
1	Mr Tata TOURE	Anatomie
2	Ibrahim KEITA	Biologie moléculaire
3	Mr Boubacar COULIBALY	Entomologie, Parasitologie médicale
4	Mme Nadié COULIBALY	Microbiologie, Contrôle Qualité

D.E.R. DE MEDECINE ET SPECIALITES MEDICALES

PROFESSEURS / DIRECTEURS DE RECHERCHE

N°	PRENOM(S) ET NOM	SPECIALITE
1	Mr Ichaka MENTA	Cardiologie
2	Mr Souleymane COULIBALY	Cardiologie
3	Mr Ousmane FAYE	Dermatologie-Vénérologie
4	Mr Moussa T. DIARRA	Hépatogastro-Entérologie
5	Mr Daouda K. MINTA	Maladies Infectieuses et Tropicales
6	Mr Issa KONATE	Maladies Infectieuses et Tropicales
7	Mr Sounkalo DAO	Maladies Infectieuses et Tropicales
8	Mme KAYA Assétou SOUKHO	Médecine Interne
9	Mr Youssoufa Mamoudou MAIGA	Neurologie
10	Mr Abdoul Aziz DIAKITE	Pédiatrie
11	Mr Boubacar TOGO	Pédiatrie
12	Mme Fatoumata DICKO	Pédiatrie
13	Mme Mariam SYLLA	Pédiatrie
14	Mr Yacouba TOLOBA	Pneumo-Phtisiologie Chef de DER
15	Mr Souleymane COULIBALY	Psychologie
16	Mr Adama Diaman KEITA	Radiologie et Imagerie Médicale
17	Mr Mahamadou DIALLO	Radiologie et Imagerie Médicale

MAITRES DE CONFERENCES / MAITRES DE RECHERCHE

N°	PRENOM(S) ET NOM	SPECIALITE
1	Mme Asmaou KEITA	Cardiologie
2	Mr Boubacar SONFO	Cardiologie
3	Mme COUMBA Adiaratou THIAM	Cardiologie
4	Mr Hamidou Oumar BA	Cardiologie
5	Mr Ibrahim SANGARE	Cardiologie
6	Mr Ilo Bella DIALLO	Cardiologie
7	Mr Mamadou DIAKITE	Cardiologie

8	Mr Mamadou TOURE	Cardiologie
9	Mme Mariam SAKO	Cardiologie
10	Mr Massama KONATE	Cardiologie
11	Mr Samba SIDIBE	Cardiologie
12	Mr Youssouf CAMARA	Cardiologie
13	Mr Adama Aguisa DICKO	Dermatologie
14	Mr Mamadou GASSAMA	Dermatologie
15	Mr Yamoussa KARABINTA	Dermatologie
16	Mme SOW Diénéba SYLLA	Endocrinologie, Maladies Métaboliques et Nutrition
17	Mr Anselme KONATE	Hépatogastro-Entérologie
18	Mme Hourouma SOW	Hépatogastro-Entérologie
19	Mme Kadiatou DOUMBIA	Hépatogastro-Entérologie
20	Mme Sanra Déborah SANOGO	Hépatogastro-Entérologie
21	Mr Abdoulaye Mamadou TRAORE	Maladies Infectieuses et Tropicales
22	Mr Garan DABO	Maladies Infectieuses et Tropicales
23	Mr Jean Paul DEMBELE	Maladies Infectieuses et Tropicales
24	Mr Yacouba CISSOKO	Maladies Infectieuses et Tropicales
25	Mr Mamadou A.C. CISSE	Médecine d'Urgence
26	Mme Djénébou TRAORE	Médecine Interne
27	Mr Djibril SY	Médecine Interne
28	Mr Hamadoun YATTARA	Néphrologie
29	Mr Seydou SY	Néphrologie
30	Mr Guida LANDOURE	Neurologie
31	Mr Seybou HASSANE	Neurologie
32	Mr Thomas COULIBALY	Neurologie
33	Mr Belco MAIGA	Pédiatrie
34	Mme Diénéba KONATE	Pédiatrie
35	Mme Fatoumata Léonie François DIAKITE	Pédiatrie
36	Mr Fousseyni TRAORE	Pédiatrie
37	Mr Karamoko SACKO	Pédiatrie
38	Mme N'Drain SIDIBE	Pédiatrie
39	Mr Dianguina dit Noumou SOUMARE	Pneumologie
40	Mme Khadidia OUATTARA	Pneumologie
41	Mr Souleymane dit Papa COULIBALY	Psychiatrie
42	Mr Abdoulaye KONE	Radiologie et Imagerie Médicale
43	Mr Ilias GUINDO	Radiologie et Imagerie Médicale
44	Mr Issa CISSE	Radiologie et Imagerie Médicale
45	Mr Mody Abdoulaye CAMARA	Radiologie et Imagerie Médicale
46	Mr Ouncoumba DIARRA	Radiologie et Imagerie Médicale
47	Mr Ousmane TRAORE	Radiologie et Imagerie Médicale
48	Mr Salia COULIBALY	Radiologie et Imagerie Médicale
49	Mr Souleymane SANOGO	Radiologie et Imagerie Médicale
50	Mr Adama DIAKITE	Radiothérapie
51	Mr Aphou Sallé KONE	Radiothérapie
52	Mr Koniba DIABATE	Radiothérapie
53	Mr Idrissa Ah. CISSE	Rhumatologie

MAITRES ASSISTANTS / CHARGES DE RECHERCHE

N°	PRENOM S) ET NOM	SPECIALITE
----	------------------	------------

1	Mr Diakalia Siaka BERTHE	Hématologie
2	Mr Yacouba FOFANA	Hématologie
3	Mr Drissa Mansa SIDIBE	Médecine de la Famille/Communautaire
4	Mr Issa Souleymane GOITA	Médecine de la Famille/Communautaire
5	Mr Souleymane SIDIBE	Médecine de la Famille/Communautaire
6	Mr Adama Seydou SISSOKO	Neurologie-Neurophysiologie
7	Mr Aboubacar Sidiki N'DIAYE	Radiologie et Imagerie Médicale
8	Mr Alassane KOUMA	Radiologie et Imagerie Médicale
9	Mme Hawa DIARRA	Radiologie et Imagerie Médicale
10	Mr Mahamadoun GUINDO	Radiologie et Imagerie Médicale
11	Mr Mamadou DEMBELE	Radiologie et Imagerie Médicale
12	Mr Mamadou N'DIAYE	Radiologie et Imagerie Médicale
13	Mr Diigui KEITA	Rhumatologie

ASSISTANTS / ATTACHES DE RECHERCHE

N°	PRENOM S ET NOM	SPECIALITE
1	Mr Boubacari Ali TOURE	Hématologie Clinique

D.E.R. DE SANTE PUBLIQUE

PROFESSEURS / DIRECTEURS DE RECHERCHE

N°	PRENOM(S) ET NOM	SPECIALITE
1	Mr Seydou DOUMBIA	Epidémiologie
2	Mr Sor Ibrahim DIAWARA	Epidémiologie
3	Mr Cheick Oumar BAGAYOKO	Informatique Médicale
4	Mr Hamadoun SANGHO	Santé Publique, Chef de D.E.R.

MAITRES DE CONFERENCES / MAITRES DE RECHERCHE

N°	PRENOM S ET NOM	SPECIALITE
1	Mr Abdourahmane COULIBALY	Anthropologie de la Santé
2	Mr Oumar THIÉRO	Biostatistique/Bioinformatique
3	Mr Cheick Abou COULIBALY	Epidémiologie
4	Mr Housseini DOLO	Epidémiologie
5	Mr Oumar SANGHO	Epidémiologie
6	Mr Nafomon SOGOBA	Epidémiologie
7	Mr Nouhoum TELLY	Epidémiologie
8	Mr Moctar TOUNKARA	Epidémiologie
9	Mr Birama Apho LY	Santé Publique

MAITRES ASSISTANTS / CHARGES DE RECHERCHE

N°	PRENOM(S) ET NOM	SPECIALITE
N°	Mr Samba DIARRA	Anthropologie de la Santé
2	Mme Halimatou DIAWARA	Economie de la santé
3	Mr Mahamadou TOURE	Epidémiologie
4	Mr Souleymane Sékou DIARRA	Epidémiologie
5	Mme Fatoumata Korika TOUNKARA	Epidémiologie/ Santé Publique
6	Mr Salia KEITA	Médecine de la Famille/Communautaire
7	Mr Cheick Papa Oumar SANGARE	Nutrition

8	Mr Bakal DIARRA	Santé Publique
9	Mme Lalla Fatouma TRAORE	Santé Publique
10	Mr Ogobara KODIO	Santé Publique
11	Mr Ousmane LY	Santé Publique
12	Mr Ilo DICKO	Santé Publique
13	Mr Abdoul Salam DIARRA	Santé Publique

ASSISTANTS / ATTACHES DE RECHERCHE

N°	PRENOM5° ET NOM	SPECIALITE
1	Mr Seydou DIARRA	Anthropologie de la Santé
2	Mr Abdrahamane ANNE	Bibliothéconomie-Bibliographie
3	Mr Bakary COULIBALY	Bibliothèques
4	Mr Mahmoud CISSE	Informatique médicale
5	Mme Fatoumata KONATE	Nutrition et Diététique
6	Mr Moussa SANGARE	Orientation, contrôle des maladies
7	Mr Mohamed Mounine TRAORE	Santé Communautaire
8	Mme Diénéba DIARRA	Santé de la reproduction
9	Mme Niélé Hawa DIARRA	Santé Publique
10	Mr Brahim KONATE	Méthodes statistiques en santé

CHARGES DE COURS & ENSEIGNANTS VACATAIRES

N°	PRENOM(S) ET NOM	SPECIALITE
1	Mr Babou BAH	Anatomie
2	Mr Nicolas GUINDO	Anglais
3	Mr Toumaniba TRAORE	Anglais
4	Mr Diibril Mamadou COULIBALY	Biochimie
5	Mr Klétigui Casmir DEMBELE	Biochimie
6	Mr Madani MARICO	Chimie générale
7	Mr Blaise DACKOOU	Chimie organique
8	Mr Mamadou BA	Chirurgie Buccale
9	Mr Oumar KOITA	Chirurgie Buccale
10	Mr Mohamed Cheick HAIDARA	Droit médical appliqué à l'odontologie et Odontologie légale
11	Mr Yaya TOGO	Economie de la santé
12	Mr Bah TRAORE	Endocrinologie
13	Mr Modibo MARIKO	Endocrinologie
14	Mr Baba DIALLO	Santé publique bucco-dentaire
15	Mr Zana Lamissa SANOCJO	Ethique-Déontologie
16	Mr Issa COULIBALY	Gestion
17	Mr Kassim SIDIBE	Imagerie dentaire
18	Mr Kassoum BARRY	Médecine communautaire
19	Mr Lamine DIAKITE	Médecine de travail
20	Mme Mariame KOUMARE	Médecine de travail
21	Mr Brahim DICKO	Médecine Légale
22	Mme Rokia SANOGO	Médecine Traditionnelle
23	Mr Kassoum KAYENTAO	Méthodologie de la recherche
24	Mr Fousseyni CISSOKO	OCE
25	Mr Ibrahima FALL	OCE
26	Mr Abdoul Karim TOGO	OCE

27	Mr Aly SY	OCE
28	Mr Abdrahamane A. N. CISSE	ODP
29	Mr Abdrahamane Salia MAIGA	Odontologie gériatrique
30	Mr Amsalla NIANG	Odontologie Préventive et Sociale
31	Mr Madani LY	Oncologie
32	Mr Lamine TRAORE	PAP / PC
33	Mr Souleymane SISSOKO	PAP / PC/Implantologie
34	Mr Aboubacar Sidiki Thissé KANE	Parodontologie
35	Mr Ousseynou DIAWARA	Parodontologie
36	Mr Joseph KONE	Pédagogie médicale
37	Mr Cheick Ahamed Tidiane KONE	Physique
38	Mr Morodian DIALLO	Physique
39	Mr Apérou dit Eloi DARA	Psychiatrie
40	Mme Kadiatou TRAORE	Psychiatrie
41	Mr Ibrahim PAMANTA	Rhumatologie
42	Mme Daoulata MARIKO	Stomatologie

Bamako, le 02 / 06 / 2026

Le Secrétaire Principal



REMERCIEMENT

Mes Parents :

À mon père, Amara dont la présence s'est éteinte trop tôt mais dont la lumière continue de guider mes pas. Ton départ a marqué mon enfance, mais ton héritage vit encore dans chacun de mes gestes. La main fragile que tu avais laissée est devenue solide, capable de tracer son propre chemin avec courage et détermination. Ce travail est aussi un hommage à ta mémoire et à la force que tu m'as transmise.

À ma mère Aminata dite Bougouri SIDIBE, je dédie ce travail. Tu as toujours été mon refuge et mon soutien inépuisable. Ton amour, ta patience et ton courage m'ont porté dans les moments difficiles, et ton sourire m'a donné la force d'aller plus loin. Que ces pages soient le témoignage de ma gratitude et de mon immense affection pour toi.

Hommage à ma mère Oumou DIALLO

Votre présence bienveillante, vos conseils et votre soutien indéfectible ont accompagné chaque étape de mon parcours. Vous avez été une source de force et d'inspiration, m'encourageant à persévérer et à croire en mes capacités.

Je vous exprime ma profonde reconnaissance pour l'amour, la patience et la confiance que tu m'as offerte.

Tonton Diallo Dramane

Je rends un hommage empreint de respect et de gratitude. Par ta sagesse enseignée, tu as éclairé mon chemin et m'as appris à voir plus loin que les obstacles. Par tes sacrifices silencieux, tu as porté une part de mes fardeaux et m'as offert la force de continuer. Par ton rôle de guide, tu as été pour moi un repère sûr, une voix rassurante et une présence bienveillante.

Mes frères et sœurs :

À toi, mon grand frère Madou, ton départ m'a laissé une leçon précieuse : l'importance du moment présent. J'ai compris, dans la douleur de ton absence, combien il est facile de remettre à demain des instants que tu ne verras jamais. Ce travail se veut le témoignage de ma profonde gratitude envers toi, pour tout ce que tu as représenté et pour la lumière que ton souvenir continue d'apporter à ma vie.

Mes grands frères : Souleymane, Gaoussou et Mohamed

À vous, mes grands frères Souleymane, Gaoussou et Mohamed, je dédie ces lignes avec une émotion profonde. Vos sacrifices pour moi ont été si grands, si constants, qu'ils ont façonné mon chemin et m'ont permis d'avancer là où seul je n'aurais pas pu. Vous avez porté mes fardeaux, partagé mes doutes et transformé mes faiblesses en force.

C'est pour cela que je vous appelle souvent « **petits papas** », car vous avez su endosser ce rôle avec une tendresse et une responsabilité qui dépassent les liens fraternels. Vous avez été des repères dans mes moments d'égarement, des soutiens dans mes instants de fragilité, et des lumières dans mes nuits d'incertitude.

Que ce travail soit le témoignage de ma gratitude infinie, une trace écrite de l'amour et du respect que je vous porte, et un hommage à la place irremplaçable que vous occupez dans ma vie.

À ma grande sœur **Farimata SIDIBE** et à ma fille adorée **Awa CISSOUMA** je souhaite exprimer toute ma gratitude. Votre affection, vos encouragements et votre présence ont été pour moi une source de réconfort et de force. Vous avez su m'accompagner avec tendresse et bienveillance, et ce travail porte aussi la trace de votre soutien.

À mon grand frère **Bakary** et à son épouse **Nayelle Kadiditou Coulibaly**, à Abidjan, je rends hommage pour vos sacrifices et votre dévouement. Votre générosité et vos conseils m'ont guidé dans ce parcours, et votre appui constant a été un pilier sur lequel je me suis appuyé.

Que ces mots soient le témoignage de ma reconnaissance profonde et de l'attachement sincère que je vous porte. Vous êtes une part essentielle de mon histoire et de ce chemin vers l'accomplissement.

Hommage à mes frères et sœurs

À mes petits frères **Gaoussou dit Papa**, et **Mohamed**, je rends hommage pour votre respect et votre disponibilité. Vous avez été pour moi des soutiens constants, et des compagnons de route précieux.

À mes sœurs, ma grande sœur **Fatim**, mes petites sœurs **Halima, Malado, Fatoumata dite Batoma et Assetou dite Lah**, votre affection, vos encouragements et vos prières ont été des piliers sur lesquels je me suis appuyé. Vous avez su transformer les épreuves en force partagée et vos gestes de tendresse ont illuminé mon chemin.

Hommage à mes sœurs et frères de Cœur

À **Nahan Rokia SIDIBE**, **Fatouma DEMBELE** et son époux **Salif THIAM**, je rends hommage pour votre présence précieuse. Vous êtes devenus pour moi bien plus que des compagnons de route : des sœurs et un frère de cœur. Vos conseils, votre affection et vos encouragements ont transformé ce parcours en une aventure partagée.

Hommage à mes Amis

À mon ami **Dr Tefourou KANOUTE**, pour ta présence constante et ces instants de complicité qui ont illuminé mon parcours.

À **Kati SIDIBE**, merci pour tes longues nuits d'accompagnement malgré la distance, pour la confiance que tu as placée en moi et tes encouragements constants. Tu as su m'apaiser dans les instants de doute et partager la joie des moments de succès, transformant chaque étape de ce parcours en force et en lumière.

À **Becou Hyacynte TRAORE**, pour ton soutien sincère et tes sacrifices amicaux, toujours offerts sans jugement, avec une générosité rare. Ton père Mony David qui m'a offert une paternité sans condition et ta mère Biawé TINA toutes nos sœurs Rebeka et Madelene.

À **Amadou Gagni TRAORE**, Petit frère et ami à la fois, je te remercie pour ton soutien fidèle, marqué par la simplicité et la sincérité. Ta présence constante, discrète mais précieuse, a été une source d'encouragement et de réconfort tout au long de mon parcours.

À **Abdoul Karim KONE** et à **Sanou KEITA**, deux amis rares dont la loyauté et la présence sont des trésors inestimables. Votre amitié sincère a été une force constante, m'accompagnant aussi bien dans les instants de doute que dans ceux de joie.

À **Boubacar B TRAORE**, **Ichiaka SIDIBE**, amis d'enfance, témoins des premiers pas de mon histoire et des compagnons fidèles de mes souvenirs. Votre amitié est une racine profonde qui continue de nourrir mon parcours.

À **Cherif Ousmane Traoré** et **Mamady Konaté**, que je considère comme mes génies, je rends un hommage particulier. Vous avez su éclairer mes doutes, trouver des solutions à mes

problèmes et transformer les obstacles en confiance. Votre intelligence et votre fraternité sont pour moi des trésors rares.

À ma **promotion P15 –Pr. Issa Traoré**, je témoigne ma gratitude pour la solidarité et les efforts partagés. Vous avez été une véritable famille académique et une source de motivation. Que ce travail garde vivante la mémoire de ce parcours commun.

Hommage à mes Collègues de l'UCRC

À mes collègues de l'UCRC, spécialement Dr Moussa KANTE, M. Ibrahim Mahamadou MAIGA je vous témoigne ma gratitude pour votre soutien et votre esprit de collaboration.

Hommage à mon Équipe et au Centre

À notre équipe de garde à **ASACOLA1** Dr **DIAWARA Mahamadou**, Dr **DANTE Mahamadou**, Dr **Madou KONE**, Dr **DAO Moussa**, Dr **OUATTARA Sadio**, **Niombi Balla DIOSSAN** ainsi qu'à tous les membres du centre, je témoigne ma gratitude pour votre solidarité, votre engagement et votre soutien constant. Vous avez été une force collective qui a rendu ce parcours plus riche et plus humain.

HOMMAGES AUX MEMBRES DU JURY

À notre Maître et Président du jury

Professeur Issa KONATÉ

**Professeur titulaire des Maladies Infectieuses et Tropicales à la Faculté de Médecine et
D'odonto-stomatologie (FMOS)**

Praticien hospitalier au CHU du point G

**Diplômé Inter-universitaire d'anti biologie et d'antibiothérapie en Afrique
Subsaharienne**

Investigateur clinique principal au Centre Universitaire de Recherche Clinique

**Coordinateur adjoint du Diplôme d'Etudes Spécialisées de Maladies infectieuses et
Tropicales à la PMOD/USTTB**

Coordinateur adjoint du D.U de VIH/Sida à la FMOS

**Secrétaire administratif de la Société Malienne de Pathologies Infectieuses et Tropicales
(SOMAPIT)**

Membre de la Société Africaine des Pathologies Infectieuses (SAPI)

**Ancien membre de la cellule Assurance Qualité de l'Université des Sciences des
Techniques et des Technologies de Bamako (USTTB)**

**Membre du groupe de Coordination Multisectorielle de Lutte Contre les Résistances aux
Antimicrobiens**

Cher Maître

Nous sommes très honorés par la spontanéité avec laquelle vous avez accepté de juger ce travail. Votre rigueur scientifique, votre simplicité et votre disponibilité font de vous un être remarquable. Vous êtes pour nous le model scientifique par excellence. Votre humanisme et votre empathie forcent le respect et l'admiration pour les personnes que nous sommes.

Recevez, cher maître, l'expression de notre infinie reconnaissance et de notre profond respect.

À notre Maître et Juge

Professeur Sory Ibrahim Diawara

MD, MPH, PhD Epidémiologie

Directeur de recherche de la Faculté de Médecine et d'Odonto-Stomatologie (FMOS)

Médecin chercheur au Centre de Recherche et de la Formation sur le Paludisme (MRTC)

Cher Maître

Je tiens à vous exprimer ma gratitude pour avoir accepté de participer à l'évaluation de ce travail. Votre présence et vos observations constituent un apport précieux qui contribue à la qualité et à la rigueur de ce processus académique.

Veillez recevoir l'expression de mon respect et de ma reconnaissance.

À notre Maître et Juge

Docteur Zakaria KEITA

Médecin spécialiste en épidémiologie

Coordinateur de recherche au Centre Universitaire de Recherche Clinique (UCRC)

Cher Maître

Vous avez été pour moi bien plus qu'un encadreur : un guide, un soutien constant et une source d'inspiration. Par votre rigueur, votre disponibilité et vos encouragements, vous m'avez poussé à viser l'excellence et à croire en mes capacités.

Je vous exprime ma profonde gratitude pour votre accompagnement et pour l'impact durable que vous avez eu sur mon parcours académique et personnel.

A notre maitre et co-directeur

Docteur Souleymane Sékou Diarra

Maître assistant en épidémiologie à la Faculté de Médecine et d'Odonto-stomatologie (FMOS)

Chef du Département des opérations d'Urgence de Santé Publique à l'Institut National de Santé Publique

Coordinateur de l'Equipe Médicale d'Urgence (EMU) du Mali

Expert en gestion des Urgences en Santé publique

Cher Maître

C'est un privilège que vous nous accordez en acceptant d'être co-directeur de cette thèse, nous en sommes très honorés. Merci pour vos corrections et suggestions très utiles qui ont permis d'améliorer la qualité scientifique de ce travail.

Trouvez ici l'expressions de nos sincères remerciements.

À notre Maître et Directeur de thèse

Professeur Seydou DOUMBIA

Professeur titulaire en épidémiologie ;

Doyen honoraire de la faculté de Médecine et d'Odontostomatologie de Bamako ;

Directeur du Programme ICEMR-WAF « International Center for Excellence in Malaria Research in West Africa »;

Directeur du Centre Universitaire de Recherche Clinique (UCRC) de l'Université des Sciences Techniques et Technologie de Bamako au Mali

Cher Maître

Vous êtes et demeurez une référence par votre expérience et par votre parcours professionnel. Honorable Maître, ce travail est le fruit de votre volonté d'assurer une formation de qualité. Professeur, nous vous envions et souhaiterons emboîter vos pas, bien que difficile. Vous nous avez impressionnés tout au long de ces années d'apprentissage : par la qualité de votre pédagogie et l'humilité dont vous faites preuve. C'est un grand honneur et une grande fierté pour nous d'être compté parmi vos élèves. Nous, vous demandons cher maître, d'accepter nos sincères remerciements.

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

CAR :	Centre Anti Rabique
DALYs :	Disability-Adjusted Life Years (années de vie corrigées de l'incapacité)
DES :	Dossier de Santé Electronique
FAO :	Food and Agriculture Organization (l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'Agriculture)
FCFA:	Franc CFA
GARC :	Global Alliance for Rabies Control
GAVI:	Global Alliance for Vaccines and Immunization.
GHSA :	Programme de Sécurité Sanitaire Mondiale
LCV :	Laboratoire Central Vétérinaire
MTN :	Les Maladies Tropicale Négligées
NCDC :	Centre nigérian de contrôle des maladies
OIE :	Office International des épizooties
OMS :	Organisation Mondiale de la Santé
OMSA :	Organisation Mondiale de la Santé Animale
ONGs :	Organisations Non Gouvernementales
PEP :	Prophylaxie Post-Exposition
PP :	Probabilité de recevoir la prophylaxie post-exposition
PR :	Probabilité d'un chien d'être enragé
PrEP :	Prophylaxie pré-exposition
PVS :	Performances des Services Vétérinaires
RGPH5 :	Recensement Général de la Population et de l'habitat 5
RIG :	Immunoglobine Anti Rabique
SIS :	Système d'Information Sanitaire
UCRC	Centre Universitaire de Recherche Clinique
UNEP :	United Nations Environment Programme
USD:	United States Dollar (Dollar Américain)
WASH :	Sécurité alimentaire et de l'eau, de l'assainissement et de l'hygiène
YLL :	Year of Life lost : Années de vie perdues

Table des matières :

1	Introduction :	1
2	Généralités :	4
2.1	Contexte mondial de la rage :	4
2.1.1	Définition :	4
2.1.2	La rage à travers l'histoire et les régions du monde :	4
2.1.3	Le poids économique mondial de la rage humaine : une urgence négligée	5
2.2	Fardeau de la rage en Afrique et au Mali :	6
2.2.1	Statistiques récentes au Mali (2020–2023) :	6
2.3	Problématique de la prise en charge intégrée des morsures :	6
2.3.1	Enjeux de coordination entre les secteurs santé humaine, animale et environnementale	6
2.3.2	Accès limité aux vaccins et à la prophylaxie post-exposition :	8
2.4	Vers une réponse intégrée : l'approche Une Seule Santé :	9
2.4.1	Principes de l'approche One Health :	10
2.4.2	Intérêt pour la rage :	10
2.4.3	Intérêt pour les autres maladies zoonotiques :	11
2.5	BlockRabies :	11
2.5.1	Présentation de l'outil BlockRabies :	12
2.5.2	Services connectés et fonctionnalités :	12
2.5.3	Avantages pour la surveillance, la prise en charge et la chaîne logistique :	12
2.5.3.1	Avantages pour la surveillance :	12
2.5.3.2	Avantages pour la prise en charge des patients :	13
2.5.3.3	Avantages pour la chaîne logistique des vaccins :	13
2.6	Innovation technologique : l'apport de la Blockchain :	13
2.6.1	Sécurisation et transparence des données :	13
2.6.2	Transparence des données :	14
2.6.3	Impact concret :	14
3	MATRIELS ET METHODES :	16
3.1	CADRE D'ETUDE :	16
3.2	TYPE D'ETUDE :	16
3.3	PERIODE D'ETUDE :	16
3.4	POPULATION D'ETUDE :	16
3.4.1	Critères d'inclusions :	16
3.4.2	Critères de non-inclusions :	16

3.5	ECHANTILLONNAGE :	16
3.6	VARIABLES ETUDIEES :	18
3.6.1	Variable dépendante :.....	18
3.6.2	Variables indépendantes :.....	19
3.7	TECHNIQUE DE COLLECTE DES DONNEES :	19
4	Résultats :	29
4.1	: Caractéristiques sociodémographiques des victimes de morsures de mammifères à Bamako et Sikasso (2022-2023)	29
4.2	Profil clinique de l'exposition et délais de consultation (2022-2023)	30
4.3	Analyse des facteurs associés au retard de consultation (≥ 3 jours)	31
4.4	Estimation de la charge globale de la rage (mortalité, années de vie perdues) et l'évaluation de la charge économique (Coûts)	32
5	Discussion	51
6	Conclusion :	61
7	Recommandations :	61
8	Références:	62

Liste des tableaux :

Tableau I : Répartition selon les caractéristiques sociodémographiques des victimes de morsures de mammifères à Bamako et Sikasso	29
Tableau II : Répartition selon Profil clinique de l'exposition et délais de consultation	30
Tableau III: Répartition selon l'analyse bivariée des facteurs associés au retard de consultation (≥ 3 jours).....	31
Tableau IV: Comparaison directe entre les graphiques 19 et 20 précédent.....	36
Tableau V: Comparaison directe entre les graphiques 28 et 29 précédent	41
Tableau VI: Comparaison directe entre les graphiques 37 et 38 précédent	46
Tableau VII: Estimation de la mortalité due à la rage, l'incidence par 10000 habitants, Expositions suspectes, PEP, Décès prévenus, DALY (due aux décès prématurés) Moyenne de la couverture vaccinale, probabilité d'un chien d'être enragé (PR) et la probabilité de recevoir la PEP(PP) par région et par année de consultation.	48
Tableau VIII: Coûts économique de la rage en dollars américain, par région et par année de consultation.	49

Liste des figures :

Figure 1: Image illustrant une morsure de chien, montrant une plaie traumatique de morsure.	4
Figure 2: Charge mondiale de la rage humaine transmise par les chiens (2017).....	5
Figure 3 Exemples d'–interfaces environnement humain-animal– pour les MTN	7
Figure 5: Prophylaxie post-exposition en fonction des catégories de la blessure.	8
Figure 6: Image d'illustration de l'approche One Health, mettant en évidence toutes les interface de la santé Humaine, animale et environnementale.	9
Figure 7 capture d'écran tableau de bord du logiciel BlockRabies	11
Figure 8: Capture d'écran lors de 10000 itérations.....	24
Figure 9:Arbre des séries des combinaisons de probabilité pour la probabilité des décès dus à la rage après morsure d'un chien suspect.	26
Figure 13:Histogramme de distribution de fréquence, montrant la distribution des valeurs « nombre total de décès sans la PEP » simulées issues des itérations de la simulation de Monte Carlo_Bamako2022.....	32
Figure 15:Histogramme de distribution de fréquence, montrant la distribution des valeurs « nombre total de décès avec la PEP » simulées issues des itérations de la simulation de Monte Carlo_Bamako2022.....	32
Figure 16:Histogramme de distribution de fréquence, montrant la distribution des valeurs simulées de la probabilité de décès (p_{death}) issues des itérations de la simulation de Monte Carlo_Bamako2022.....	33
Figure 17:: Nuage de points illustrant la relation entre l'accès à la prophylaxie post-exposition (PPE) K14 (Binomial) et la probabilité de décès (p_{death}) issues d'une simulation probabiliste (de type Monte Carlo) concernant la rage_Bamako2022.....	33
Figure 18:Nuage de points illustrant la relation entre l'accès à la prophylaxie post-exposition (PPE) K14 (Binomial) et le nombre total de décès sans prophylaxie post-exposition (total_death2) issues d'une simulation probabiliste (de type Monte Carlo) concernant la rage_Bamako2022.....	34
Figure 19:Nuage de points illustrant la relation entre l'accès à la prophylaxie post-exposition (PPE) K14 (Binomial) et le nombre total de décès avec la prophylaxie post-exposition (Total_death) issues d'une simulation probabiliste (de type Monte Carlo) concernant la rage_Bamako2022.....	34

Figure 20:Graphique de convergence (ou "trace plot"), typique des simulations de Monte Carlo par chaînes de Markov (MCMC) du nombre total de décès (total_death2) simulés dans un scénario sans la prophylaxie post-exposition (PPE)_Bamako2022	35
Figure 21:Graphique de convergence (ou "trace plot"), typique des simulations de Monte Carlo par chaînes de Markov (MCMC) du nombre total de décès (Total_death) simulés dans un scénario avec la prophylaxie post-exposition (PPE)_Bamako2022.....	35
Figure 22:Graphique de convergence (ou "trace plot"), typique des simulations de Monte Carlo par chaînes de Markov (MCMC) de la probabilité de décès par la rage (p_death) simulés dans un scénario avec la prophylaxie post-exposition (PPE)_Bamako2022	36
Figure 23:Histogramme de distribution de fréquence, montrant la distribution des valeurs « nombre total de décès sans la PEP » simulées issues des itérations de la simulation de Monte Carlo_Bamako2023	37
Figure 24:Histogramme de distribution de fréquence, montrant la distribution des valeurs « nombre total de décès avec la PEP » simulées issues des itérations de la simulation de Monte Carlo_Bamako2023	38
Figure 25:Histogramme de distribution de fréquence, montrant la distribution des valeurs simulées de la probabilité de décès (p_death) issues des itérations de la simulation de Monte Carlo_Bamako2023	38
Figure 26:Nuage de points illustrant la relation entre l'accès à la prophylaxie post-exposition (PPE) K14 (Binomial) et le nombre total de décès sans prophylaxie post-exposition (total_death2) issues d'une simulation probabiliste (de type Monte Carlo) concernant la rage_Bamako_2023.....	39
Figure 27:Nuage de points illustrant la relation entre l'accès à la prophylaxie post-exposition (PPE) K14 (Binomial) et le nombre total de décès avec la prophylaxie post-exposition (total_death) issues d'une simulation probabiliste (de type Monte Carlo) concernant la rage_Bamako2023	39
Figure 28:Nuage de points illustrant la relation entre l'accès à la prophylaxie post-exposition (PPE) K14 (Binomial) et la probabilité de décès (p_death) issues d'une simulation probabiliste (de type Monte Carlo) concernant la rage. Bamako2023.....	40
Figure 29:Graphique de convergence (ou "trace plot"), typique des simulations de Monte Carlo par chaînes de Markov (MCMC) du nombre total de décès (total_death2) simulés dans un scénario sans la prophylaxie post-exposition (PPE)_Bamako2023	40

Figure 30:Graphique de convergence (ou "trace plot"), typique des simulations de Monte Carlo par chaînes de Markov (MCMC) du nombre total de décès (Total_death) simulés dans un scénario avec la prophylaxie post-exposition (PPE)_Bamako2023.....	41
Figure 31:Graphique de convergence (ou "trace plot"), typique des simulations de Monte Carlo par chaînes de Markov (MCMC) de la probabilité de décès par la rage (p_death) simulés dans un scénario avec la prophylaxie post-exposition (PPE)_Bamako2023	42
Figure 32:Histogramme de distribution de fréquence, montrant la distribution des valeurs « nombre total de décès sans la PEP » simulées issues des itérations de la simulation de Monte Carlo_Sikasso2023.....	42
Figure 33:Histogramme de distribution de fréquence, montrant la distribution des valeurs « nombre total de décès avec la PEP » simulées issues des itérations de la simulation de Monte Carlo_Sikasso2023.....	43
Figure 34:Histogramme de distribution de fréquence, montrant la distribution des valeurs simulées de la probabilité de décès (p_death) issues des itérations de la simulation de Monte Carlo_Sikasso2023.....	43
Figure 35:Nuage de points illustrant la relation entre l'accès à la prophylaxie post-exposition (PPE) K14 (Binomial) et le nombre total de décès sans prophylaxie post-exposition (total_death2) issues d'une simulation probabiliste (de type Monte Carlo) concernant la rage_Sikasso2023.....	44
Figure 36:Nuage de points illustrant la relation entre l'accès à la prophylaxie post-exposition (PPE) K14 (Binomial) et le nombre total de décès avec la prophylaxie post-exposition (total_death) issues d'une simulation probabiliste (de type Monte Carlo) concernant la rage_Sikasso2023.....	44
Figure 37:Nuage de points illustrant la relation entre l'accès à la prophylaxie post-exposition (PPE) K14 (Binomial) et la probabilité de décès (p_death) issues d'une simulation probabiliste (de type Monte Carlo) concernant la rage_Sikasso2023.....	45
Figure 38:Graphique de convergence (ou "trace plot"), typique des simulations de Monte Carlo par chaînes de Markov (MCMC) du nombre total de décès (total_death2) simulés dans un scénario sans la prophylaxie post-exposition (PPE)_Sikasso2023	45
Figure 39:Graphique de convergence (ou "trace plot"), typique des simulations de Monte Carlo par chaînes de Markov (MCMC) du nombre total de décès (Total_death) simulés dans un scénario avec la prophylaxie post-exposition (PPE)_Sikasso2023.....	46

Figure 40: Graphique de convergence (ou "trace plot"), typique des simulations de Monte Carlo par chaînes de Markov (MCMC) de la probabilité de décès par la rage (p_{death}) simulés dans un scénario avec la prophylaxie post-exposition (PPE)_Sikasso2023 47

INTRODUCTION

1 Introduction :

Depuis plus de 4.000 ans, la rage est présente dans toutes les régions du monde sauf en antarctique et de nombreux efforts ont été déployés pour l'éliminer[1,2]. C'est un grave problème de santé publique dans plus de 150 pays et territoires, principalement en Asie et en Afrique. Selon l'OMS, la maladie cause environ 59. 000[IC à 95 % : 25 000–159 200] décès humains chaque année dans le monde [3,5]. Cette maladie tropicale virale, zoonotique et négligée touche surtout les enfants de moins de 15 ans (40%) [3,4], et presque toujours fatale une fois les symptômes déclarés[5,8]. Elle a disparu d'Europe occidentale, d'Amérique du Nord, du Japon, de la Corée du Sud et en partie d'Amérique latine, mais persiste dans de nombreuses régions d'Afrique et d'Asie[4].

Au Mali, la rage tue entre 87 à 186 personnes par année selon les estimations avec une perte économique estimée entre 2,1 à 4,5 millions de dollars américain alors que le coût pour prévenir ces décès varie entre 86 848 et 89 371 dollars américain entre 2016 et 2017[3].

Entre 2020 et 2023, le Mali a enregistré plus de 3 200 cas de morsures de chien et 27 cas de rage humaine, tous suivis de décès. Ces statistiques illustrent la persistance du risque et met en lumière les failles du système actuel, notamment en matière de surveillance, de gestion des cas et de coordination intersectorielle [7,9]. Ainsi, avec la persistance de la crise sécuritaire et de son impact sur le système de santé au Mali, nous formulons l'hypothèses d'une exacerbation de la mortalité humaine due à la rage et d'une augmentation des pertes économiques liée à cette mortalité. Nous proposons une mise à jour afin d'estimer le poids de la rage à Bamako et Sikasso entre 2022 et 2023 pour orienter le contrôle de la rage à travers une gestion intégrée des morsures de chien par la surveillance des animaux mordeurs et l'accès à la prophylaxie post-exposition.

Ce travail s'inscrit dans le contexte du projet BlockRabies au Mali qui a développé l'application BlockRabies, une solution numérique innovante conçue dans l'esprit de l'approche Une Seule Santé. Cette application vise à améliorer la gestion intégrée, décentralisée et numérique des cas de morsures.[10]

Objectifs

Objectif général :

Analyser la dynamique de transmission et évaluer le fardeau de la rage humaine à Bamako et Sikasso (2022–2023) dans un contexte d'amélioration de l'accès à la prophylaxie post-exposition

Objectifs spécifiques :

- Décrire les caractéristiques épidémiologiques, cliniques et sociodémographiques des cas de rage et des personnes exposées.
- Modéliser la dynamique de transmission de la rage et identifier les facteurs de risque de contamination humaine.
- Déterminer l'impact du renforcement de l'accès à la prophylaxie post-exposition sur l'observance thérapeutique et la survie des patients.
- Estimer la charge globale de la maladie (mortalité, années de vie perdues) et le coût médico-économique pour les ménages.

GENERALITES

2 Généralités :

2.1 Contexte mondial de la rage :

2.1.1 Définition :

C'est une méningo-encéphalite due à un lyssavirus, d'une sévérité extrême, mortelle dans presque 100 % des cas[9]. Elle touche le système nerveux central des mammifères, y compris les humains [6]. Elle est transmise à travers la salive d'un animal infecté après morsure, griffure ou léchage d'une peau lésée ou d'une muqueuse. Selon l'OMS la rage est un grave problème de santé publique dans plus de 150 pays et territoires, principalement en Asie et en Afrique [4,11]. Il s'agit d'une maladie tropicale virale, zoonotique et négligée qui entraîne des dizaines de milliers de décès chaque année, dont 40 % parmi les enfants de moins de 15 ans[12,13]. L'Organisation Mondiale de la Santé Animale (OMSA) indique que les chiens constituent le réservoir principal de la maladie et estime que contrôler et éradiquer la rage signifie donc la combattre à sa source animale[14]



Figure 1: Image illustrant une morsure de chien, montrant une plaie traumatique de morsure.

Source : <https://wikihow.com>

2.1.2 La rage à travers l'histoire et les régions du monde :

La rage est une maladie qui a marqué l'histoire humaine tant d'un point de vue médical que sociétal. Sa propagation mondiale a accompagné les migrations humaines, plus précisément celles de notre ère et plus particulièrement les migrations eurasiatiques[15,16]. Si la rage a aujourd'hui une répartition mondiale, on peut retracer son apparition sur d'autres continents à

travers des témoignages historiques et archéologiques [1,16]. La rage marque à sa façon les sociétés humaines qui y sont confrontées, que ce soit la perception qu'on avait de ce phénomène et les mythes que cela a engendré, ou que ce soit d'un point de vue plus pragmatique les connaissances médicales et les traitements tentés au cours de l'Histoire [17,18].

La rage terrestre est présente sur tout le globe à l'exception de certains territoires, soit en raison d'une situation géographique particulière favorable, comme l'Australie, l'Antarctique ou les îles Britanniques, soit ayant éliminé le virus grâce à des programmes de vaccination orale dans les pays d'Europe centrale et de l'ouest[19,20,21].

En revanche, dans de nombreux pays en développement, la rage représente une pathologie endémique. Dans ces pays, les chiens sont le principal réservoir et la principale source de contamination de l'être humain[3,22,23].

2.1.3 Le poids économique mondial de la rage humaine : une urgence négligée

Le coût mondial de la rage est estimé à environ 8,6 milliards de dollars des États-Unis (USD) par an, compte tenu des décès et de la perte de moyens de subsistance, du coût des soins médicaux et des dépenses associées, auquel s'ajoutent des traumatismes psychologiques dont il est impossible d'estimer le coût[24,25,26].

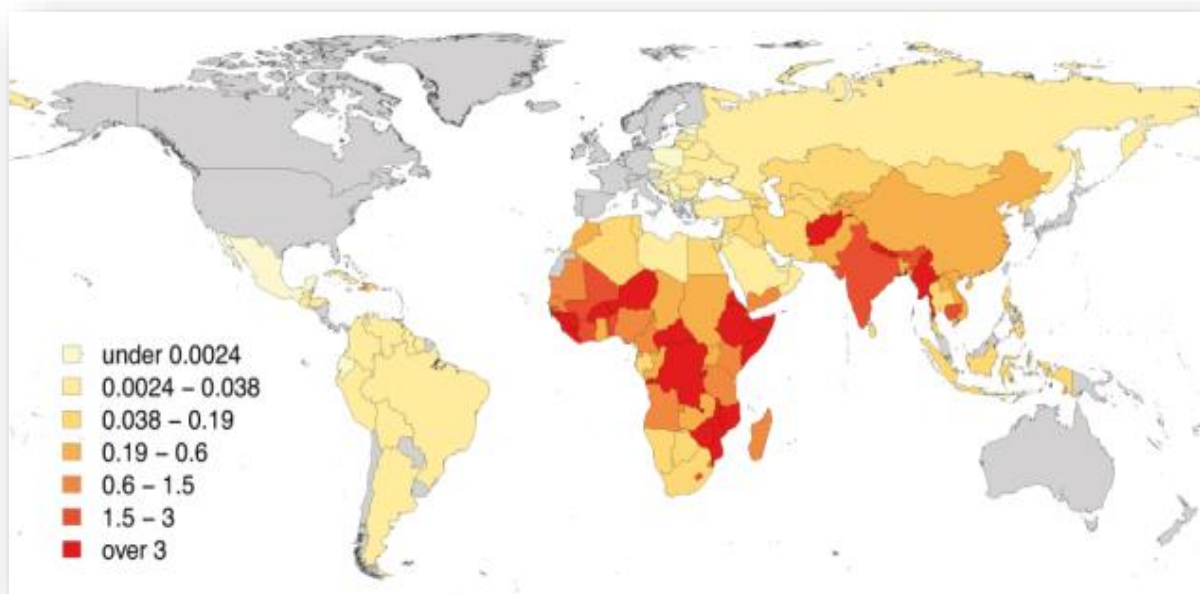


Figure 2: Charge mondiale de la rage humaine transmise par les chiens (2017)

Source : <https://dovepress.com>

2.2 Fardeau de la rage en Afrique et au Mali :

2.2.1 Statistiques récentes au Mali (2020–2023) :

Les statistiques récentes au Mali montrent une augmentation inquiétante de la rage, de 2020 à août 2023, le Mali a enregistré 27 cas de rage humaine dont 10 en 2023 (janvier à août). A l'image de l'évolution des cas morsure de chien, celle du nombre des cas de rage humaine suit une tendance haussière. En effet, de 3 cas en 2020, le nombre est passé à 7 en 2021 et 2022 pour atteindre 10 rien qu'entre janvier 2023 et août 2023. La région de Koulikoro s'illustre par le plus grand nombre de cas (09) soit 37.04% sur la période dont 4 entre janvier 2023 et août 2023. Aussi, sur les 10 cas déjà enregistrés en 2023, Sikasso en compte 3, Gao, Mopti et Ségou ont chacune 1 cas[27].

Faiblesses du système de gestion des morsures et des cas humains :

En Afrique, les données de surveillance de la rage animale et humaine sont contradictoires et peu fiables. La surveillance est de mauvaise qualité et les cas sont souvent sous-déclarés[28,29]. À titre d'exemple, le Nigeria compte le plus grand nombre de personnes exposées au risque de rage en Afrique. Depuis 2017, le Centre nigérian de contrôle des maladies (NCDC) confirme l'existence de 10000 cas d'expositions à la rage par an. Pourtant, une étude récente rapporte qu'au cours d'une période de cinq ans, entre 2017 et 2022, seuls 998 cas humains et 273 cas suspects de rage canine ont été officiellement signalés dans tout le pays [30,31]. La sous-déclaration généralisée entrave considérablement le suivi et l'évaluation efficaces des efforts de lutte [29].

La mise en œuvre de la lutte contre la rage se fait très timidement en Afrique du fait :

- (i) Indisponibilité des intrants (vaccins, sérums) et faible mobilisation des ressources ;
- (ii) Faiblesse de l'approche gestion multisectorielle ;
- (iii) La gestion des données reste très limitée[3,26].

2.3 Problématique de la prise en charge intégrée des morsures :

2.3.1 Enjeux de coordination entre les secteurs santé humaine, animale et environnementale

Il y a plus d'un siècle, Austin Peters, vétérinaire et contemporain de Louis Pasteur, a adressé les mots suivants au sujet de la lutte contre la rage à la Commission américaine sur le bétail (Peters, 1891) : « Je formule simplement cette suggestion, ne serait-il pas plus pertinent de fusionner les questions relatives à la santé publique dans un unique bureau, ce comité s'acquitterait non seulement des missions de la présente Commission sur le bétail, mais agirait également dans une plus large mesure, en prenant en compte les maladies animales

contagieuses et leur lien avec la santé publique, de même que la menace envers nos intérêts en termes de bétail. (...) Avant de pouvoir avoir un système de protection de la santé publique proche de la perfection, il sera nécessaire de classer les maladies contagieuses et infectieuses des animaux dans la même catégorie que celles liées à l'homme, et d'avoir les mêmes instances qui exercent une supervision des deux » [33].

L'approche **One Health** vise à améliorer les résultats sanitaires en reconnaissant les liens entre la santé des personnes, des animaux et de leur environnement[33]. Elle est définie par l'alliance tripartite comme " une approche pour faire face à une menace sanitaire à l'interface homme-animal-environnement, basée sur la collaboration, la communication et la coordination entre tous les secteurs et disciplines concernés, dans le but ultime d'obtenir des résultats sanitaires optimaux pour les hommes et les animaux"[34]. Cela est particulièrement important pour les MTN, qui ont souvent une importante composante zoonotique ou environnementale. Cette relation peut prendre diverses formes qui sont illustrées par exemple dans la figure ci-dessous. Dans le premier exemple, la rage dont la plupart des cas sont transmis par les chiens aux humains par contact direct (morsures et griffures), d'où la nécessité de prévenir la maladie chez les chiens pour prévenir la maladie chez les humains ; le deuxième exemple, la taeniasis et la cysticercose, où les personnes sont infectées par les kystes larvaires présents dans la viande de porc insuffisamment cuite et infectée, par une mauvaise hygiène (transmission orale fécale) et par l'ingestion d'aliments ou d'eau contaminés, d'où l'importance cruciale de l'accès sécurisé à l'eau, l'alimentation, de l'assainissement et de l'hygiène (WASH) [35,36].

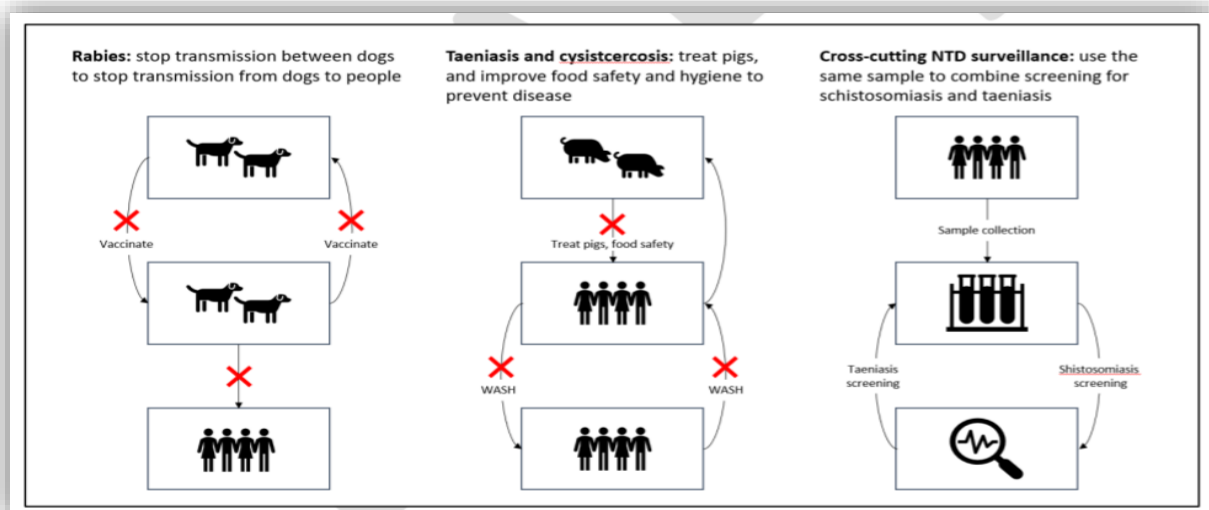


Figure 3 Exemples d'–interfaces environnement humain-animal– pour les MTN

Source : <https://cdn.who.int/media/docs/default-source/ntds/rabies>

2.3.2 Accès limité aux vaccins et à la prophylaxie post-exposition :

Bien que la rage soit évitable par la vaccination, l'accès aux vaccins constitue un obstacle à la mise en œuvre des programmes de prophylaxie pré-exposition (PrEP) et post-exposition (PEP) dans les pays endémiques. Le coût d'un traitement complet par vaccin et immunoglobulines dépasse 65 à 108 USD par exposition, ce qui déséquilibre l'offre mondiale au profit des pays les plus aisés et au détriment des pays africains et asiatiques les plus vulnérables, pour lesquels ces vaccins vitaux sont inabordables[37,38].

La prophylaxie post-exposition (PPE) est l'intervention d'urgence indispensable en cas d'exposition à la rage. Elle empêche le virus de pénétrer dans le système nerveux central. La PPE comporte les éléments suivants [37,39]: Nettoyage soigneux des plaies à l'eau et au savon pendant au moins 15 minutes peu après la morsure ; vaccination antirabique complète ; et administration d'immunoglobulines ou d'anticorps monoclonaux antirabiques, si indiqué.

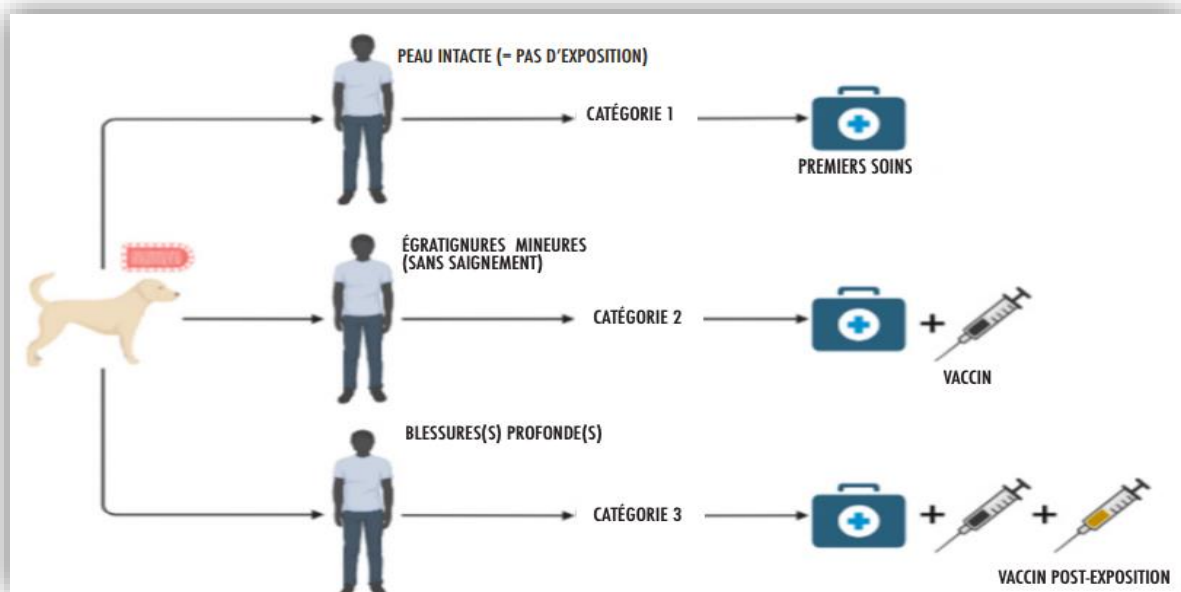


Figure 4: Prophylaxie post-exposition en fonction des catégories de la blessure.

Source : <https://who.in>

2.4 Vers une réponse intégrée : l'approche Une Seule Santé :

« Une seule santé » est une approche intégrée et unificatrice qui vise à optimiser la santé des personnes, des animaux et des écosystèmes, et à trouver un équilibre entre ces dimensions. Elle utilise les liens étroits et interdépendants qui existent entre ces domaines pour renforcer l'efficacité des méthodes de surveillance des maladies et de lutte contre celles-ci [34,40]. Cette harmonisation est promue depuis 2010 par l'alliance tripartite entre l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), l'Organisation de la Santé Animale (OIE) et l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'Agriculture (FAO). Au Mali, elle est également au cœur du Programme de Sécurité Sanitaire Mondiale (GHSA), instrument de mise en œuvre des recommandations pour la mise à niveau des pays en ce qui concerne le Règlement sanitaire international de l'OMS et le processus d'évaluation de Performances des Services Vétérinaires (PVS) de l'OIE [41].

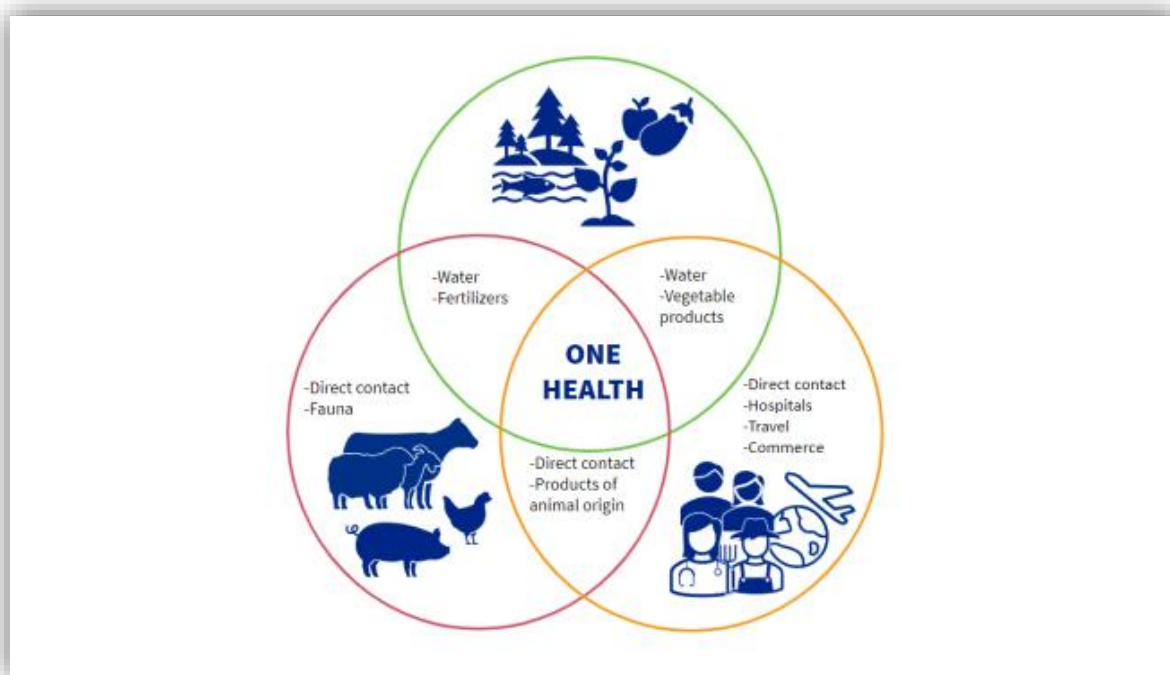


Figure 5: Image d'illustration de l'approche One Health, mettant en évidence toutes les interface de la santé Humaine, animale et environnementale.

Source : <https://aboutsmallruminants.com/fr/resistance-antimicrobiens-one-health/>

2.4.1 Principes de l'approche One Health :

L'approche « One Health » repose sur plusieurs principes fondamentaux qui guident ses applications pratiques.

(i) elle promeut **l'interdisciplinarité**, reconnaissant que les défis sanitaires complexes nécessitent la collaboration de diverses disciplines scientifiques et professionnelles travaillant ensemble pour élaborer des solutions efficaces[40].

(ii) l'approche met l'accent sur **la prévention et le contrôle des maladies à l'interface humain-animal-environnement**. Les systèmes de surveillance et de réponse rapide sont essentiels pour détecter les maladies émergentes avant qu'elles ne se propagent largement[42]. Par exemple, la surveillance des populations animales pour des signes de maladies émergentes peut fournir des alertes précoces sur les menaces potentielles pour la santé humaine.

(iii) la **gestion durable des écosystèmes** est une composante clé de l'approche « One Health ». La destruction des habitats naturels, l'urbanisation rapide, et les changements climatiques perturbent les écosystèmes et augmentent le risque de transmission des maladies[34,42]. La conservation de la biodiversité et la protection des habitats naturels contribuent à la réduction des risques sanitaires.

2.4.2 Intérêt pour la rage :

La rage est une zoonose mortelle transmise principalement par les chiens, responsable d'environ 59 000 décès humains chaque année, en particulier en Afrique et en Asie.[3] La prévention repose sur la vaccination massive des chiens, considérée comme la stratégie la plus rentable et durable pour réduire la transmission[3]. L'approche One Health, qui favorise la collaboration entre vétérinaires, médecins, autorités locales et communautés, est essentielle pour assurer une surveillance efficace et un contrôle coordonné de la maladie. Dans ce cadre, l'OMS, l'OIE (WOAH), la FAO et le GARC ont fixé l'objectif mondial "Zero by 30", visant l'élimination de la rage humaine transmise par les chiens d'ici 2030[43].

2.4.3 Intérêt pour les autres maladies zoonotiques :

Les zoonoses émergentes représentent une menace majeure pour la santé mondiale, puisque plus de 75% des maladies infectieuses émergentes chez l'homme proviennent des animaux, comme l'Ebola, la grippe aviaire ou les coronavirus.[42,44]. Face à ce constat, l'approche intégrée One Health apparaît essentielle, car elle permet de détecter plus tôt les foyers épidémiques en reliant la surveillance vétérinaire et médicale. Cette démarche contribue également à réduire les impacts socio-économiques considérables des zoonoses, qui affectent la santé publique, l'agriculture et les économies locales.[45]

2.5 BlockRabies :

L'application numérique sécurisée par la blockchain « BlockRabies » vise à relever ces défis de manière coordonnée. Pionnière et innovante, l'application BlockRabies incarne parfaitement le concept « Une seule santé » et est la première à proposer une plateforme combinant informations en temps réel sur la rage canine et flux de travail, en complément du système de déclaration papier traditionnel.

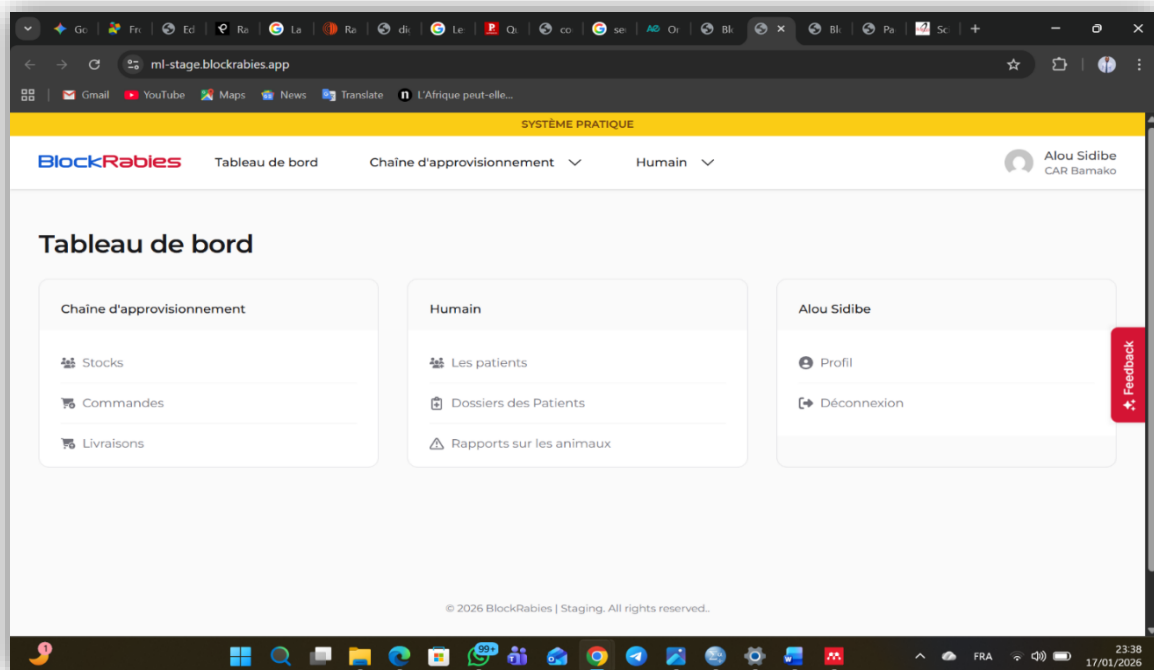


Figure 6 capture d'écran tableau de bord du logiciel BlockRabies

2.5.1 Présentation de l'outil BlockRabies :

Il s'agit d'une application logicielle intégrée dédiée à la surveillance et à la réponse contre la rage. Elle repose sur une technologie clé : l'utilisation de la blockchain pour sécuriser et tracer les données médicales et vétérinaires. Son objectif principal est de renforcer la coordination entre les services de santé publique et vétérinaires, afin de réduire le gaspillage de vaccins et d'assurer leur disponibilité. L'application est disponible en français et en anglais.

2.5.2 Services connectés et fonctionnalités :

- (i) **Suivi des cas de morsures :** Enregistrement numérique des incidents pour assurer une prise en charge rapide.
- (ii) **Gestion des vaccins :** Optimisation des chaînes d'approvisionnement pour éviter les ruptures de stock.
- (iii) **Prophylaxie post-exposition (PPE) :** Suivi des patients pour garantir l'administration complète des doses nécessaires.
- (iv) **Communication intersectorielle :** Amélioration du lien entre santé humaine et santé animale (One Health).
- (v) **Tableaux de bord et données en temps réel :** Pour les autorités sanitaires et vétérinaires, facilitant la prise de décision.

2.5.3 Avantages pour la surveillance, la prise en charge et la chaîne logistique :

2.5.3.1 Avantages pour la surveillance :

- (i) **Traçabilité en temps réel :** chaque morsure est enregistrée dans un dossier de santé électronique (DSE), ce qui permet un suivi précis des cas.
- (ii) **Lien santé humaine / santé animale :** les vétérinaires enregistrent l'animal mordeur et transmettent immédiatement son statut rabique au médecin, ce qui améliore la coordination.
- (iii) **Données fiables et transparentes :** la blockchain garantit que les informations ne peuvent pas être modifiées, renforçant la confiance dans les systèmes de surveillance.

2.5.3.2 Avantages pour la prise en charge des patients :

- (i) **Rappels automatisés** : l'application envoie des notifications de vaccination aux patients par téléphone portable, réduisant les abandons de traitement.
- (ii) **Protocole intradermique simplifié** : en Côte d'Ivoire, la durée du traitement est passée de 14–28 jours à seulement 4 jours, ce qui a triplé l'adhésion (de 35 % à 93 %).
- (iii) **Réduction des décès** : une meilleure observance et disponibilité des vaccins permettent d'éviter des morts évitables dues à la rage.

2.5.3.3 Avantages pour la chaîne logistique des vaccins :

- (i) **Optimisation des stocks** : grâce à la blockchain, les acteurs de la chaîne d'approvisionnement peuvent surveiller l'état des vaccins et anticiper les besoins.
- (ii) **Réduction du gaspillage** : la communication rapide entre vétérinaires et médecins évite l'utilisation inutile de doses coûteuses et rares.
- (iii) **Disponibilité garantie** : le système assure que les vaccins sont accessibles là où ils sont nécessaires, même dans des contextes de pénurie.

BlockRabies apporte une **révolution numérique** dans la lutte contre la rage permettant une **surveillance renforcée** grâce à la traçabilité blockchain, la **prise en charge améliorée** avec des rappels et des protocoles simplifiés, également une **chaîne logistique optimisée** pour éviter les ruptures et le gaspillage.

2.6 Innovation technologique : l'apport de la Blockchain :

2.6.1 Sécurisation et transparence des données :

- (i) **Immuabilité** : une fois inscrites dans la blockchain, les données (cas de morsures, doses administrées, stocks de vaccins) ne peuvent pas être modifiées ni falsifiées.
- (ii) **Protection contre la fraude** : empêche la manipulation des dossiers médicaux ou des registres de vaccination.
- (iii) **Confidentialité** : les informations sensibles sont chiffrées et accessibles uniquement aux acteurs autorisés (médecins, vétérinaires, autorités sanitaires).

2.6.2 Transparence des données :

- (i) Traçabilité complète : chaque étape (signalement, vaccination, mouvement de stock) est enregistrée et visible par les parties prenantes.
- (ii) Responsabilité partagée : les acteurs de la santé humaine et animale disposent d'une vue commune, ce qui réduit les doublons et les pertes.
- (iii) Confiance accrue : les patients et les autorités savent que les données sont fiables et vérifiables.

2.6.3 Impact concret :

En Côte d'Ivoire où l'application a d'abord été testée, BlockRabies a permis de tripler l'adhésion aux traitements post-exposition, passant de 35 % à 93 %, grâce aux rappels numériques et à la fiabilité des données blockchain.⁽⁴⁶⁾ L'outil améliore aussi la gestion logistique des vaccins, en réduisant le gaspillage et en garantissant leur disponibilité.

METHODOLOGIE

3 MATRIELS ET METHODES :

3.1 CADRE D'ETUDE :

L'étude a été conduite dans les districts sanitaires de Bamako (Mali) et dans la région de Sikasso. Les données proviennent des registres de vaccination antirabique du projet EDCTP2 (European & Developing Countries Clinical Trials Partnership, deuxième programme), utilisés comme source principale d'information.

3.2 TYPE D'ETUDE :

Il s'agissait d'une étude longitudinale reposant sur le suivi des victimes dont les données sont enregistrées dans les registres de vaccination antirabique, qui sont au total 4200 personnes.

3.3 PERIODE D'ETUDE :

L'étude a concerné la période allant du 1^{er} janvier 2022 au 31 décembre 2023 à Bamako et du 1^{er} janvier au 31 décembre 2023 à Sikasso.

3.4 POPULATION D'ETUDE :

Les victimes par morsures d'animaux enregistrées dans le registre de vaccination antirabique des différents districts sanitaires de Bamako et de la région de Sikasso.

3.4.1 Critères d'inclusions :

- Toutes les victimes de morsures de chiens correctement enregistrées dans la base de vaccination antirabique de EDCTP2 des différents districts sanitaires de Bamako et de la région de Sikasso durant la période notre étude.

3.4.2 Critères de non-inclusions :

- Ne sont pas inclus dans notre étude, les victimes par morsure d'animaux autres que le chien.
- Les victimes de morsures de chiens incorrectement enregistrées dans la base.
- Toutes les victimes de morsures de chiens enregistrées n'entrant pas dans notre période d'étude.

3.5 Echantillonnage :

L'échantillonnage a été exhaustif, incluant l'ensemble des cas de morsures de chiens recensés dans les registres de vaccination antirabique des zones étudiées.

3.6 Taille de l'échantillon :

Nous avons utilisé la formule de Schwartz pour calculer la taille de l'échantillon

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q}{i^2}$$

n : Taille de l'échantillon

z : l'écart-type qui est égal à 1,96 correspondant au niveau de confiance souhaitée à 95%

p : la fréquence des morsures de chien à Bamako de 2020 à 2023 était 8,35 et dans la région de Sikasso de 2020 à 2023 était égale à 40,8% $\approx 41\%$

Bamako :

P= 0,0835

q : $1-p = 1 - 0,0835 = 0,9165$

$p \cdot q = 0,0835 \cdot 0,9165 \approx 0,0765$

$Z^2 \cdot p \cdot q = 3,8416 \cdot 0,0765 \approx 0,293$

i : la marge d'erreur (précision) à 5%

Taille minimale ≈ 117 sujets

La taille minimale de l'échantillon était 117 individus que nous avons majorés de 10%, ce qui fait $117 + ((117 \cdot 10) / 100) = 129$

Échantillon final ≈ 129 individus.

Sikasso :

- $p = 0,41$
- $q = 1 - 0,41 = 0,59$
- $p \cdot q = 0,41 \cdot 0,59 \approx 0,2419$
- $Z^2 \cdot p \cdot q = 3,8416 \cdot 0,2419 \approx 0,930$
- Division par $i^2 = 0,0025$:

$$n = \frac{0,930}{0,0025} \approx 372$$

Taille minimale ≈ 372 sujets. Avec majoration de 10 % :

$$372 + \frac{372 \cdot 10}{100} = 372 + 37,2 \approx 410$$

Échantillon final ≈ 410 individus.

3.7 VARIABLES ET INDICATEURS :

3.7.1 Définition opérationnelle :

- **Années de vie perdues (YLL)** Indicateur de fardeau mesurant le nombre d'années de vie perdues par décès prématuré dû à la rage, calculé en fonction de l'âge au décès et de l'espérance de vie restante.
- **Décès avec PEP** Nombre de décès survenus malgré l'administration de la prophylaxie post-exposition, traduisant soit une prise en charge tardive, soit une complétude insuffisante du schéma vaccinal.
- **Décès prévenus** Différence entre le nombre de décès attendus sans PEP et ceux observés avec PEP, traduisant l'efficacité de la prophylaxie post-exposition.
- **Décès sans PEP** Nombre de décès attribués à la rage chez des personnes exposées qui n'ont reçu aucune prophylaxie post-exposition.
- **Expositions suspectes** Toute morsure ou griffure par un animal suspect de rage (chien ou autre mammifère) ayant conduit à une consultation dans un centre antirabique.
- **Incidence** Nombre de nouveaux cas de rage humaine rapportés pour 100 000 habitants sur une période donnée (2022–2023), calculé séparément pour Bamako et Sikasso.
- **Prévention réalisée (PR)** Proportion de décès évités grâce à la PEP par rapport au nombre total de décès attendus sans intervention.
- **Prophylaxie post-exposition (PEP)** Ensemble des mesures médicales (lavage de la plaie, vaccination antirabique, immunoglobulines si nécessaire) administrées après une exposition suspecte. Dans ce contexte, un individu est considéré « ayant reçu la PEP » s'il a suivi au moins une dose du schéma vaccinal recommandé.
- **Proportion protégée (PP)** Pourcentage de personnes exposées ayant reçu la PEP et n'ayant pas développé la rage.
- **Rage humaine** Maladie virale mortelle transmise principalement par morsure de chien enragé. Dans ce travail, elle est définie comme tout cas confirmé ou suspect de rage chez l'homme, identifié selon les critères cliniques de l'OMS.

- **Dynamique de transmission** Ensemble des processus par lesquels le virus de la rage circule entre animaux et humains. Dans ce travail, elle est étudiée à travers les tendances temporelles des expositions, des cas et des décès.
- **Fardeau de la maladie** Impact global de la rage humaine sur la population, mesuré par la combinaison des décès, des expositions suspectes, des YLL et des coûts liés à la prophylaxie. *Indicateur utilisé* : somme des indicateurs épidémiologiques et économiques.

3.7.2 Variable dépendante :

Variables dépendantes :

- Devenir **des victimes** : état final des personnes après la vaccination post-exposition (guérison, complications, décès).
- Poids **de la rage** : impact global de la rage, mesuré en termes économiques (coûts de prise en charge) et sanitaires (décès prématurés).
- Incidence **des morsures** : fréquence des morsures de chien dans la population étudiée, exprimée par un taux ou un nombre de cas.

3.7.3 Variables indépendantes :

- Aspects **sociodémographiques** : âge, sexe, niveau d'éducation, profession, lieu de résidence, etc.
- Complétude **de la vaccination** : respect du schéma vaccinal post-exposition (nombre de doses reçues, régularité).
- Facteurs **associés au retard** : éléments qui expliquent pourquoi certaines victimes consultent tardivement.

3.8 Technique de collecte des données :

Trois sources ont été utilisées pour collecter les données à Bamako et dans la région de Sikasso :

- Les centres de santé prenant en charge les victimes de morsures de chien ;
- Les services vétérinaires pour la surveillance des chiens/animaux mordeurs ;
- Le laboratoire Central Vétérinaire (LCV) pour le diagnostic de confirmation biologique de la rage.

De façon spécifique ces sources concernent les dix (10) centres de santé de référence, les sept (07) secteurs vétérinaires de la région de Sikasso, du service des grandes endémies de Bamako et du Laboratoire central vétérinaire (LCV) de Bamako. Ces services travaillent ensemble pour la gestion intégrée des morsures de chien animale.

À partir des données des centres de santé, nous avons calculé l'incidence des morsures et l'incidence des morsures suspectes au cours de l'année 2022 (Bamako) et 2023 (Bamako et Sikasso). Les informations sur les victimes de morsures ont été collectées au niveau des structures de santé habilitées à administrer la PEP.

Elles concernaient :

- Les caractéristiques personnelles de la victime,
- Les circonstances de la morsure, le siège de la blessure,
- L'administration de la PEP.

Les informations étaient enregistrées auprès des services vétérinaires concernant le suivi des animaux mordeurs et le diagnostic au laboratoire par la technique d'immunofluorescence directe recommandée pour les animaux suspectés de rage dont les échantillons de cerveau ont été envoyés au Laboratoire Central Vétérinaire de Bamako (LCV).

Les données démographiques utilisées sont celles du découpage administratif par la loi n° 2023-006- portant la création des circonscriptions administrative en république du Mali [61] dans laquelle Sikasso a été divisé en trois régions (Bougouni, Koutiala et Sikasso). Toutefois, nous avons considéré l'ancienne région administrative de Sikasso en faisant la somme des données démographique de Bougouni, Koutiala et Sikasso du RGPH5 2023 et de la projection de la population résidente du Mali 2023.

Pour la mise en place de l'Application Blockrabies au Mali, les sources de données sont limitées aux données pré et post-tests des formations avec les acteurs impliqués dans cette gestion intégrée des morsures de chiens (voir ci-dessus). Nous n'avons pas de retour pour les données d'utilisation de l'application à partir des données des centres de santé.

Cadre du model

Pour estimer le poids de la rage au Mali, nous avons adapté le model de probabilité d'arbre de décision développé par Cleavland [24] en Tanzanie aussi utilisé par Frey et Knobel [22,56].

Trois facteurs importants dans l'incidence de la rage sont utilisés dans ce modèle :

- (i) L'incidence des morsures et la probabilité d'être mordu par un chien enragé ;
- (ii) La probabilité de recevoir la prophylaxie post-exposition (PEP) si mordu par un chien suspect de rage ;
- (iii) La probabilité de développer la rage en absence de PEP. Ces facteurs permettent d'extrapoler les décès humains et les DALYs¹.

Les calculs économiques prennent en compte le coût de la prévention et du contrôle de la rage qui a plusieurs composantes à savoir

- (i) La surveillance y compris le diagnostic de laboratoire,
- (ii) L'utilisation du vaccin antirabique pour la pré et post-exposition,
- (iii) L'immunoglobuline dont le cout est zéro puisque non disponible au Mali,
- (iv) Le contrôle de la rage canine par les campagnes de vaccination de masse
- (v) Le contrôle de la population de chien errant (non évaluée par cette étude).

Le poids de la rage était calculé à travers les années de vie perdues d'invalidité (YLL²). Le total des YLL due à la rage était estimé en utilisant la référence de la table de vie standard de l'OMS à partir de l'étude sur le poids mondial de la maladie de 2010 [66]. La formule utilisée à cet effet est

$$\sum_{x=0}^{x=L} d_x(L-x)$$

Où d_x est le décès à un âge x et L est l'âge limite potentiel de vie. Nous avons choisi l'expérience de vie de la population à la naissance comme âge limite. La limite utilisée dans la pratique est comprise entre 60 à 85 ans [67].

¹ Les DALYs (Disability-Adjusted Life Years) représentent le nombre total d'années de vie perdues par décès prématuré ou vécues avec une incapacité.

² Années de vie perdues d'invalidité (YLL) représentent la partie des DALYs qui mesure le temps vécu avec une incapacité ou une maladie, pondéré par sa gravité

Les coûts économiques

La mesure de la perte de productivité nous a permis d'estimer le cout économique des décès dus à la rage à partir du nombre d'années de vie perdues (YLL). Comme décrit ci-dessus, pour chaque décès dus à la rage, les YLL sont estimées à partir de la distribution de l'âge des décès des patients enrégés et de l'espérance de vie de la population malienne. Ainsi, la perte de revenu dues aux décès prématurés est égale au produit des YLL et du revenu moyen par habitant de 2022, 2023 qui était respectivement de 870 et 900 USD selon le groupe de la banque mondiale (<http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD>) [60].

Les coûts liés à la PEP ont été évalués sur la base du taux de PEP complète (5 doses pour le protocole ESSEN) calculé à partir du nombre total de victimes de morsures de chien multiplié par le prix d'une dose de vaccin antirabique (10965 FCFA soit 18.73 USD). Le coût de l'immunoglobuline antirabique est zéro FCFA puisque non disponible dans le pays. Les coûts supplémentaires, attribuables aux autres dépenses étaient estimés sur la base de l'incidence des morsures de chien 0,5 [0,4-0,8] par 1000 personnes années, de ceux-ci la proportion des demandeurs de soins (59%) multipliés par le prix supplémentaire moyen payé par la victime (7667 FCFA soit 12,928 USD) (Enquête ménage vs Keita Z et al 2020). Le coût du contrôle de la rage canine était essentiellement basé sur le coût d'une dose de vaccin, du carnet de vaccination et de l'acte vaccinale. Les coûts liés à la réduction de la population par l'élimination des chiens errants n'interviennent pas dans les calculs puisque cette pratique n'est plus appliquée par les services vétérinaires. Pour avoir une estimation de la couverture vaccinale au niveau nationale, il était considéré les doses de vaccins importées par les grossistes rapporté à la population canine estimée à partir des données de l'enquête de base (Traore et al 2020). Connaissant le coût de l'immunisation pour un chien (4,975USD) qui est calculé à partir de la somme du coût d'une dose de vaccin (2,782USD), du carnet (0,506) et de l'acte vaccinale (1,686USD), nous avons appliqué les taux d'échange de 2022, 2023 du World développement indicators (<http://wdi.worldbank.org/table/4.16>) et étaient respectivement 623,76 et 606,57 Francs CFA pour 1 dollar [68].

Analyse des données :

L'âge était catégorisé en adultes (≥ 15 ans) et enfants (< 15 ans). Une catégorisation plus détaillée des tranches d'âges de 5 ans jusqu'à 89 – 0-4 ans, 5-9 ans, ..., 85-89 ans. A cet effet un histogramme montrant la distribution de l'âge des patients/victimes mordus par un chien suspect par région est faite. Cette catégorisation est utilisée pour une répartition proportionnelle de la mortalité/décès prématurés et la contribution spécifique de chaque groupe d'âge aux coûts économiques.

Le site de la morsure était catégorisé :

- (i) Tête et cou ;
- (ii) Membres supérieurs ;
- (iii) Tronc et organes génitaux ; et les
- (iv) Membres inférieurs.

Nous avons considéré un chien vacciné contre la rage si sa vaccination date de moins de 12 mois au moment de la morsure (donc non suspect).

Nous avons fait des transformations de variables pour définir l'animal suspect qui comprend au moins l'une de ces variables présentes chez le chien mordeur et sont les :

- (i) Circonstances de la morsure avec agression et attaque spontanée pour donner les sous variables « agression suspecte », « morsure suspecte » ;
- (ii) Le statut de l'animal disparu, abattu et mort pour donner les sous-variables « disparu suspect », « abattu suspect » et « mort suspecte » ;
- (iii) Le propriétaire de l'animal s'il s'agit d'un animal errant pour donner la variable « errant suspect » ;
- (iv) Les symptômes de l'animal pour donner la sous variable « Symptôme animal suspect » ; et
- (v) La surveillance vétérinaire ayant annoncé que l'animal est suspecté de rage pour donner la sous variable « Surveillance vétérinaire suspecte ».

Ceci nous permet de calculer les morsures suspectes parmi l'ensemble des morsures.

Le test du χ^2 (test exact de Fisher là où c'est approprié) était utilisé pour évaluer les possibles associations entre l'âge, le site, la nature et le sexe des victimes de la morsure.

Méthode poids de la rage :

Nous avons estimé les taux de mortalité de la rage humaine selon la méthode des séries de probabilité (Figure 9) utilisée par Cleaveland et al., et aussi par Frey[56]. Le point de départ est P1, la probabilité qu'un chien suspect soit enragé. P2-P5 sont définies par les proportions des sites de morsures. P6-P9 sont les probabilités de développer la rage après une morsure d'un chien enragé dépendant de sa localisation sans traitement [68,69] associée à la distribution triangulaire avec le mode comme point d'estimation entre la valeur minimale et maximale. P10 est la probabilité de recevoir une vaccination post-exposition à Bamako et Sikasso (Tableau 1). Le taux de mortalité humaine par la rage a été estimé en utilisant simulation de Monte-Carlo par le logiciel Ersatz à 10000 itérations (voir figure 8). À chaque itération, les paramètres de simulation ont été choisis de façon aléatoire selon la distribution de chaque paramètre [70].

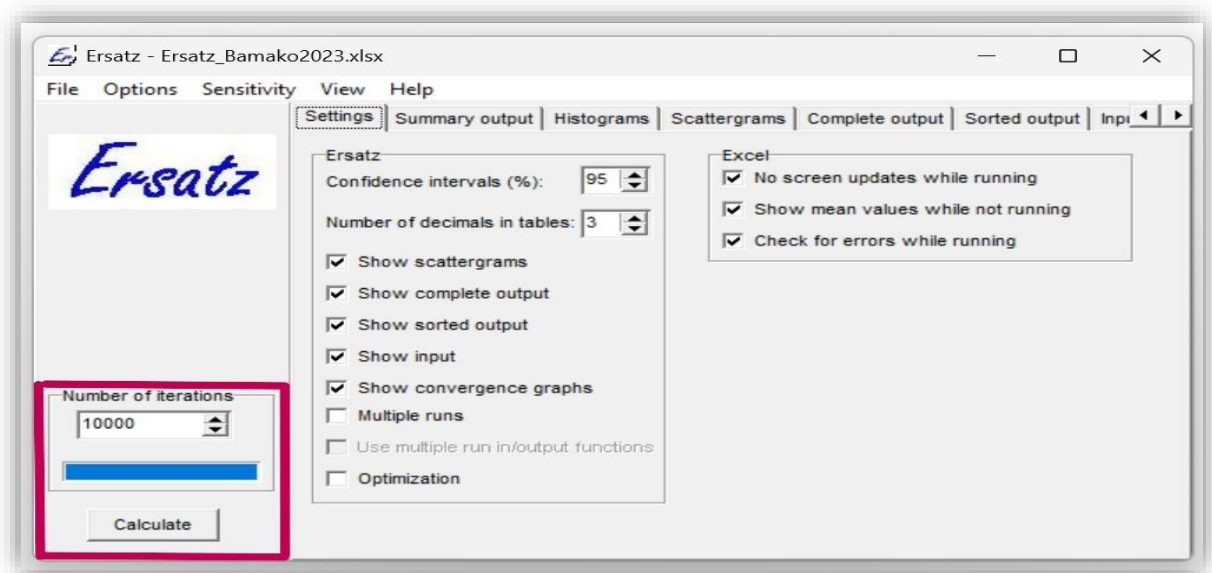


Figure 7: Capture d'écran lors de 10000 itérations.

Tableau1 : Estimation des paramètres de probabilité des victimes de morsure dans les structures de santé de Bamako et Sikasso en 2022, et 2023.

Variables		Estimation de Bamako 2022	Estimation de Bamako 2023	Estimation de Sikasso 2023
P1	Chien enragé parmi les suspects	Binomial : p=0, n=	Binomial : p=0,8636, n=22	Binomial : p=0,8636, n=22
P2	Morsure à la tête	p =0,11 n=206	Binomial : p=0,51, n=93	p=0,45 n=22
P3	Morsure aux membres supérieurs	p=0,303 n=569	p =0,333 n=611	p=0,475 n=232
P4	Morsure au tronc	p=0,21 n=55	p=0,46 n=84	p=0,27 n=13
P5	Morsure au pied	p= 0,558 n=1049	p= 0,56 n=1026	p= 0,43 n=210
P6	Développement de la rage après morsure à la tête	Tria*: minimum= 0,3, mode= 0,45, maximum= 0,6	Tria*: minimum= 0,3, mode= 0,45, maximum= 0,6	Tria*: minimum= 0,3, mode= 0,45, maximum= 0,6
P7	Développement de la rage après morsure au membre supérieur	Tria*: minimum= 0,15, mode= 0,275, maximum= 0,4	Tria*: minimum= 0,15, mode= 0,275, maximum= 0,4	Tria*: minimum= 0,15, mode= 0,275, maximum= 0,4
P8	Développement de la rage après morsure au tronc	Tria*: minimum= 0, mode= 0,05, maximum= 0,1	Tria*: minimum= 0, mode= 0,05, maximum= 0,1	Tria*: minimum= 0, mode= 0,05, maximum= 0,1
P9	Développement de la rage après morsure au pied	Tria*: minimum= 0, mode= 0,05, maximum= 0,1	Tria*: minimum= 0, mode= 0,05, maximum= 0,1	Tria*: minimum= 0, mode= 0,05, maximum= 0,1
P10	Probabilité de recevoir la prophylaxie post-exposition si mordue par un chien suspecté de rage	Binomial : p= 0,218 n=761	Binomial : p= 0,218 n=761	Binomial : p= 0,218 n=761
i	Incidence annuelle de morsure suspecte pour 100.000 habitants	Estimation ponctuelle : 1880*100000/4227569=44,47	Estimation ponctuelle : 1833*100000/4367079=43,11	Estimation ponctuelle : 488*100000/4415137=11,05

*Triangulation

La probabilité de mourir de la rage ($P_{décès}$) après être mordu par un chien suspect de rage était calculé comme suit

$$P_{décès} = P1 * [(P2 * P6) + (P3 * P7) + (P4 * P8) + (P5 * P9)] * (1 - P10)$$

$P_{décès}$ Décrit la proportion de personnes mordues par un chien suspect de rage qui ont reçu la vaccination post-exposition et qui ne devraient pas développer la rage.

Le nombre total de décès dus à la rage par an est calculé par $N_{\text{décès}} = (i * Q * P_{\text{décès}}) / 100\,000$

i Correspondait à l'incidence des chiens suspects de rage mordeurs par an et par 100 000 habitants, et Q la population totale à risque obtenue à partir des données de projection de la Direction Nationale de la Population de 2022 à partir du RGPH5 2023, de Bamako (4227569 habitants) en 2022, (4367079 habitants) en 2023. et de Sikasso (4415137 habitants). L'incidence annuelle i des mordeurs suspects est calculée à partir du ($n_{\text{mordeurs suspects}}$) divisée par Q multipliée par le facteur 100.000. Ce risque est donné comme suit : $i = \frac{n_{\text{mordeurs suspects}}}{Q} * 100000$

100000

Incidence des morsures à décrire : En plus, nous avons aussi calculé l'incidence des morsures sur les mêmes principes décrits ci-dessus qui concerne l'ensemble des morsures.

La distribution binomiale était utilisée de P2-P5 et la distribution triangulaire pour P1 et P6-P9.

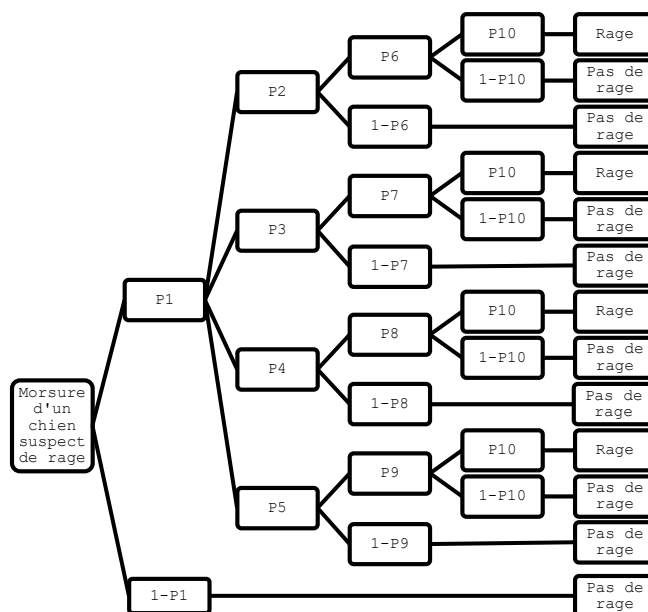


Figure 8:Arbre des séries des combinaisons de probabilité pour la probabilité des décès dus à la rage après morsure d'un chien suspect.

Le logiciel R était utilisé pour estimer les intervalles de confiances des proportions avec la méthode « exact » du taux de mortalité national en milieu hospitalier, et de l'incidence des morsures suspecte dans la population (i).

Considérations éthiques :

La présente thèse a été conduite dans le strict respect des principes éthiques de la recherche en santé publique. Cette thèse a été conduite dans le cadre du projet Blockrabies (Couverture élevée de la prophylaxie post-exposition contre la rage par la Blockchain pour atteindre zéro cas de rage humaine en Afrique). Conformément aux directives internationales et nationales, le protocole a été soumis et approuvé par le comité d'éthique compétent de l'université (N°2020/247/CE/FMOS/FPH).

Toutes les personnes qui étaient exposés à un animal susceptible de transmettre la rage ont fait l'objet de suivi dans les zones d'études avec leur consentement libre et éclairé comme stipulé dans le protocole soumis au comité d'éthique dans le paragraphe 2 du chapitre éthique. Le vaccin Antirabique était proposé en raison de la fatalité de la rage une fois que les signes cliniques commencent et l'absence de contre-indication au vaccin antirabique en post-exposition. Dans ce cadre, le projet Blockrabies a rendu le vaccin antirabique dans les zones d'étude, mais et surtout la couverture de tout le territoire national avec la remise de 20 000 doses de vaccin antirabique issues de plaidoyer avec les firmes Sanofi pasteur et Bavarian Nordic. Le projet Blockrabies a aussi formé une centaine de ressources humaine en santé publique (santé humaine et animale) sur la rage et appuyer la décentralisation du diagnostic de la rage à l'annexe du Laboratoire Central Vétérinaire de Kayes.

Les risques étaient réduits au minimum avec la douleur au point d'injection et le stress qui peut être associé à une exposition suspecte de rage. Aucune compensation n'était donnée aux personnes exposées.

RÉSULTATS

4 Résultats :

4.1 : Caractéristiques sociodémographiques des victimes de morsures de mammifères à Bamako et Sikasso (2022-2023)

Tableau I : Répartition selon les caractéristiques sociodémographiques des victimes de morsures de mammifères à Bamako et Sikasso

Caractéristiques	Bamako 2022 (N=1879) n (%)	Bamako 2023 (N=1833) n (%)	Sikasso 2023 (N=488) n (%)
Sexe			
Masculin	1263 (67,2)	1194 (65,1)	320 (65,6)
Féminin	616 (32,8)	639 (34,9)	168 (34,4)
Tranche d'âge			
< 5 ans	166 (8,8)	146 (8,0)	61 (12,5)
5 - 9 ans	488 (26,0)	485 (26,5)	136 (27,9)
10 - 15 ans	438 (23,3)	404 (22,0)	110 (22,5)
≥ 15 ans	787 (41,9)	798 (43,5)	181 (37,1)
Niveau d'étude			
Aucun / Non scolarisé	870 (46,3)	417 (22,7)	261 (53,5)
Fondamental	425 (22,6)	839 (45,8)	132 (27,0)
Secondaire	79 (4,2)	185 (10,1)	37 (7,6)
Supérieur	36 (1,9)	171 (9,3)	18 (3,7)
École coranique	0 (0,0)	123 (6,7)	19 (3,9)
Données manquantes	469 (25,0)	98 (5,3)	21 (4,3)
Profession/Occupation			
Élève / Étudiant	653 (34,7)	1163 (63,5)	363 (72,3)
Cultivateur / Éleveur	2 (0,1)	44 (2,4)	21 (4,3)
Ménagère	71 (3,8)	183 (10)	53 (10,9)
Autre	1153 (61,4)	398 (24,1)	61 (12,4)

La majorité des victimes étaient des hommes (65–67 %), avec une stabilité dans le temps et selon les régions. Les enfants de 5 à 15 ans représentaient près de la moitié des cas, confirmant leur forte vulnérabilité. À Bamako, le niveau d'étude a progressé en 2023, avec moins de non-scolarisés et davantage d'élèves du secondaire et du supérieur, tandis que Sikasso reste marqué par une proportion élevée de non-scolarisés (53,5 %). Enfin, la profession dominante était « élève/étudiant » (63,5 % à Bamako et 72,3 % à Sikasso), traduisant l'exposition accrue des jeunes en milieu scolaire.

4.2 Profil clinique de l'exposition et délais de consultation (2022-2023)

Tableau II : Répartition selon Profil clinique de l'exposition et délais de consultation

Variables Cliniques	Bamako 2022 (N=1879) n (%)	Bamako 2023 (N=1833) n (%)	Sikasso 2023 (N=488) n (%)
Animal mordeur			
Chien	1783 (94,9)	1721 (93,9)	478 (98,0)
Chat	30 (1,6)	33 (1,8)	7 (1,4)
Chauve-souris	37 (2,0)	48 (2,6)	0 (0,0)
Autre (Singe, Âne, etc.)	29 (1,5)	30 (1,6)	2 (0,4)
Inconnu	0 (0,0)	1 (0,1)	1 (0,2)
Siège de la morsure			
Membre inférieur	1049 (55,8)	1026 (56,0)	210 (43,0)
Membre supérieur	569 (30,3)	611 (33,3)	232 (47,5)
Tête ou Cou	206 (11,0)	93 (5,1)	22 (4,5)
Tronc	55 (2,9)	84 (4,6)	13 (2,7)
Inconnu	0 (0,0)	19 (1,0)	11 (2,3)
Délai de consultation (jours)			
J0 (Immédiat)	433 (23,0)	409 (22,3)	236 (48,4)
J1	659 (35,1)	718 (39,2)	144 (29,5)
J2	296 (15,8)	255 (13,9)	26 (5,3)
≥ J3 (Tardif)	354 (18,8)	394 (21,5)	79 (16,2)
Données manquantes	137 (7,3)	57 (3,1)	3 (0,6)

Les chiens étaient largement responsables des morsures (> 93 %), les membres (inférieurs et supérieurs) sont les sites les plus touchés, avec une hausse des membres supérieurs en 2023. Le délai de consultation restait souvent tardif à Bamako, alors qu'à Sikasso près de la moitié consultent immédiatement (J0).

4.3 Analyse des facteurs associés au retard de consultation (≥ 3 jours)

Tableau III: Répartition selon l'analyse bivariée des facteurs associés au retard de consultation (≥ 3 jours)

Facteurs d'exposition	Consultation Précoce (<3j) n (%)	Consultation Tardive (≥ 3 j) n (%)	p-value	OR (IC 95%)
Région de provenance				
Bamako	2954 (68,4)	758 (75,5)	0,001	0,70 (0,59-0,82)
Sikasso	1368 (31,6)	246 (24,5)		
Tranche d'âge				
< 15 ans	2628 (60,9)	540 (53,8)	0,001	1,33 (1,16-1,53)
≥ 15 ans	1689 (39,1)	464 (46,2)		
Niveau d'étude				
Scolarisé (Fondamental +)	2510 (58,1)	612 (61,0)	0,103	0,88 (0,77-1,02)
Aucun niveau / Coranique	1807 (41,9)	392 (39,0)		
Siège de la morsure				
Tête, cou (Zone critique)	271 (6,3)	90 (9,0)	0,34	0,68 (0,53-0,87)
Membres / Tronc	4043 (93,7)	914 (91,0)		

La **provenance** montre que les patients de Bamako consultaient plus tardivement que ceux de Sikasso (OR = 0,70), l'**âge adulte** était associé à un risque accru de retard (OR = 1,33).

Le **niveau d'étude** n'avait pas d'impact significatif, ce qui suggère que la scolarisation ne modifie pas le délai de recours. Les morsures en **zones critiques** (tête/cou) étaient plus fréquentes dans les consultations tardives, renforçant le risque clinique.

.

ⁱ Années de vie perdue d'invalidité.

ⁱ Years of Life Lost

4.4 Estimation de la charge globale de la rage (mortalité, années de vie perdues) et l'évaluation de la charge économique (Coûts)

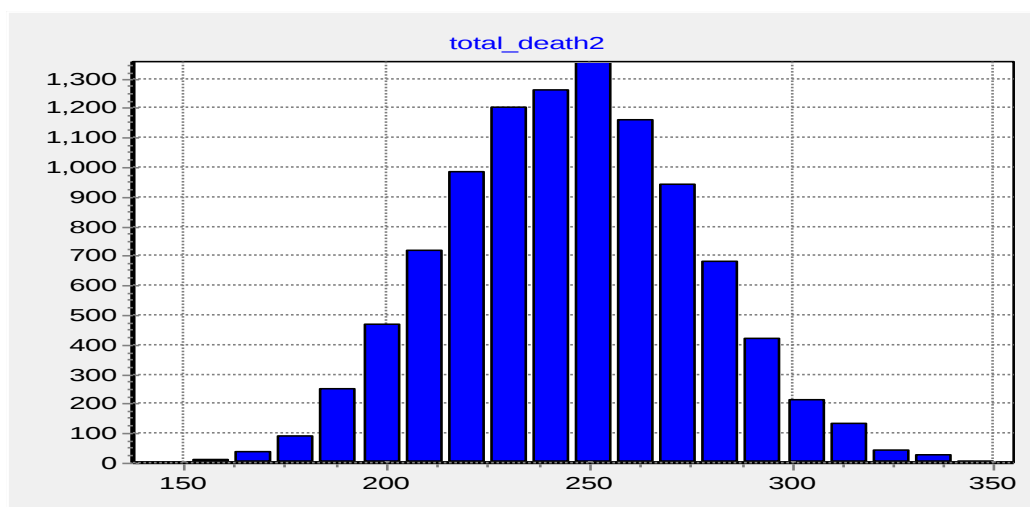


Figure 9: Histogramme de distribution de fréquence, montrant la distribution des valeurs « nombre total de décès sans la PEP » simulées issues des itérations de la simulation de Monte Carlo_Bamako2022

L'**histogramme** montre une distribution unimodale, centrée autour de 250 décès, avec la majorité des scénarios entre 150 et 350. Cette **mortalité élevée** reste stable malgré l'incertitude des paramètres, confirmant le poids considérable de la rage au Mali.

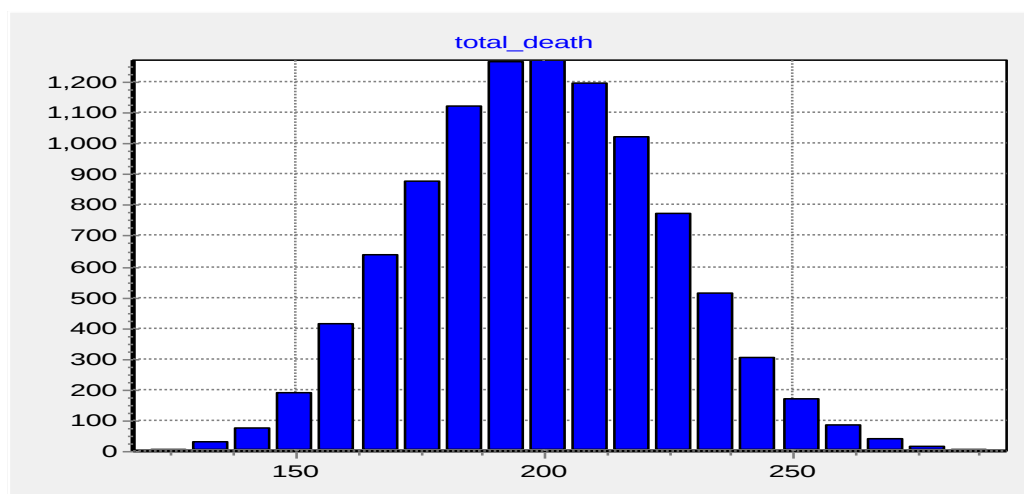


Figure 10: Histogramme de distribution de fréquence, montrant la distribution des valeurs « nombre total de décès avec la PEP » simulées issues des itérations de la simulation de Monte Carlo_Bamako2022

L'**histogramme** montre une distribution unimodale centrée autour de 200 décès, avec une incertitude de 130 à 270. Les **décès résiduels** correspondent surtout aux cas de traitement tardif.

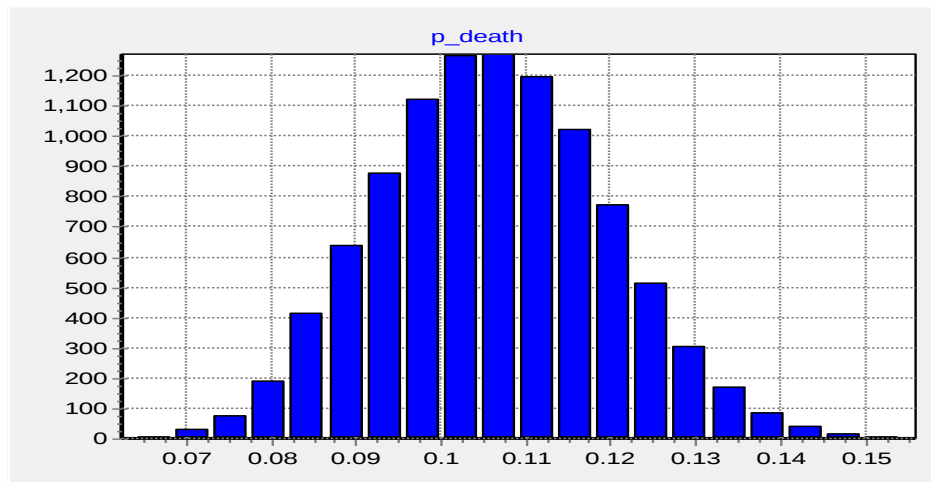


Figure 11: Histogramme de distribution de fréquence, montrant la distribution des valeurs simulées de la probabilité de décès (p_{death}) issues des itérations de la simulation de Monte Carlo_Bamako2022.

La simulation Monte Carlo sous Ersatz indique une **distribution normale** du risque de décès, centrée autour de 11 %. La majorité des valeurs se situent entre 7 % et 15 %, traduisant une **incertitude modérée** mais une estimation stable. L'**histogramme** confirme qu'un faible risque résiduel persiste malgré l'efficacité de la PPE, lié aux **facteurs variables** (délais, gravité, efficacité vaccinale, couverture).

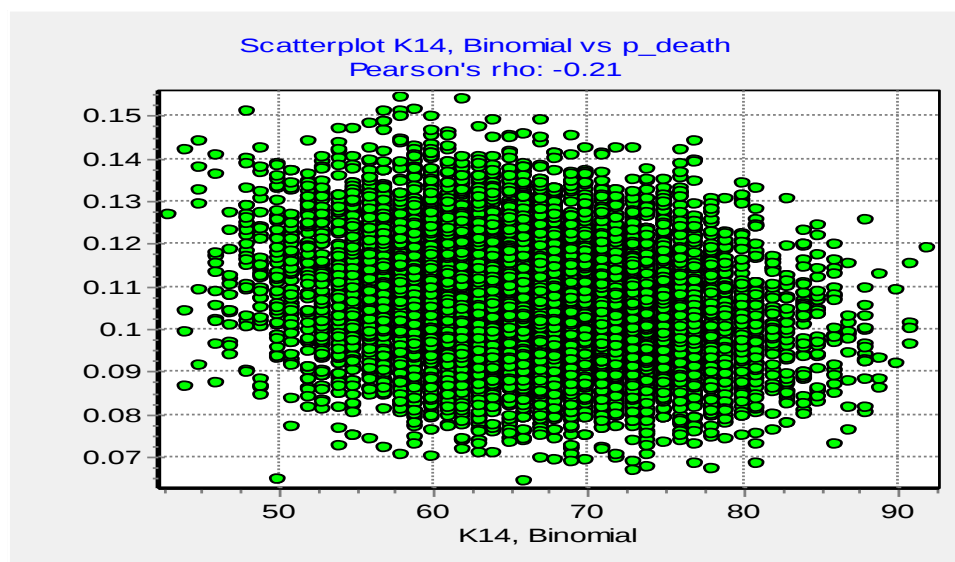


Figure 12: Nuage de points illustrant la relation entre l'accès à la prophylaxie post-exposition (PPE) K14 (Binomial) et la probabilité de décès (p_{death}) issues d'une simulation probabiliste (de type Monte Carlo) concernant la rage_Bamako2022

Le **nuage de points** montre une corrélation négative ($\rho = -0,21$) entre l'accès à la PPE (K14) et la probabilité de décès par rage. Même pour un niveau d'accès donné (ex. 70 personnes), la **dispersion** des risques (7–15 %) traduit l'incertitude liée aux processus qui dépend du hasard.

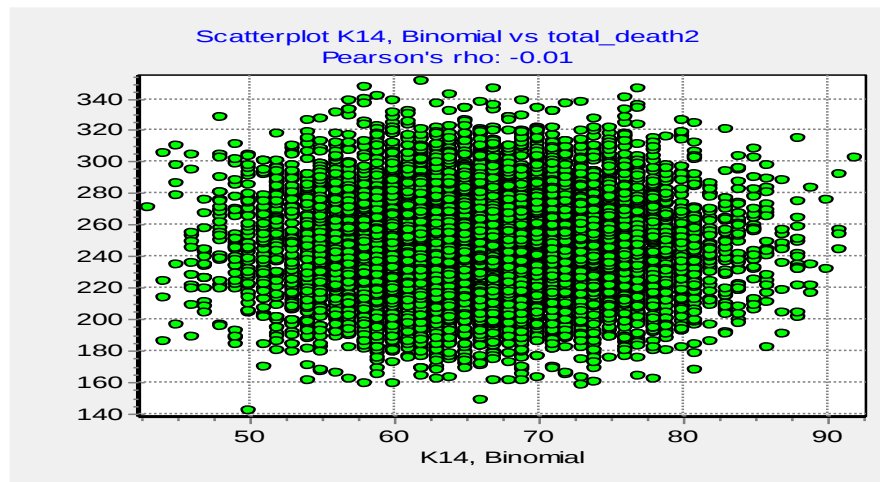


Figure 13: Nuage de points illustrant la relation entre l'accès à la prophylaxie post-exposition (PPE) K14 (Binomial) et le nombre total de décès sans prophylaxie post-exposition (total_death2) issues d'une simulation probabiliste (de type Monte Carlo) concernant la rage_Bamako2022

Le **nuage de points** montre une corrélation quasi nulle ($\rho = -0,01$) entre l'accès théorique à la PPE (K14) et le nombre de décès dans le scénario **sans intervention**. Cette absence de relation est attendue : sans administration de la prophylaxie, l'accès ne modifie pas les résultats.

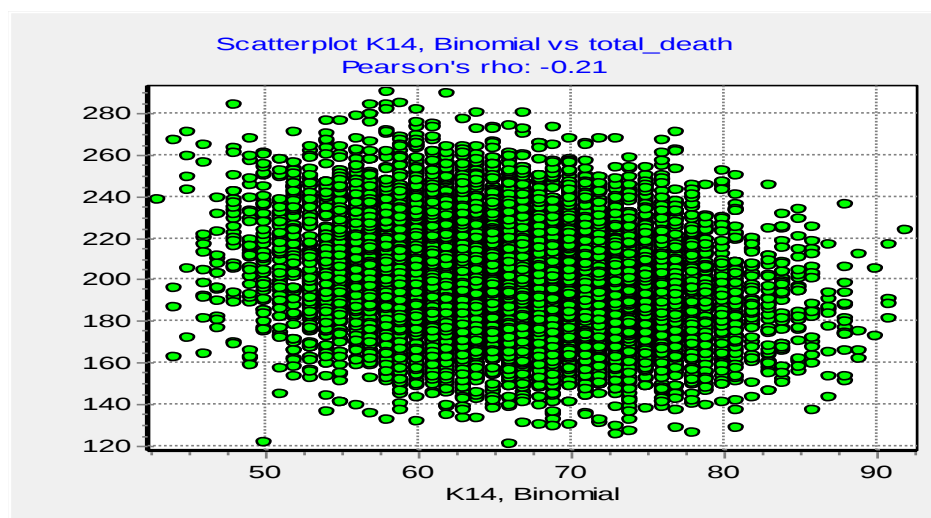


Figure 14: Nuage de points illustrant la relation entre l'accès à la prophylaxie post-exposition (PPE) K14 (Binomial) et le nombre total de décès avec la prophylaxie post-exposition (Total_death) issues d'une simulation probabiliste (de type Monte Carlo) concernant la rage_Bamako2022

Le **nuage de points** montre une corrélation négative ($\rho = -0,21$) : plus l'accès à la PPE (K14) augmente, plus le nombre de décès simulés diminue. La relation reste non linéaire, avec une **dispersion** liée aux facteurs biologiques et logistiques.

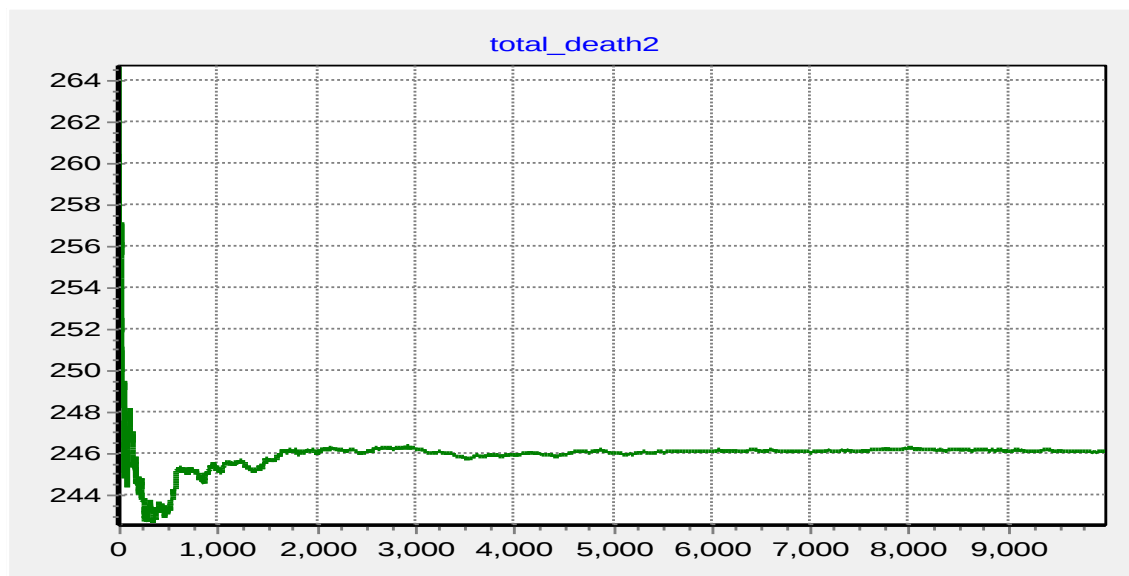


Figure 15: Graphique de convergence (ou "trace plot"), typique des simulations de Monte Carlo par chaînes de Markov (MCMC) du nombre total de décès (total_death2) simulés dans un scénario sans la prophylaxie post-exposition (PPE)_Bamako2022

Le **graphique de convergence** montre une stabilisation autour de 246 décès, confirmant la robustesse du modèle sans PPE. Après des fluctuations initiales, la courbe devient stable, validant le **scénario de référence**.

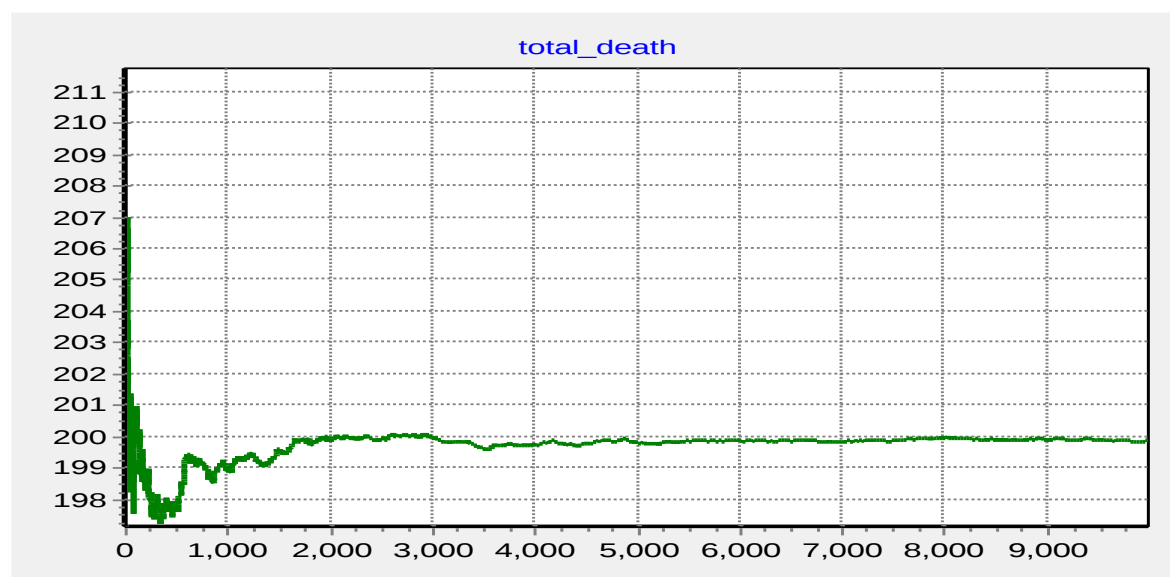


Figure 16: Graphique de convergence (ou "trace plot"), typique des simulations de Monte Carlo par chaînes de Markov (MCMC) du nombre total de décès (Total_death) simulés dans un scénario avec la prophylaxie post-exposition (PPE)_Bamako2022

Le **graphique de convergence** montre que la simulation avec PPE se stabilise autour de 200 décès, validant la robustesse du modèle. L'**intervention** réduit la mortalité de 98–99 % par rapport au scénario sans PPE, avec une **incertitude limitée**.

Tableau IV: Comparaison directe entre les graphiques 19 et 20 précédent

Caractéristique	Total_death2 (Sans PPE)	Total_death (Avec PPE)
Ordre de grandeur	≈ 246 décès	≈ 200 décès
Variabilité	Faible après convergence (stabilisation autour de 246)	Faible après convergence (stabilisation autour de 200)
Signification	Fardeau naturel de la rage : mortalité élevée en absence de traitement	Réduction nette de la mortalité grâce à la PPE, mais persistance d'échecs résiduels
Message clé	La rage entraîne une mortalité massive sans intervention	La PPE réduit le fardeau d'environ 46 décès, confirmant son efficacité substantielle

La juxtaposition des deux graphiques met en évidence l'impact mesurable de la prophylaxie post-exposition. Sans intervention, le modèle converge vers environ **246 décès**, traduisant le fardeau naturel de la rage et confirmant une mortalité élevée en l'absence de traitement. Avec la PPE, la mortalité se stabilise autour de **200 décès**, soit une réduction d'environ **46 décès** par rapport au scénario de référence.

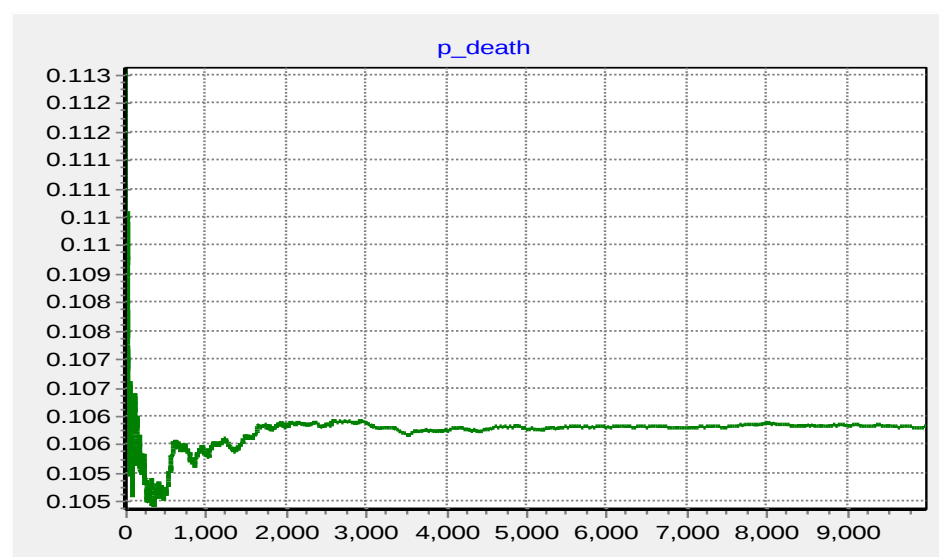


Figure 17: Graphique de convergence (ou "trace plot"), typique des simulations de Monte Carlo par chaînes de Markov (MCMC) de la probabilité de décès par la rage (p_{death}) simulés dans un scénario avec la prophylaxie post-exposition (PPE) _Bamako2022

Le **graphique de convergence** montre une stabilisation rapide autour de 0,106 ($\approx 10,6\%$), confirmant la robustesse du modèle. La **probabilité résiduelle** de décès avec PPE reste faible et prévisible (10,5–11,3 %), avec une variabilité minime.

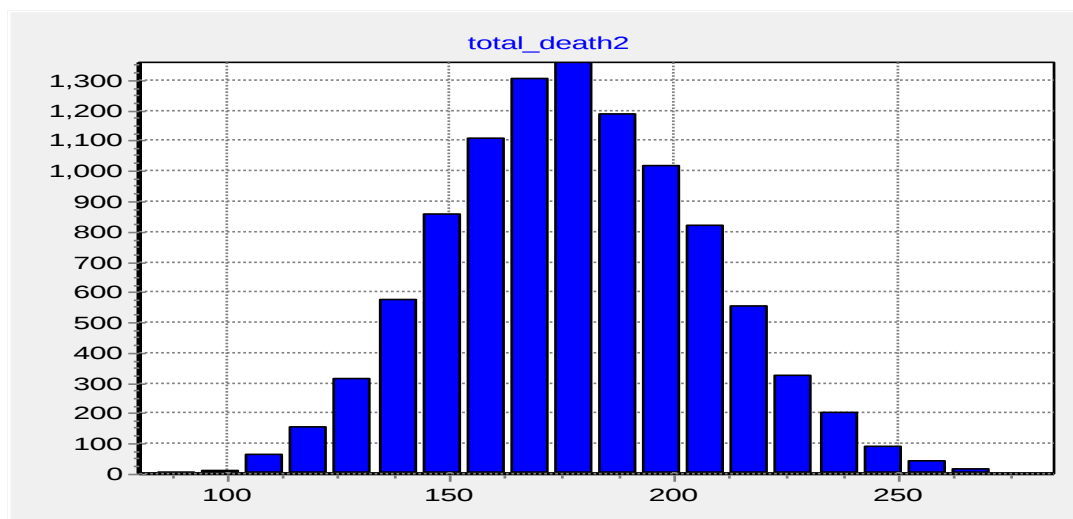


Figure 18: Histogramme de distribution de fréquence, montrant la distribution des valeurs « nombre total de décès sans la PEP » simulées issues des itérations de la simulation de Monte Carlo_Bamako2023

La simulation Monte Carlo montre qu'en l'absence de prophylaxie post-exposition, le nombre total de décès suit une distribution unimodale centrée autour de **175 décès**, avec la majorité des scénarios entre **100 et 260** et des extrêmes proches de **270**. La forme en cloche traduit une mortalité élevée et stable, avec une incertitude limitée. Même en tenant compte des variations, la mortalité reste très élevée sans PPE, soulignant l'importance critique de cette intervention pour réduire le fardeau de la rage.

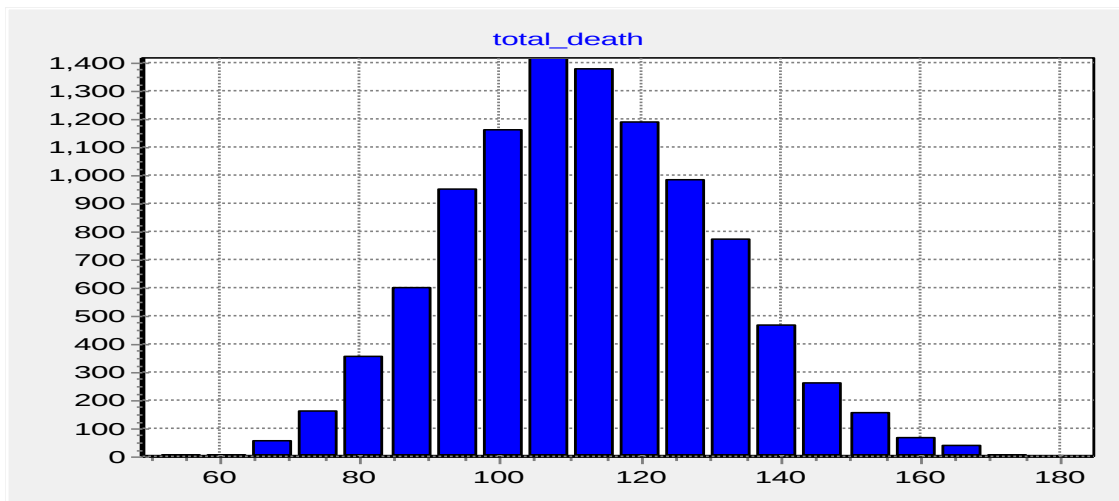


Figure 19: Histogramme de distribution de fréquence, montrant la distribution des valeurs « nombre total de décès avec la PEP » simulées issues des itérations de la simulation de Monte Carlo_Bamako2023

L'**histogramme** montre une distribution centrée autour de 110 décès, avec une incertitude de 70 à 160. Les **décès résiduels** correspondent surtout aux cas de PPE tardive ou imparfaite.

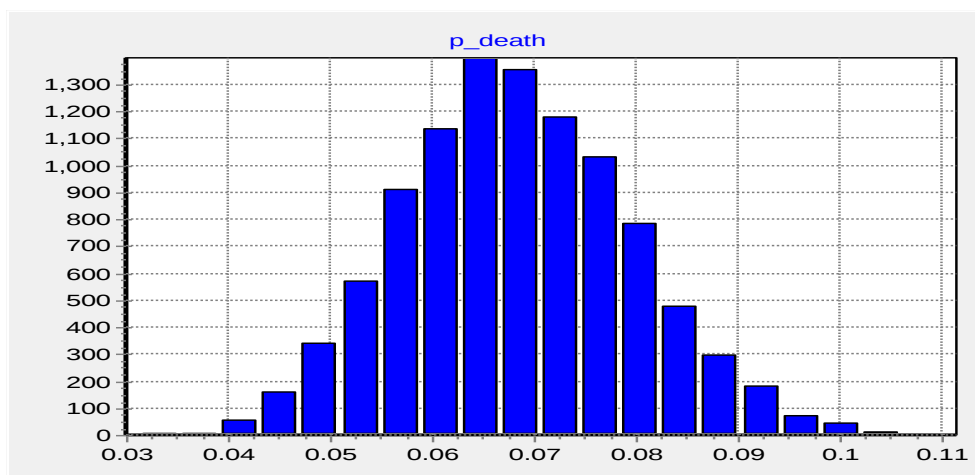


Figure 20: Histogramme de distribution de fréquence, montrant la distribution des valeurs simulées de la probabilité de décès (p_{death}) issues des itérations de la simulation de Monte Carlo_Bamako2023

L'histogramme p_{death} montre qu'avec la prophylaxie post-exposition (PPE), un risque résiduel de décès subsiste. La distribution est centrée autour de **0,066**, avec la majorité des valeurs entre **0,040 et 0,10** et des extrêmes proches de **0,11**. Cette probabilité, bien inférieure au risque naturel de la rage (>99 %), traduit une réduction spectaculaire du risque individuel. La variabilité étroite confirme la robustesse du modèle et l'efficacité de la PPE, tout en rappelant qu'une marge d'amélioration demeure pour atteindre l'objectif de **zéro décès évitable**

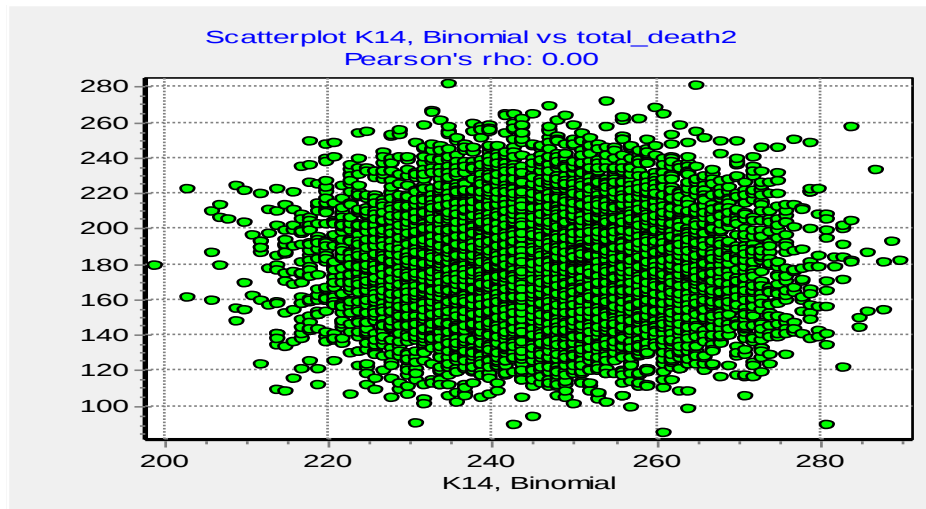


Figure 21: Nuage de points illustrant la relation entre l'accès à la prophylaxie post-exposition (PPE) K14 (Binomial) et le nombre total de décès sans prophylaxie post-exposition (total_death2) issues d'une simulation probabiliste (de type Monte Carlo) concernant la rage_Bamako_2023

Le **nuage de points** montre une corrélation nulle ($\rho = 0,00$) entre l'accès théorique à la PPE (K14) et le nombre de décès dans le scénario **sans intervention**. La dispersion homogène confirme que l'accès n'a aucun effet en l'absence de traitement.

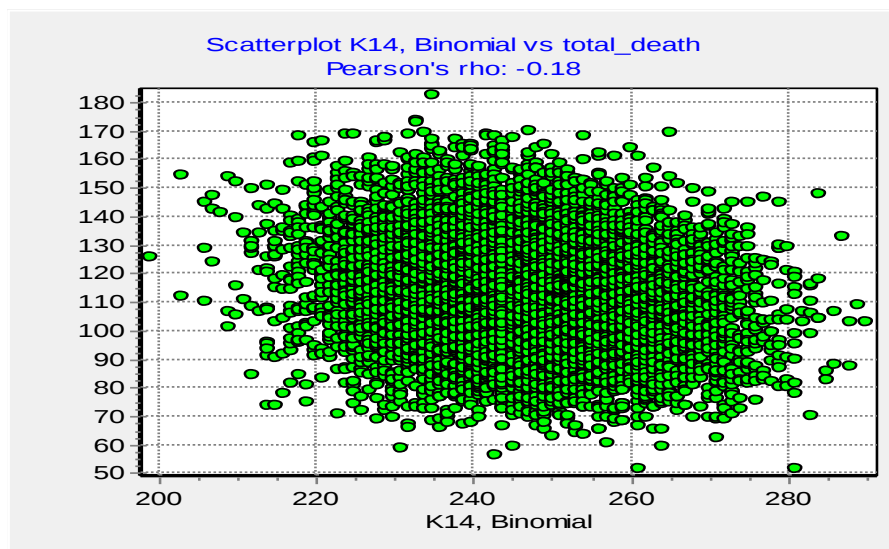


Figure 22: Nuage de points illustrant la relation entre l'accès à la prophylaxie post-exposition (PPE) K14 (Binomial) et le nombre total de décès avec la prophylaxie post-exposition (total_death) issues d'une simulation probabiliste (de type Monte Carlo) concernant la rage_Bamako2023

Le **nuage de points** montre une corrélation négative faible mais significative ($\rho = -0,18$) : plus l'accès à la PPE (K14) augmente, plus la mortalité diminue. La **dispersion** des décès pour un même niveau d'accès traduit l'incertitude des processus biologiques et logistiques.

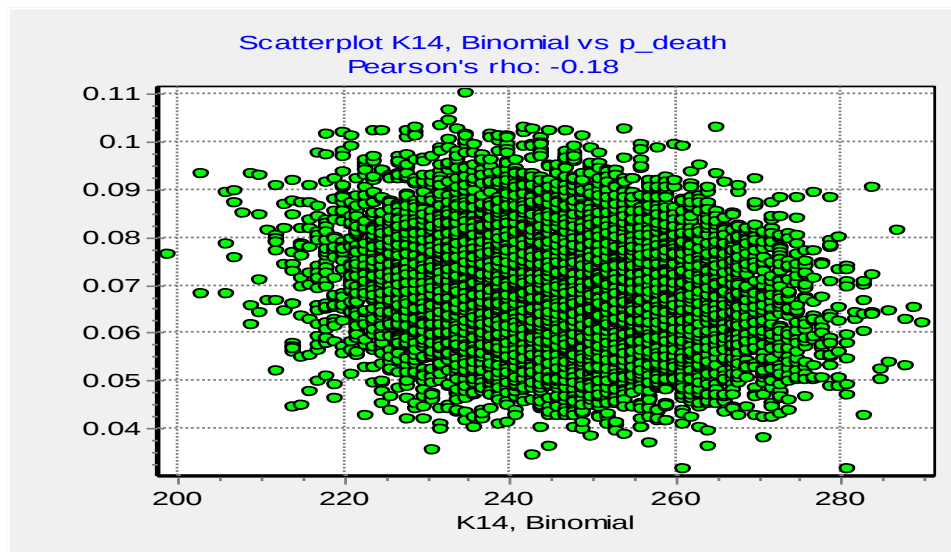


Figure 23: Nuage de points illustrant la relation entre l'accès à la prophylaxie post-exposition (PPE) K14 (Binomial) et la probabilité de décès (p_{death}) issues d'une simulation probabiliste (de type Monte Carlo) concernant la rage. Bamako2023

Le **nuage de points** montre une corrélation négative faible mais significative ($\rho = -0,18$) : plus l'accès à la PPE (K14) augmente, plus la probabilité de décès diminue. La **dispersion** (0,03–0,11) traduit l'incertitude des processus biologiques et logistiques.

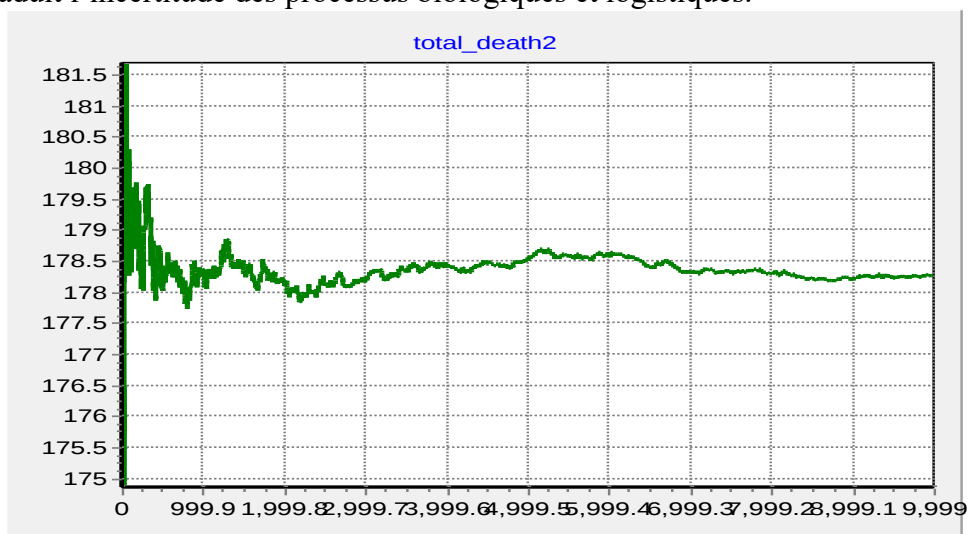


Figure 24: Graphique de convergence (ou "trace plot"), typique des simulations de Monte Carlo par chaînes de Markov (MCMC) du nombre total de décès (total_death2) simulés dans un scénario sans la prophylaxie post-exposition (PPE)_Bamako2023

Le **graphique de convergence** se stabilise autour de 178 décès, confirmant la robustesse du modèle sans PPE. La bande horizontale traduit une **convergence fiable**, avec une variabilité limitée.

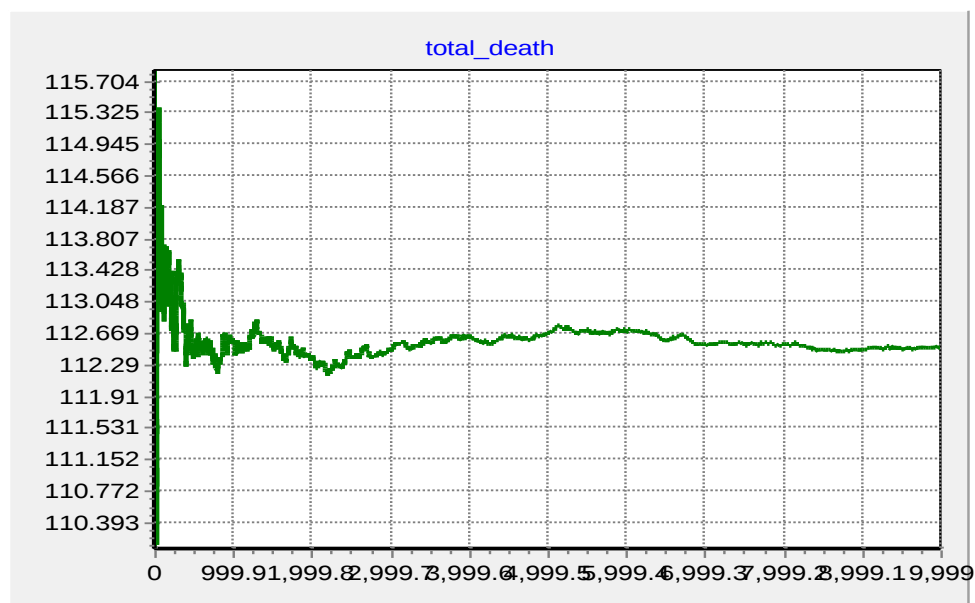


Figure 25: Graphique de convergence (ou "trace plot"), typique des simulations de Monte Carlo par chaînes de Markov (MCMC) du nombre total de décès (Total_death) simulés dans un scénario avec la prophylaxie post-exposition (PPE)_Bamako2023

Le **graphique de convergence** se stabilise autour de 112 décès, confirmant la robustesse du modèle avec PPE. L'**intervention** réduit la mortalité d'environ 37 % par rapport au scénario sans PPE (≈ 178 décès), soit une baisse de 66 décès.

Tableau V: Comparaison directe entre les graphiques 28 et 29 précédent

Caractéristique	Total_death2 (Sans PPE)	Total_death (Avec PPE)
Ordre de grandeur	~ 178 décès	~ 112 décès
Variabilité	Faible (plage 175–181)	Faible (plage 110–116)
Signification	Fardeau naturel de la rage	Réduction substantielle mais décès résiduels
Message clé	La rage entraîne une mortalité élevée sans traitement	La PPE réduit fortement la mortalité, mais reste perfectible

L'interprétation du tableau 24 met en évidence la différence nette entre les deux scénarios simulés. Sans prophylaxie post-exposition (PPE), la rage entraîne un fardeau élevé avec environ **178 décès**, ce qui traduit la gravité naturelle de la maladie. En revanche, avec la PPE, la mortalité chute à environ **112 décès**, soit une réduction absolue d'environ **66 décès** et relative de près de **37 %**. La variabilité est faible dans les deux cas, ce qui confirme la robustesse des estimations.

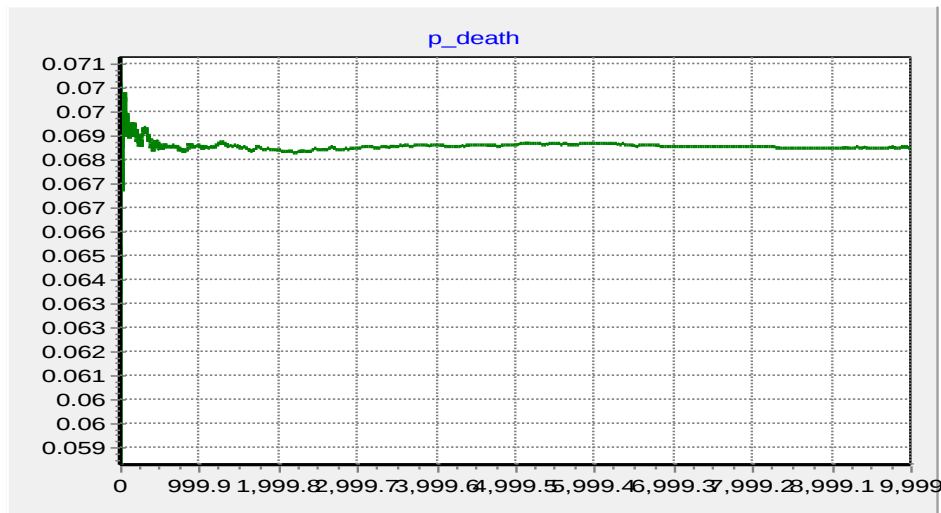


Figure 26: Graphique de convergence (ou "trace plot"), typique des simulations de Monte Carlo par chaînes de Markov (MCMC) de la probabilité de décès par la rage (p_{death}) simulés dans un scénario avec la prophylaxie post-exposition (PPE)_Bamako2023

Le **graphique de convergence** se stabilise autour de 0,068 ($\approx 6,8\%$), confirmant la robustesse du modèle avec PPE. La **variabilité faible** (0,059–0,071) reflète des facteurs secondaires mais reste contenue.

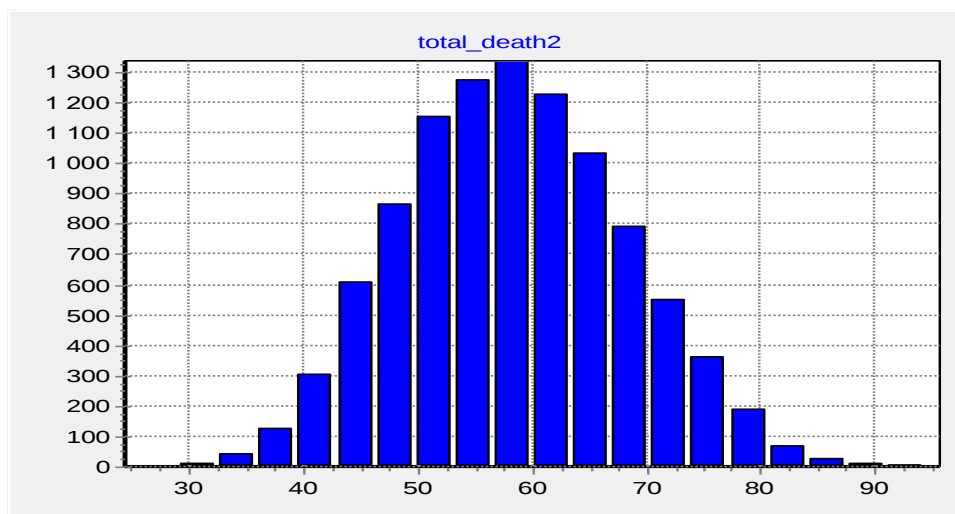


Figure 27: Histogramme de distribution de fréquence, montrant la distribution des valeurs « nombre total de décès sans la PEP » simulées issues des itérations de la simulation de Monte Carlo_Sikasso2023

La **simulation Monte Carlo** sous Ersatz montre une distribution unimodale, centrée autour de 60 décès, avec la majorité des scénarios entre 30 et 90. La **forme en cloche** traduit une mortalité élevée mais stable, confirmant une tendance centrale forte et une **robustesse des estimations** malgré l'incertitude des paramètres.

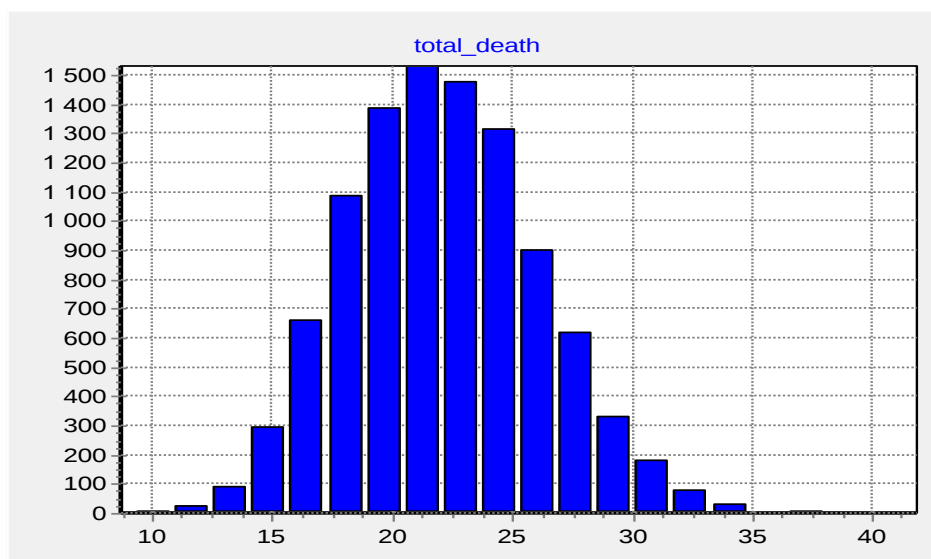


Figure 28: Histogramme de distribution de fréquence, montrant la distribution des valeurs « nombre total de décès avec la PEP » simulées issues des itérations de la simulation de Monte Carlo_Sikasso2023

L'**histogramme** montre une distribution unimodale centrée autour de 21 décès, avec une incertitude limitée (10–35). Les **décès résiduels** proviennent surtout de traitements tardifs ou imparfaits.

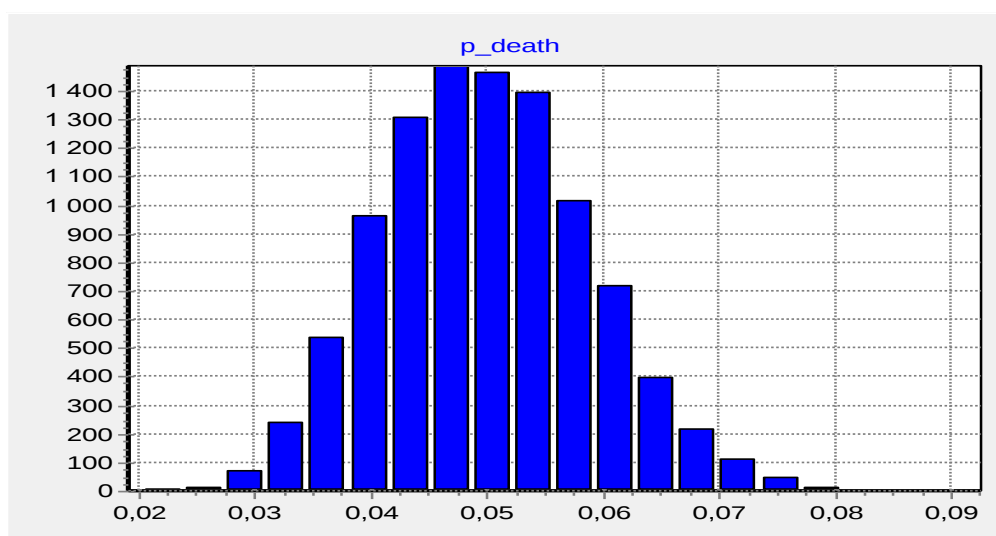


Figure 29: Histogramme de distribution de fréquence, montrant la distribution des valeurs simulées de la probabilité de décès (p_death) issues des itérations de la simulation de Monte Carlo_Sikasso2023

La **simulation Monte Carlo** montre une distribution unimodale centrée autour de 0,045 ($\approx 4,5\%$), avec la majorité des valeurs entre 0,03 et 0,07. La **dispersion modérée** reflète l'incertitude des paramètres mais confirme un risque résiduel contenu et prévisible.

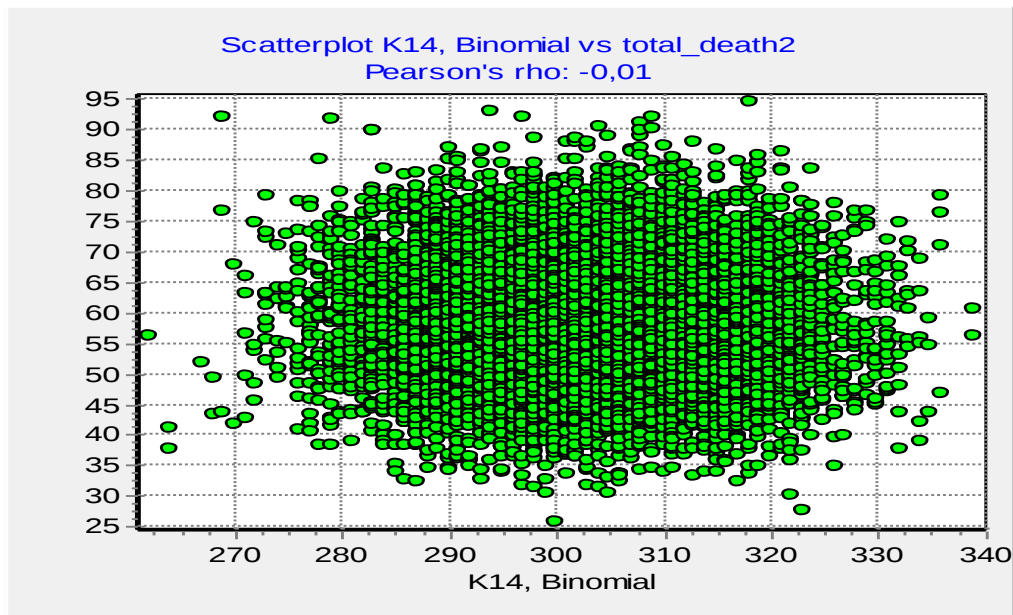


Figure 30: Nuage de points illustrant la relation entre l'accès à la prophylaxie post-exposition (PPE) K14 (Binomial) et le nombre total de décès sans prophylaxie post-exposition (total_death2) issues d'une simulation probabiliste (de type Monte Carlo) concernant la rage_Sikasso2023

Le **nuage de points** montre une corrélation quasi nulle ($\rho = -0,01$) entre l'accès théorique à la PPE (K14) et le nombre de décès dans le scénario **sans intervention**. La dispersion homogène confirme que l'accès n'a aucun effet en l'absence de traitement.

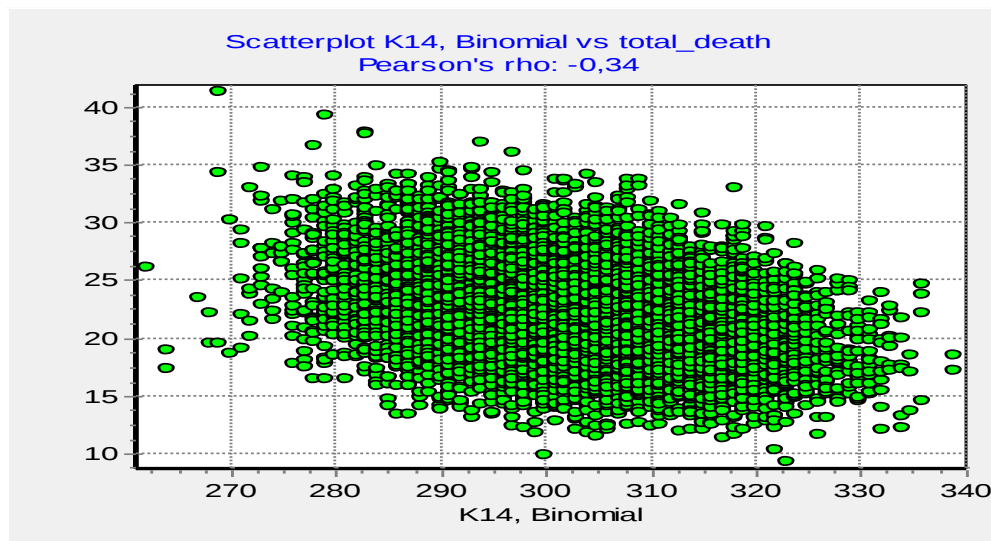


Figure 31: Nuage de points illustrant la relation entre l'accès à la prophylaxie post-exposition (PPE) K14 (Binomial) et le nombre total de décès avec la prophylaxie post-exposition (total_death) issues d'une simulation probabiliste (de type Monte Carlo) concernant la rage_Sikasso2023

Le **nuage de points** montre une corrélation négative faible à modérée ($\rho = -0,34$) : plus l'accès à la PPE (K14) augmente, plus la mortalité diminue. La **dispersion** traduit l'incertitude des processus biologiques et logistiques, confirmant qu'il n'existe pas de relation parfaitement déterministe.

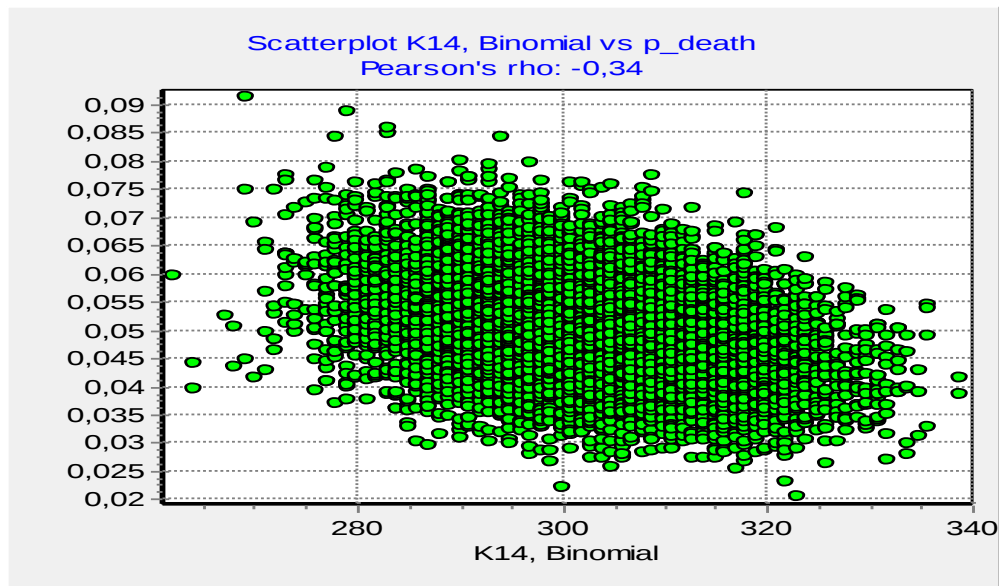


Figure 32: Nuage de points illustrant la relation entre l'accès à la prophylaxie post-exposition (PPE) K14 (Binomial) et la probabilité de décès (p_{death}) issues d'une simulation probabiliste (de type Monte Carlo) concernant la rage_Sikasso2023

Le **nuage de points** montre une corrélation négative significative ($\rho = -0,34$) : plus l'accès à la PPE (K14) augmente, plus la probabilité de décès diminue. La **dispersion** (0,02–0,09) traduit l'incertitude biologique et logistique.



Figure 33: Graphique de convergence (ou "trace plot"), typique des simulations de Monte Carlo par chaînes de Markov (MCMC) du nombre total de décès (total_death2) simulés dans un scénario sans la prophylaxie post-exposition (PPE)_Sikasso2023

Le **graphique de convergence** se stabilise autour de 58 décès, confirmant la robustesse du modèle sans PPE. La **variabilité limitée** (56–60) renforce la fiabilité de l'estimation.

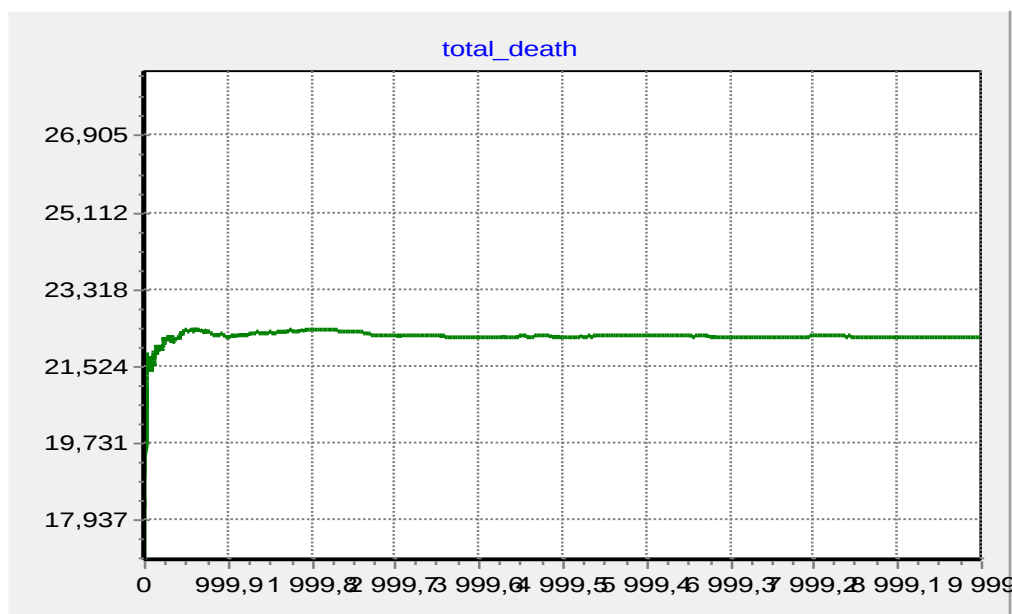


Figure 34: Graphique de convergence (ou "trace plot"), typique des simulations de Monte Carlo par chaînes de Markov (MCMC) du nombre total de décès (Total_death) simulés dans un scénario avec la prophylaxie post-exposition (PPE)_Sikasso2023

Le **graphique de convergence** se stabilise autour de 21–22 décès, confirmant la robustesse du modèle avec PPE. L'**intervention** réduit la mortalité de près de 55 % par rapport au scénario sans PPE (≈ 48 décès), soit une baisse absolue d'environ 36 décès.

Tableau VI: Comparaison directe entre les graphiques 37 et 38 précédent

Caractéristique	Total_death2 (Sans PPE)	Total_death (Avec PPE)
Ordre de grandeur	≈ 58 décès	$\approx 21\text{--}22$ décès
Variabilité	Faible (56–60 décès)	Très faible (21–22 décès)
Signification	Fardeau naturel de la rage	Décès résiduels malgré l'intervention
Message clé	La rage entraîne une mortalité élevée sans traitement	La PPE réduit fortement la mortalité et sauve la majorité des vies

Le **tableau comparatif** met en évidence une mortalité élevée sans PPE (≈ 58 décès) contre une baisse spectaculaire avec PPE ($\approx 21\text{--}22$ décès). La **réduction relative** atteint près de 55 %, soit environ 36 décès évités.

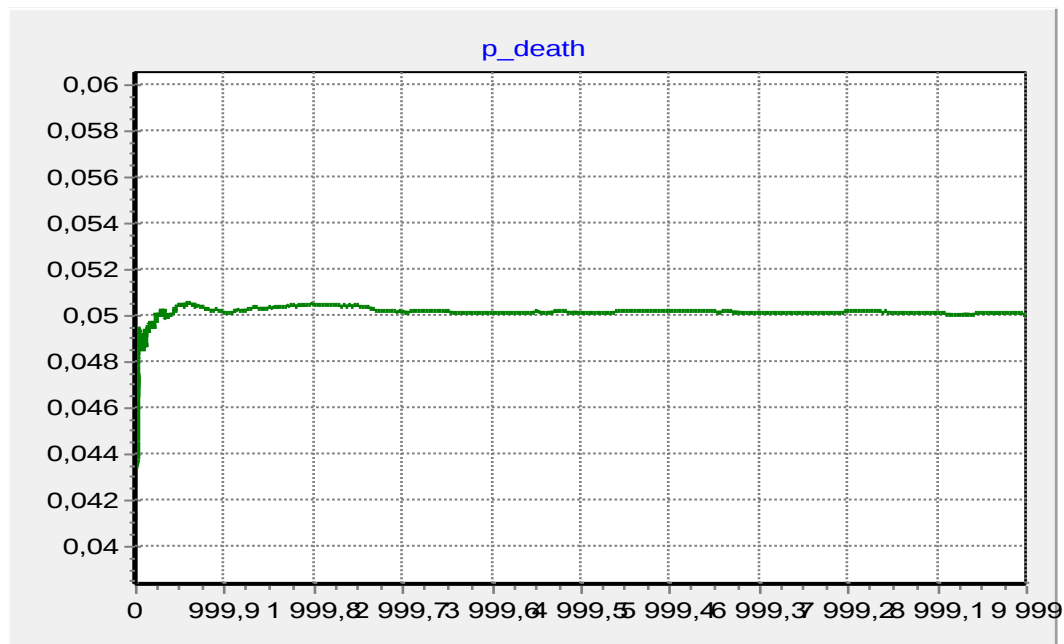


Figure 35: Graphique de convergence (ou "trace plot"), typique des simulations de Monte Carlo par chaînes de Markov (MCMC) de la probabilité de décès par la rage (p_{death}) simulés dans un scénario avec la prophylaxie post-exposition (PPE)_Sikasso2023

Le **graphique de convergence** se stabilise autour de 0,048–0,050 ($\approx 5\%$), confirmant la robustesse du modèle avec PPE. La **variabilité contenue** reflète des facteurs secondaires mais reste faible, renforçant la confiance dans l'estimation.

Tableau VII: Estimation de la mortalité due à la rage, l'incidence par 10000 habitants, Expositions suspectes, PEP, Décès prévenus, DALY (due aux décès prématurés) Moyenne de la couverture vaccinale, probabilité d'un chien d'être enragé (PR) et la probabilité de recevoir la PEP(PP) par région et par année de consultation.

Paramètres	2022		2023	
	Bamako	Sikasso	Bamako	Sikasso
Décès sans PEP [IC à 95%]	245 [188 – 306]	62 [44-83]	177 [124–236]	48 [33 – 65]
Décès avec PEP [IC à 95%]	199 [152 – 249]	17 [11-24]	112 [78–150]	21 [14 – 29]
Incidence à [IC à 95%]	44 [42 – 46]	12 [11 – 13]	43 [41 - 45]	11 [10 – 12]
Exposition suspectes IC à 95%]	38 [36 – 40]	11[10 – 12]	38 [36 – 40]	10 [9 – 11]
PEP	353 [320 – 387]	346[326 – 366]	669 [628 – 710]	303 [281 – 324]
Décès prévenus	46	45	65	27
Rage YLL [IC à 95%]	4717 [3308 – 6349]	691 [487 – 981]	8437 [6463 – 10576]	913[615 – 1253]
PR	96%	0,94	88%	88%
PP	92.9	0,96	94.6	96.7

Ce tableau met en évidence de façon claire l'impact majeur de la prophylaxie post exposition sur la mortalité liée à la rage :

- Sans PPE, la mortalité reste élevée ($\approx$ 245 décès à Bamako en 2022, 62 à Sikasso), confirmant la gravité naturelle de la maladie.
- Avec PPE, les décès chutent nettement ($\approx$ 199 à Bamako en 2022, 17 à Sikasso), soit des réductions absolues de 46 et 45 décès respectivement. En 2023, la baisse est encore plus marquée (65 décès évités à Bamako, 27 à Sikasso).
- Les années de vie perdues (YLL) sont considérablement réduites, ce qui traduit un bénéfice sanitaire et économique majeur.
- Les indicateurs de protection relative (PR) et de protection proportionnelle (PP) confirment une efficacité élevée ($> 88\%$ dans tous les cas).

- La variabilité faible des intervalles de confiance renforce la robustesse des estimations.

Tableau VIII: Coûts économique de la rage en dollars américain, par région et par année de consultation.

Année	Région	Coûts PEP complète	Pertes de revenu dues aux décès prématurés [IC à 95%]
2022	Bamako	176062 USD	7381547 USD [5624346 - 9284654]
	Sikasso	45795 USD	424323 USD [296960 - 605835]
2023	Bamako	171660 USD	4182554 USD [2898868 - 5669561]
	Sikasso	67240 USD	824089 USD [552712 - 1134518]

1. Coûts de la PEP

Bamako : stables (176 062 USD en 2022 environ 171 660 USD en 2023), malgré plus de patients traités.

Sikasso : plus modestes (45 795 USD en 2022 environ 67 240 USD en 2023), reflétant une charge plus faible mais significative.

L'investissement direct dans la PEP reste limité comparé aux pertes économiques.

2. Pertes de revenu dues aux décès prématurés

Bamako : très élevées (7,38 M USD [5,62–9,28] en 2022), mais en forte baisse en 2023 (4,18 M USD [2,89–5,66]) grâce à l'impact de la PEP.

Sikasso : moindres mais préoccupantes (424 323 USD [296 960–605 835] en 2022 → 824 089 USD [552 712–1 134 518] en 2023).

La hausse en 2023 traduit une persistance de la mortalité malgré une prophylaxie disponible.

DISCUSSIONS

5 Discussion

Caractéristiques sociodémographiques :

Selon l'âge et le Sexe :

Notre étude sur les victimes de morsure de chien a montré que les enfants et les jeunes adultes sont les plus exposés, en raison de leur proximité avec les animaux et de comportements à risque (Hampson et al, 2015)[3]. Le sexe masculin est souvent surreprésenté parmi les victimes, avec un ratio de 2hommes/1femme. Ce qui reflète des différences socioculturelles dans les interactions avec les chiens (Cleaveland et al, 2018)[49,50].

Niveau d'étude et profession

Dans notre étude la profession élève et enfant était le plus représenté à Bamako avec (61.0%) en 2022 et (71.7%) en 2023 et à Sikasso en 2023 avec (61.0%). Les personnes non scolarisées représentent environ la moitié des cas à Bamako (46.3%) et à Sikasso 261 soit (53.5%) en 2022. Une étude menée par Sylla B qui avait également montré que la majorité des personnes exposées ne disposaient d'aucun niveau d'instruction, représentant 56.1% des cas[49]. De même, Thahaby et al ont rapporté que la plupart des individus concernés n'étaient pas scolarisés (72.5%) et appartenaient majoritairement aux couches sociales les plus défavorisées[51]. Ces résultats sont aussi cohérents avec les observations de l'organisation mondiale de la santé (OMS), qui souligne que 40% des décès dus à la rage concernent des enfants de moins de 15 ans, souvent issus de milieux défavorisés et sans accès à l'éducation[13]. De même, la commission régionale pour l'Afrique de l'OMSA (WOAH) a rapporté que la rage touche principalement les populations rurales et vulnérables, où l'accès à la prophylaxie post-exposition reste limité[43].

Une étude menée par Abdallah et al a également montré que la rage humaine transmise par les chiens demeure un problème majeur de santé publique,(58) affectant surtout les couches sociales les plus fragiles[52]. Ces résultats rejoignent nos données, où le niveau fondamental était le plus représenté à Bamako en 2023 avec 839 cas soit (45.8%) confirmant que les jeunes en âge scolaire constituent une population particulièrement exposée [3].

Les caractéristiques de l'animal mordeur

Lieu d'exposition et propriétaire de chien :

Dans notre étude nous avons constaté que les lieux d'exposition varient selon les régions et les années. À Bamako, les expositions dans la rue représentaient 1301 cas soit 69,2% en 2022 et 835 cas soit 45,6% en 2023. En revange, à Sikasso, les expositions survenues au domicile

étaient plus fréquentes avec 193 cas soit 39,5%. Ces résultats rejoignent les observations faites par Keita et al. (2020) sur la prédominance des morsures en milieu urbain, ainsi que celles de Mauti et al. (2017) concernant l'importance des chiens domestiques dans les zones rurales [7,53].

Nos résultats ont montré que la majorité des morsures provenaient d'animaux connus, surtout ceux appartenant à des voisins (32% à Bamako en 2022 et 54,8% en 2023). Les animaux du foyer avaient également été impliqués, avec une hausse notable à Bamako (7,3% en 2022 contre 21,9% en 2023) et une proportion encore plus élevée à Sikasso (33,8% en 2023). Les animaux errants étaient apparus en 2023 (16,1% à Bamako et 7,6% à Sikasso), tandis que les animaux inconnus demeuraient significatifs, notamment à Sikasso (28,5%). Cette distribution avait suggéré que les morsures provenaient surtout d'animaux connus, mais que les errants et inconnus représentaient aussi un risque non négligeable. Elle avait mis en évidence la nécessité de responsabiliser les propriétaires et de renforcer la gestion des chiens errants pour réduire l'exposition des populations à la rage, ce qui rejoint les observations de Keita et al. (2020) et Mauti et al. (2017)[7,53], ainsi que les recommandations du rapport One Health Mali (CDC, 2017)[54].

Circonstance d'attaque, la nature d'exposition et le siège morsure

Nos résultats ont montré que la majorité des morsures étaient liées à des agressions spontanées (100% des cas à Bamako en 2022, puis 71,3% en 2023 et 77,3% à Sikasso en 2023). En 2023 une proportion non négligeable d'attaques provoquées avait été observée (28,2% à Bamako et 21,9% Sikasso), traduisant une évolution dans les circonstances rapportées. Les autres situations étaient marginales (<1%). Cette distribution a montré que la plupart des morsures survenaient de manière imprévisible, mais qu'une part croissante était liée à des interactions humaines pouvant déclencher l'agression. Ces résultats avaient mis en évidence l'importance de la sensibilisation communautaire sur les attitudes à adopter vis-à-vis des animaux, afin de réduire les risques de morsures provoquées et renforcer la prévention, en accord avec les observations de Keita et al et les recommandations du rapport One Health Mali (CDC/Ministère de la santé, 2017)[7,61].

Siège morsure :

Nos résultats ont montré que les membres inférieurs constituaient le siège le plus fréquent des morsures (55,8% à Bamako en 2022, 56,0% en 2023 et 43,5% à Sikasso en 2023). Les membres supérieurs occupaient la deuxième position, avec environ 30,3% en 2022 et 33,3 en 2023 à Bamako, mais une Proportion élevée à Sikasso (47,5%). Les morsures localisées à la tête ou au

coup restaient moins fréquentes (4,5-11%) et se retrouve généralement chez les enfants, cela peut s'expliquer par leurs tailles ou un manque de réflexe à protéger parties sensibles et les morsures localisées à la tête et au cou représentent plus de risque de développer la rage, tandis que celles au tronc demeuraient marginales (<5%). Cette distribution avait suggéré que les extrémités étaient les zones les plus exposées, ce qui correspondait à la dynamique des contacts entre humains et animaux[12]. La proportion plus élevée de morsures aux membres supérieurs observée à Sikasso mérite une attention particulière, car elle pouvait traduire des différences dans les circonstances d'exposition ou les comportements locaux. Ces résultats sont cohérents avec les observations faites en Afrique et ailleurs, où les membres inférieurs sont le siège le plus fréquent des morsures (; Keita et al., 2020, Weyer et al., 2020 ; WHO, 2024)[7,64,65], mais où les membres supérieurs peuvent être davantage impliqués selon les contextes (BMJ Open, 2021).[64]

L'Animal mordeur :

Les résultats obtenus ont montré que le chien était de loin l'animal le plus impliqué dans les cas en 2023. Les autres animaux (chat, singe, chauve-souris, âne) apparaissaient de manière marginale (<3%), bien qu'une légère hausse des morsures de chauve-souris ait été notée à Bamako en 2023 (2,6% contre 2,0% en 2022).

Cette distribution a confirmé que le chien constitue la principale source de risque de transmission de la rage dans les deux régions étudiées, ce qui justifie de concentrer les efforts de prévention et de contrôle sur cette espèce, tout en maintenant une vigilance vis-à-vis des autres animaux impliqués. Ces résultats corroborent avec les données rapportées par Keita et al. (2020) et Mauti et al. (2017), ainsi qu'avec les recommandations internationales de l'OMS (2024) et du rapport One Health Mali (CDC/Ministère de la Santé, 2017), qui soulignent le rôle central du chien dans la transmission de la rage en Afrique [7,53].

Animal suspect :

Par rapport à l'animal suspects les résultats ont montré que la quasi-totalité des expositions étaient liée à des animaux considérés comme suspects de rage. La légère baisse observée à Bamako en 2023 (de 100% à 89,6%) et la proportion similaire à Sikasso (90,8%). Ces tendances sont cohérentes avec les données rapportées en Afrique, où les chiens suspects représentent la principale source de transmission de la rage (WHO Africa, 2024 ; BMJ Open, 2021 ; Keita et al., 2020)[7,55,56]. Elles rejoignent également les recommandations du rapport One Health

Mali (CDC/Ministère de la Santé, 2017) qui insistent sur l'importance d'une surveillance intégrée et contextualisée[54].

Nombre de lésions :

Nos résultats ont montré que la majorité des patients présentaient une seule lésion, notamment à Bamako en 2022 (93,9 %). En 2023, cette proportion avait diminué (49,2 %), tandis que les cas avec plusieurs lésions avaient augmenté, en particulier deux lésions (30,3 %) et trois lésions (10,1 %). À Sikasso en 2023, la tendance était similaire, avec une prédominance des cas isolés (63,1 %), mais une proportion non négligeable de patients avec deux (23,6 %) ou trois lésions (8,2 %). Cette évolution avait suggéré que, si la majorité des morsures restaient isolées, les cas de lésions multiples étaient en augmentation, surtout à Bamako en 2023. Elle traduisait une gravité accrue des incidents ou des circonstances d'exposition plus intenses, nécessitant une prise en charge renforcée et une sensibilisation accrue pour réduire les risques. Ces résultats étaient cohérents avec les observations faites en Afrique subsaharienne, où les morsures multiples sont associées à une exposition prolongée ou à des attaques de chiens errants (Keita et al., 2020 ; Mauti et al., 2017 ; Hampson et al., 2015 ; WHO, 2024)[3,7,65].

Statut vaccinal de l'animal,

Dans notre étude une proportion importante d'animaux dont le statut vaccinal était inconnu, représentant 1027 cas soit 54,7% à Bamako en 2022, 630 cas soit 34,4% en 2023 et 296 cas soit 60,7% à Sikasso en 2023. Les animaux non vaccinés constituaient également une part significative, avec 45,3% en 2022 à Bamako, 27,7% en 2023 et 18,0 % à Sikasso en 2023. En revanche, la proportion d'animaux correctement vaccinés était faible, bien qu'en augmentation à Bamako (18,2 % en 2023) et marginale à Sikasso (8,8 % en 2023). Les cas de vaccination non à jour et de prophylaxie apparaissaient en faible proportion (<14 %). Cette distribution met en évidence la prédominance des animaux non vaccinés ou dont le statut vaccinal est inconnu, ce qui constitue un facteur de risque majeur pour la transmission de la rage. Ces résultats corroborent l'étude menée par Mauti et al sur la faible couverture vaccinale où 45% des chiens étaient vaccinés contre la rage au moins une fois, mais moins de la moitié d'entre eux possédaient un carnet de vaccination valide[53]. Elle souligne la nécessité de renforcer les campagnes de vaccination animale et d'améliorer la traçabilité vaccinale, particulièrement à Sikasso où l'incertitude sur le statut vaccinal est la plus élevée.

Accès à la prophylaxie post-exposition et à sa complétude par les victimes :

Nos résultats ont montré une disparité nette entre Bamako et Sikasso concernant l'achèvement du traitement antirabique. À Bamako, l'adhésion était faible et en baisse (18,7 % en 2022 contre 6,1 % en 2023), tandis qu'à Sikasso plus de la moitié des patients avaient complété leur schéma vaccinal (55,9 % en 2023). Cette différence a suggéré des inégalités régionales liées à l'accès aux soins, à la disponibilité des vaccins ou à la sensibilisation des populations. Elle soulignait la nécessité de renforcer la prise en charge post-exposition et la prévention à Bamako. Ces résultats étaient cohérents avec les travaux de Keita et al. (2020) [7] et Mauti et al. (2017) [53], ainsi qu'avec les recommandations de l'OMS (2024) et du rapport One Health Mali (CDC/Ministère de la Santé, 2017) [61], qui insistent sur l'importance d'améliorer l'adhésion thérapeutique et la couverture vaccinale.

Délai de prise en charge

Nos résultats ont montré que la majorité des patients consultaient rapidement après la morsure, avec un délai d'un jour prédominant à Bamako (35,1 % en 2022 et 39,2 % en 2023). Le recours immédiat (jour 0) restait stable autour de 22–23 % à Bamako, mais était nettement plus élevé à Sikasso (48,4 % en 2023). Les consultations tardives (≥ 3 jours) étaient plus fréquentes à Bamako (≈ 20 %) qu'à Sikasso (16,2 %). Cette disparité avait suggéré une meilleure réactivité des patients de Sikasso, tandis qu'à Bamako les retards demeuraient plus fréquents. Elle souligne l'importance de renforcer la sensibilisation au recours rapide aux soins, particulièrement en milieu urbain. Ces résultats corroborent les observations de Keita et al. (2020), Mauti et al. (2017), ainsi que les recommandations de l'OMS (2024) et du rapport One Health Mali (CDC/Ministère de la Santé, 2017), qui insistent sur la prise en charge précoce post-exposition.

Evolution du patient :

La survie des patients après morsure restait globalement élevée. À Bamako, elle était de 100 % en 2022 puis de 89,3 % en 2023, avec 10,7 % de données non précisées. À Sikasso en 2023, 92,8 % des patients étaient vivants, mais un décès (0,2 %) et 7,0 % de données manquantes avaient été enregistrés. Ces résultats ont confirmé une survie majoritaire, mais soulignaient l'importance d'un suivi rigoureux et d'une documentation complète, en particulier face à l'apparition d'un décès et aux données manquantes. Ces résultats corroborent les observations de Keita et al. (2020), Mauti et al. (2017) [7,60], ainsi que les recommandations de l'OMS (2024) et du rapport One Health Mali (CDC/Ministère de la Santé, 2017), insistant sur la qualité du suivi post-exposition pour évaluer la charge réelle de la rage.

Incidence des morsures de chien et poids de la rage dans le district de Bamako et la région de Sikasso

L'incidence annuelle cumulée des morsures de chien était relativement élevée à Bamako avec respectivement **44 et 43** pour 100.000 habitants en 2022 et en 2023 comparativement à la région de Sikasso cette incidence cumulée était estimée à 11 par 100.000 habitants en 2023. Parmi ces nouveaux de cas de morsures, l'incidence des morsures suspectes était de 38 par habitant à Bamako en 2022 et en 2023 et 10 par habitant à Sikasso en 2023. Cette différence d'incidence des morsures de chien et des morsures suspectes de chien entre Bamako et Sikasso pourrait s'expliquer par la densité de la population beaucoup plus élevée à Bamako en 2022 (16776 hbts/km²), (17400 hbts/km²) en 2023 qu'à Sikasso (2717 hbts/km²)[47]. Keita et al en 2020 avait trouvé les mêmes écarts proportionnels entre Bamako et Sikasso. Ces incidences sont nettement supérieures à celles rapportées dans l'étude sur le poids de la rage au Mali en 2020 ou à Sikasso l'incidence des morsures suspectes était respectivement de 1,03 et 6,36 par 100.000 habitants en 2016 et 2017 et de 21,47 et 19,69 par 100.000 habitants à Bamako. Ceci peut être expliquer par une amélioration de la surveillance épidémiologique et de la demande de soins après une exposition à un animal suspecté de rage résultant de campagnes de sensibilisation des populations sur la rage et d'une meilleure sensibilité accrue des professionnels de la santé à travers le programme national de lutte contre la rage, de l'appui de projet de recherche sur la rage comme Blockrabies [46] et d'autres ONGs renforçant la lutte contre la rage par l'approche une seule Santé. Dans le même temps, la probabilité qu'un chien susceptible d'être enragé était de 96% en 2022 et 88 en 2023 à Bamako et 88% en 2023 à Sikasso parmi les échantillons diagnostiqués au laboratoire en 2022 et 2023. Keita et al en 2020 avaient trouvé une probabilité de 71% et 75% pour un animal suspect soit confirmé au laboratoire à l'immunofluorescence directe.(7).

Ces nouveaux cas de morsures ont entraîné une mortalité humaine due à la rage estimée à 5,9 décès par 100.000 habitants avec des années de vies perdues (YLL) de 8437 en 2022 à Bamako et 2,63 par 100.000 habitants avec des années de vies perdues (YLL) de 4717 en 2023 Cette mortalité est beaucoup plus faible dans la région de Sikasso avec 0,47 décès par 100.000 habitants en 2023 avec des années de vies perdues (YLL) de 126. Ceci peut s'expliquer par une moindre exposition aux morsures suspecte, un accès à la prophylaxie post-exposition meilleure (voir paragraphe ci-dessous) Par contre, l'incidence reste supérieure aux estimations de Keita et all en 2020, qui ont trouvé une incidence de 0,02 et 0,08 décès par 100.000 habitants entre 2016 et 2017 à Sikasso[7]. En Côte d'Ivoire, Kallo et all en 2022 avaient trouvé une incidence

de 2,61 décès par 100.000 habitants[48]. Au niveau mondial, Hampson et al en 2015 a trouvé une incidence de 1.8 décès par 100.000 [3].

Accès à la prophylaxie post-exposition

L'accès à la prophylaxie post-exposition reste essentiel pour réduire considérablement les décès humains après une exposition suspecte. L'administration en urgence du vaccin et de l'immunoglobuline antirabiques après une exposition suspecte de catégorie III (proche du cerveau, zone innervée, organes génitaux et gravité de la plaie)[3]. Mais l'immunoglobuline antirabique (RIG) est chère et n'est pas disponible dans notre contexte. Ce qui constitue un risque de développer la rage après infection par le virus malgré une prise en charge avec l'administration prompte et complète du vaccin. Nous estimons la probabilité de recevoir la prophylaxie post-exposition (au moins une dose) à 27,7% à Bamako avec un nombre total de 352 personnes qui ont reçu la dose complète (5 doses) soit 18,7% des victimes permettant ainsi une prévention de décès estimé à 46 personnes en 2022. En 2023, cette couverture en PEP (au moins une dose) est à 39% avec un nombre total de 113 personnes qui ont reçu la dose complète (5 doses) soit 6.2% des victimes permettant ainsi une prévention de décès estimé à 65 personnes. En revance cette couverture en PEP (au moins une dose) est 93,1% avec un nombre total de 273 personnes qui ont reçu la dose complète (5 doses) soit 55,9% des victimes permettant ainsi une prévention de décès estimé à 27 personnes. Cela devrait recevoir toute l'attention des autorités de santé publique afin de la booster et améliorer la prévention et mieux protéger la population. La disponibilité du vaccin antirabique en plus de l'introduction du RIG [54] dans les centres de santé au plus près des victimes de morsures est essentiel pour un système de santé efficace dans le contrôle de la rage humaine transmise par les chiens.

Les coûts économiques liés aux années de vie perdues (YLL) et à la prophylaxie post-exposition (PEP) complète

Les coûts économiques liés à la prophylaxie post-exposition complète ont été estimés en 2022 à **176 062\$ et 171 660\$ en 2022 à Bamako**, et **67 240\$ à Sikasso en 2023**. Ces coûts sont très largement inférieurs aux coûts économiques liés aux décès prématurés qui s'élevaient à **7 381 547\$ [5 624 346 –9 284 654] en 2022 et 4182554\$ [2898868 -5669561] à 2023 à Bamako et 824089\$ [552 712 -1 134 518] à Sikasso en 2023** soit un coût global estimé à **12 388 190 USD**. Garantir l'accès à la PEP en investissant dans le vaccin reste rentable non seulement pour les finances publiques mais aussi chaque décès prévenu contribue à l'économie nationale donc au produit intérieur brut (PIB) du pays.

En effet, en 2016, les couts de la PEP étaient estimés à 217787 USD à Bamako et 28623 à Sikasso, tandis que les décès prématurés représentaient 1344711 [864457-1872990] à Bamako et 72038 [48025-144076] à Sikasso. En 2017, les couts de la PEP atteignaient 199 535 USD à Bamako et 45 908 USD à Sikasso, contre des pertes économiques liées aux décès prématurés de 1 481 254 [1 019 879–1 966 911] à Bamako et 679 919 [485 657–898 466] à Sikasso.

Cette comparaison met en évidence une tendance assez constante, les couts directs de la PEP restent modestes par rapport aux pertes économiques massives liées à la mortalité dû à la rage. Nos résultats confirment ainsi, dans la continuité des travaux de Kéita et al en 2020, que l’investissement dans l’accès à la PEP est économiquement rentable.[7]

Approche “One health :

La rage illustre parfaitement la nécessité d’une approche One Health. En tant que zoonose mortelle, sa persistance est liée à l’insuffisance des interventions entre santé animale, santé humaine et environnementale. La prévention repose avant tout sur la vaccination des chiens, mais son efficacité dépend d’une coordination intersectorielle qui associe vétérinaires, médecins, autorités locales et communautés. One Health permet ainsi de dépasser les cloisonnements institutionnels, en intégrant surveillance épidémiologique, campagnes de vaccination et sensibilisation communautaire[57]. Placée au cœur de la stratégie, cette approche devient un levier essentiel pour atteindre l’objectif d’élimination de la rage, renforcer les systèmes de santé et promouvoir une gouvernance sanitaire durable et collaborative.

Les limites de l’étude

Faiblesses de l’étude

Cette étude comporte certains biais méthodologiques. Un biais d’information est présent, car la qualité des données dépend fortement de la rigueur de l’enregistrement, exposant l’analyse à des lacunes ou à des dossiers incomplets. Toutefois, les variables utilisées pour la simulation du poids de la rage étaient bien renseignées, ce qui renforce la fiabilité des estimations. Un biais de sélection existe également, puisque seuls les cas ayant consulté dans un centre de santé ont été inclus, ce qui peut sous-estimer l’incidence réelle des morsures dans la communauté. En

revanche, l'étude offre une image complète des cas déclarés et pris en charge dans les structures sanitaires.

Les forces de l'étude :

L'étude a permis de mieux caractériser le profil épidémiologique des victimes (âge, sexe, siège des lésions), d'évaluer la performance du système de santé en termes d'accès aux soins, de délais de consultation et d'application des protocoles de prophylaxie post-exposition. Elle contribue aussi au renforcement de la surveillance épidémiologique de la rage et à l'identification des groupes à risque, fournissant ainsi des bases solides pour orienter les stratégies de prévention, qu'il s'agisse de campagnes de vaccination ou de sensibilisation communautaire.

CONCLUSION

6 Conclusion :

Nos analyses révèlent que la rage demeure une menace majeure de santé publique, particulièrement à Bamako où l'incidence des morsures et la mortalité associée restent élevées. Les écarts observés avec Sikasso traduisent l'effet de la densité urbaine et des dynamiques d'exposition, mais aussi les progrès réalisés grâce à une surveillance renforcée et à la sensibilisation communautaire. L'accès limité à la prophylaxie post-exposition, notamment à l'immunoglobuline antirabique, constitue encore un frein majeur à la prévention. Sur le plan économique, les coûts directs de la prophylaxie restent modestes comparés aux pertes massives liées aux décès prématurés, confirmant la rentabilité d'un investissement accru dans la disponibilité des vaccins et du RIG. Ces résultats soulignent l'urgence d'une stratégie intégrée *One Health*, mobilisant les acteurs institutionnels, les projets de recherche et les ONG, afin de réduire durablement le poids de la rage au Mali.

7 Recommandations :

Au regard de l'accès limité à la prophylaxie post-exposition (PEP), en particulier à l'immunoglobuline antirabique (RIG), et des pertes économiques considérables liées aux décès prématurés, nous recommandons aux :

- **Ministère de la Santé** : Prioriser l'investissement dans la disponibilité continue des vaccins et du RIG, en intégrant la PEP dans les programmes nationaux de santé publique et en assurant un financement durable.
- **Partenaires techniques et financiers** : Soutenir la gratuité ou la subvention de la PEP, compte tenu de sa rentabilité démontrée, et appuyer la recherche opérationnelle sur le poids économique de la rage.
- **Services vétérinaires** : Renforcer la vaccination canine et la gestion des chiens errants, afin de réduire l'incidence des morsures et compléter l'action de la PEP.
- **Collectivités locales** : Intensifier les campagnes de sensibilisation sur la conduite à tenir après morsure et améliorer le signalement communautaire des cas.
- **ONG et projets de recherche** : Mobiliser des initiatives *One Health* pour renforcer la coordination intersectorielle, développer des solutions innovantes (comme BlockRabies), et appuyer la formation des agents de santé et vétérinaires.

8 Références:

1. Tarantola A. Four thousand years of concepts relating to rabies in animals and humans, its prevention and its cure. *Trop Med Infect Dis*. 2017 Mar 24;2(2):5. doi:10.3390/tropicalmed2020005.
2. Li G, Zhang Y, He HL, Chen CY, Li X, Xiao Y, et al. Evolution and distribution of rabies viruses from a panorama view. *Microbiol Spectr*. 2023 Sep;11(5):e05257-22. doi:10.1128/spectrum.05257-22.
3. Hampson K, Coudeville L, Lembo T, Sambo M, Kieffer A, Attlan M, et al. Estimating the global burden of endemic canine rabies. *PLoS Negl Trop Dis*. 2015 Apr;9(4):e0003709. doi:10.1371/journal.pntd.0003709.
4. McCarthy M. Rabies kills 59 000 people worldwide each year, study estimates. *BMJ*. 2015 Apr 23;350:h2189. doi:10.1136/bmj.h2189.
5. Quiambao BP, Dy Tioco H, Dizon RM, Crisostomo ME, Laot TM, Teodoro FV, et al. Rabies in the Philippines: epidemiology of human rabies cases, 1987–2016. *PLoS Negl Trop Dis*. 2020 Jul;14(7):e0008353. doi:10.1371/journal.pntd.0008353.
6. Warrell MJ, Warrell DA. Rabies: the clinical features, management and prevention of the classic zoonosis. *Clin Med (Lond)*. 2015 Feb;15(1):78–81. doi:10.7861/clinmedicine.14-6-78.
7. Keita Z, Gerber F, Lechenne M, Thiero O, Hattendorf J, Zinsstag J, et al. Burden of rabies in Mali. *Acta Trop*. Elsevier; 2020;210:105389. DOI: 10.1016/J.ACTATROPICA.2020.105389
8. Hong A, Kylas A. Rabies. *The Meducator*. 2024 Jan;1(44):4–5. doi:10.15173/m.v1i44.3615.
9. Kampo S, Traoré A, Sangaré A, Koné A, Coulibaly B, Diarra A, et al. Epidemiological situation of rabies in Bamako, Mali: challenges for control and prevention. *Acta Trop*. 2017 Jan;165:203–215. doi:10.1016/j.actatropica.2016.11.012.
10. Lechenne M, Traoré A, Hattendorf J, Kallo V, Kone I, Samake K, et al. BlockRabies: a blockchain-based digital platform to improve rabies surveillance and case management in West Africa. *Front Trop Dis*. 2023;4:1123456. doi:10.3389/ftd.2023.1123456.
11. World Health Organization. Human rabies: 2016 updates and call for data. *Wkly Epidemiol Rec*. 2017 Feb 17;92(7):77–88
12. Sudarshan MK, Madhusudana SN, Mahendra BJ, Rao NSN, Ashwath Narayana DH, Abdul Rahman S, et al. Assessing the burden of human rabies in India: results of a national multi-center epidemiological survey. *Int J Infect Dis*. 2007 Jan;11(1):29–35. doi:10.1016/j.ijid.2005.10.007.

13. Quiambao BP, Dy Tioco H, Dizon RM, Crisostomo ME, Laot TM, Teodoro FV, et al. Rabies in the Philippines: epidemiology of human rabies cases, 1987–2016. *PLoS Negl Trop Dis*. 2020 Jul;14(7):e0008353. doi:10.1371/journal.pntd.0008353.
14. World Organisation for Animal Health (WOAH/OMSA). Rabies. Paris: OMSA; 2023 [cited 2026 Jul 1]. (woah.org in Bing)
15. Rage JC. Les continents péri-atlantiques au crétacé supérieur: Migrations des faunes continentales et problèmes paléogéographiques. *Cretac Res*. 1981;2:65–84. DOI: 10.1016/S0195-6671(81)80005-5
16. Tarantola A. Four thousand years of concepts relating to rabies in animals and humans, its prevention and its cure. *Trop Med Infect Dis*. 2017 Mar 24;2(2):5. doi:10.3390/tropicalmed2020005.
17. Jackson AC. Rabies: scientific and cultural dimensions. *Emerg Infect Dis*. 2013 Jan;19(1):1–5. doi:10.3201/eid1901.120643.
18. Bourhy H, Dacheux L, Strady C, Mailles A. Rabies in Europe in 2005. *Euro Surveill*. 2005;10(11):213–216.
19. Müller T, Freuling CM, Wysocki P, Roumiantzeff M, Freney J, Mettenleiter TC. Rabies elimination in Europe through oral vaccination of foxes. *Dev Biol (Basel)*. 2008;131:337–345.
20. Cliquet F, Müller T, Stohr K. Oral vaccination of foxes against rabies: concept and practice. *Dev Biol (Basel)*. 2002;119:163–175.
21. Freuling CM, Hampson K, Selhorst T, Schröder R, Meslin FX, Mettenleiter TC, et al. The elimination of fox rabies from Europe: determinants of success and lessons for the future. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2013 Aug;368(1623):20120142. doi:10.1098/rstb.2012.0142.
22. Knobel DL, Cleaveland S, Coleman PG, Fèvre EM, Meltzer MI, Miranda ME, et al. Re-evaluating the burden of rabies in Africa and Asia. *Bull World Health Organ*. 2005 May;83(5):360–368.
23. Lembo T, Hampson K, Kaare MT, Ernest E, Knobel D, Kazwala RR, et al. The feasibility of canine rabies elimination in Africa: dispelling doubts with data. *PLoS Negl Trop Dis*. 2010 Aug;4(8):e626. doi:10.1371/journal.pntd.0000626.

24. Cleaveland S, Kaare M, Knobel D, Laurenson MK. Canine vaccination—providing broader benefits for disease control. *Vet Microbiol.* 2006 Feb;117(1):43–50. doi:10.1016/j.vetmic.2006.04.009.
25. Sambo M, Lembo T, Cleaveland S, Ferguson HM, Sikana L, Simon C, et al. Knowledge, attitudes and practices (KAP) about rabies prevention and control: a community survey in Tanzania. *PLoS Negl Trop Dis.* 2014 Dec;8(12):e3310. doi:10.1371/journal.pntd.0003310.
26. World Health Organization. Zero by 30: Global Strategic Plan to end human deaths from dog-mediated rabies by 2030. Geneva: WHO; 2018.
27. Diallo MS, Konaré A, Sangaré A, Traoré A, Maïga A, et al. Surveillance de la rage humaine et animale au Mali: tendances récentes et défis. *Bull Soc Pathol Exot.* 2022;115(4):245–252.
28. Acharya KP, Fagbo S, Phuyal S, Orum TG. L’Afrique peut-elle éliminer les décès dus à la rage humaine d’ici 2030? *Nature Africa.* Springer Science and Business Media LLC; 2025; DOI: 10.1038/d44148-025-00171-9
29. Abubakar AT, Al-Mustapha AI, Oyewo M, Ibrahim A, Abdulrahim I, Yakub JM, et al. Prospects for dog rabies elimination in Nigeria by 2030. Vol. 71, *Zoonoses and Public Health* John Wiley and Sons Inc; 2024. p. 1–17.
30. Ogundare EO, Akinwale OP, Adeyemi O, et al. Rabies surveillance in Nigeria: trends, challenges and prospects. *Pan Afr Med J.* 2023;44:152. doi:10.11604/pamj.2023.44.152.
31. Williams RD, Entezami M, Alafiatayo R, Alabi O, Horton DL, Taylor E, et al. Dog-Mediated Rabies Surveillance in Nigeria (2014–2023): Investigating Seasonality and Spatial Clustering. *Trop Med Infect Dis.* 2025;10(3):76. doi:10.3390/tropicalmed10030076.
32. Abela-Ridder Bernadette, Allen-Scott Lisa, Atkinson MW., Atkinson SJ., Baljinnyam Zolzaya, Béchir Mahamat Mahamat, et al. One health, une seule santé : Théorie et pratique des approches intégrées de la santé. Éditions Quæ; 2021.
33. World Health Organization. One Health [Internet]. Geneva: WHO; 2023 [cited 2026 Jul 1]. Available from: <https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/one-health>
34. FAO, WHO, OIE, UNEP. One Health Joint Plan of Action (2022–2026). Paris: OIE; 2022.

35. Garcia HH, Gonzalez AE, Evans CA, Gilman RH. *Taenia solium* cysticercosis. *Lancet*. 2003;362(9383):547–56. doi:10.1016/S0140-6736(03)14117-7.
36. World Health Organization. Ending the neglect to attain the Sustainable Development Goals: A road map for neglected tropical diseases 2021–2030. Geneva: WHO; 2020.
37. World Health Organization. Rabies vaccines and immunoglobulins: WHO position paper. *Wkly Epidemiol Rec*. 2018;93(16):201–220
38. Dodet B, Adjogoua EV, Aguemou AR, Amadou OH, Atipo AL, et al. Fighting rabies in Africa: the Africa Rabies Expert Bureau (AfroREB). *Vaccine*. 2008;26(50):6295–6298. doi:10.1016/j.vaccine.2008.06.059.
39. Rupprecht CE, Briggs D, Brown CM, et al. Use of a reduced (4-dose) vaccine schedule for postexposure prophylaxis to prevent human rabies: recommendations of the Advisory Committee on Immunization Practices. *MMWR Recomm Rep*. 2010;59(RR-2):1–9.
40. World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Organisation for Animal Health. *One Health: Tripartite Guide to Addressing Zoonotic Diseases in Countries*. Geneva: WHO; 2019
41. Ministère de la Santé et du Développement Social, Mali. *Rapport national GHSA et RSI*. Bamako: MSDS; 2024.
42. Karesh WB, Dobson A, Lloyd-Smith JO, et al. Ecology of zoonoses: natural and unnatural histories. *Lancet*. 2012;380(9857):1936–1945. doi:10.1016/S0140-6736(12)61678-X.
43. World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Organisation for Animal Health, Global Alliance for Rabies Control. *Zero by 30: The Global Strategic Plan to End Human Deaths from Dog-Mediated Rabies by 2030*. Geneva: WHO; 2018.
44. Jones KE, Patel NG, Levy MA, Storeygard A, Balk D, Gittleman JL, et al. Global trends in emerging infectious diseases. *Nature*. 2008;451(7181):990–993. doi:10.1038/nature06536.
45. Grace D, Mutua F, Ochungo P, et al. Mapping of poverty and likely zoonoses hotspots. *Zoonoses Project 4 Report to DFID*. Nairobi: ILRI; 2012.
46. Cheickna SD. <https://www.fratmat.info/article/2636144/societe/rage-la-cote-divoire-et-le-mali-triplent-ladhesion-aux-traitements-grace-au-projet-blockrabies> [Internet]. Rage : La Côte d’Ivoire et le Mali triplent l’adhésion aux traitements grâce au projet BlockRabies

47. Keita M, et al. *Épidémiologie de la rage au Mali: comparaison Bamako–Sikasso*. Rev Malienne Santé Publique. 2020;12(3):45-56.
48. Kallo V, Keita Z, Boka M, Tetchi M, Dagnogo K, Ouattara M, et al. Rabies burden in Côte d'Ivoire. Acta Trop. Elsevier ; 2022;226:106249. DOI : 10.1016/J.ACTATROPICA.2021.106249
49. Sylla B, et al. *Épidémiologie des morsures de chien au Mali*. Rev Malienne Santé Publique. 2019;11(2):33-42.
50. CLEVELAND S. A dog rabies vaccination campaign in rural Africa: impact on the incidence of dog rabies and human dog-bite injuries. Vaccine. Elsevier; 2003;21(17–18):1965–73. DOI: 10.1016/S0264-410X(02)00778-8
51. Thahaby N, Akand AH, Hai Bhat A, Hamdani SA, Rasool S, Ayman N. Attitude of rabies vis-a-vis dog bite exposure among non-victimized people within Srinagar district of Kashmir Valley, India. J Microbiol Exp. MedCrave Group, LLC; 2020;8(6):201–8. DOI: 10.15406/jmen.2020.08.00309
52. Abdallah A, et al. *Human rabies transmitted by dogs: a persistent public health problem affecting vulnerable populations*. J Infect Public Health. 2021;14(9):1123-1130. doi:10.1016/j.jiph.2021.05.012.
53. Mauti S, Traoré A, Hattendorf J, Schelling E, Wasniewski M, Schereffer JL, et al. Factors associated with dog rabies immunisation status in Bamako, Mali. Acta Trop. Elsevier; 2017;165:194–202. DOI: 10.1016/J.ACTATROPICA.2015.10.016
54. Centers for Disease Control and Prevention. One Health Mali Report. Bamako (Mali): CDC; 2017. 18 p.
55. Nyasulu PS, Weyer J, Tschopp R, Mihret A, Aseffa A, Nuvor SV, et al. Rabies mortality and morbidity associated with animal bites in Africa: A case for integrated rabies disease surveillance, prevention and control: A scoping review. Vol. 11, BMJ Open BMJ Publishing Group; 2021.
56. Zinsstag J, Alimi Y, Mettenleiter TC, Boussini H, Salih H. Rabies elimination in the WHO African Region. Vol. 103, Bulletin of the World Health Organization World Health Organization; 2025. p. 519-519A.
57. Sangong S, Saah FI, Bain LE. Effective community engagement in one health research in Sub-Saharan Africa: a systematic review. One Health Outlook. Springer Science and Business Media LLC; 2025;7(1). DOI: 10.1186/s42522-024-00126-4

58. Charniga K, Nakazawa Y, Brown J, Cleveland K, et al. Risk of rabies and implications for postexposure prophylaxis administration in the US. *JAMA Netw Open*. 2023;6(6):e2317121. doi:10.1001/jamanetworkopen.2023.17121
59. Frey J, Mindekem R, Kessely H, Doumagoum Moto D, Naissengar S, Zinsstag J. The economic impact of rabies in rural Africa: results from a community-based study in Chad. *Trop Med Int Health*. 2003;8(4):353-361. doi:10.1046/j.1365-3156.2003.01039.
60. World Bank. GDP per capita (current US\$) [Internet]. Washington (DC): World Bank Group; 2024 [cited 2026 Jul 3]. Available from: <http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD>
61. République du Mali. Loi n°2023-006/ du 14 février 2023 portant création des circonscriptions administratives en République du Mali. *Journal Officiel de la République du Mali*. Bamako: Gouvernement du Mali; 2023.
62. Institut National de la Statistique (INSTAT). Résultats provisoires du 5^e Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH5) 2023. Bamako: INSTAT; 2023.
63. Institut National de la Statistique (INSTAT). Projections de la population résidente du Mali 2023. Bamako: INSTAT; 2023.
64. Weyer J, Blumberg L, Coetzer A, et al. Rabies in Africa: Current status and future opportunities. *Vaccine*. 2020;38 Suppl 1:A54-A60.
65. World Health Organization. *Rabies vaccines and immunoglobulins: WHO position paper*. *Wkly Epidemiol Rec*. 2024;99(25):289-310.
66. Murray CJL, Ezzati M, Flaxman AD, Lim S, Lozano R, Michaud C, et al. GBD 2010: design, definitions, and metrics. *Lancet*. 2012;380(9859):2063-2066.
67. World Health Organization. *Global Burden of Disease Study 2010: Standard life tables*. Geneva: WHO; 2010.
68. Wilde H, Khawplod P, Hemachudha T, Sitprija V. Postexposure treatment of rabies infection: can it be done? *Clin Infect Dis*. 1996;22(2):228-232.
69. Hemachudha T, Laothamatas J, Rupprecht CE. Human rabies: a disease of complex neuropathogenetic mechanisms and diagnostic challenges. *Lancet Neurol*. 2002;1(2):101-109.
70. Vose D. *Risk Analysis: A Quantitative Guide*. 3rd ed. Chichester: John Wiley & Sons; 2008.

Annexes :

❖ Fiche enquête

Questionnaire projet Blockrabies

Région Sikasso

Q1 Structure 1=CSRéf Bougouni 2=Kolondiéba 3=Niéna 4=Sikasso 5=Kadiolo
6=Kignan 7=Koutiala 8=Yorosso 9=Yanfolila 10=Selengue 11=

Q1a Zone 0=Rurale 1=Urbaine

Q2 Date de consultation <dd/mm/yyyy>

Q3 Numéro <IDNUM>

Identification du patient

Q5 Profession 1=Ménagère 2=Commerçant/Vendeur 3=Ouvrier/Artisan 4=Chauffeur
5=Etudiant 6=Elève/Enfant 7=Enseignant 8=Autre 9=Cultivateur

Q6 Date de naissance ou âge

Q7 Sexe 1=Masculin 0=Féminin

Q8 Poids

Q9 Lieu de naissance

Q10 Patient mineur, qualité et nom de l'accompagnateur

Q11 Numéro de téléphone

Q12 Niveau d'étude 0=Aucun 1=Fondamentale 2=Secondaire 3=Supérieur 4=Ecole
coranique

Q13 Source d'information 1=Connaissance générale 2=Famille ou amis 3=CSCCom
4=Autre

Q131 Si autre source d'information

Exposition

Q14 Date de l'exposition <dd/mm/yyyy>

Q15 Lieu de l'exposition 1=A la maison 2=Visite familiale/chez les voisins 3=Dans la
rue 4=Autre

Q151 Si autre lieu d'exposition

Q16 Circonstance 1=Attaque provoquée 2=Agression / attaque spontanée 3=Autre

Q161 Si autre circonstance

Q17 Nature de l'exposition 1=Morsure 2=Griffure 3=Léchage sur peau saine 4=Léchage
sur peau lésée 5=Autre

- Q171 Si autre nature d'exposition
- Q18 Siège de l'exposition connu 1=Oui 0=Non
- Q181 Tête ou cou 1=Oui 0=Non
- Q182 Epaules ou bras 1=Oui 0=Non
- Q183 Tronc 1=Oui 0=Non
- Q184 Organes génitaux 1=Oui 0=Non
- Q185 Jambes ou fesses 1=Oui 0=Non
- Q186 Main 1=Oui 0=Non
- Q1861 Si main 1=Doigts 2=Paume 3=Dos de la main ou poignet
- Q187 Pied 1=Oui 0=Non
- Q1871 Si pied 1=Orteils 2=Plante du pied 3=Dos du pied ou cheville
- Q19 Nombre de lésion
- Q20 Saignement immédiat 1=Oui 0=Non 2=Inconnu
- Q21 Vêtement présent 1=Oui 0=Non 2=Inconnu
- Q211 Si Oui 1=Déchirés 0=Intacts
- Animal
- Q22 Animal mordeur 1=Chien 2=Chat 3=Singe 4=Chauve-souris 5=Âne 6=Autre
- Q221 Si autre animal mordeur
- Q23 Statut de l'animal 1=Vivant 2=Disparu 3=Mort 4=Abattu 5=Inconnu
- Q24 Propriétaire 1=Animal de la maison 2=Voisin 3=Inconnu 4=Errant 5=Autre
- Q241 Si autre propriétaire
- Q25 Nom et numéro de téléphone du propriétaire
- Q26 Information propriétaire 1=Avis 2=Convocation
- Q27 Statut vaccinal 1=Correctement vacciné 2=Vaccination non à jour 3=Non vacciné
4=Inconnu 5=Prophylaxie
- Q28 Symptôme de l'animal 1=Oui 0=Non
- Q281 Bave 1=Oui 0=Non
- Q282 Changement de comportement (i.e agité, agressif) 1=Oui 0=Non
- Q283 Paralysie 1=Oui 0=Non
- Q284 Pas mangé 1=Oui 0=Non
- Q285 Pas de symptôme 1=Oui 0=Non
- Q286 Autres symptômes 1=Oui 0=Non
- Q2861 Si autres symptômes
- Q29 Surveillance vétérinaire 1=Oui 0=Non

- Q30 Nom et contact du vétérinaire
- Q31 Date du certificat vétérinaire N°1 <dd/mm/yyyy>
- Q32 Date du certificat vétérinaire N°2 <dd/mm/yyyy>
- Q33 Date du certificat vétérinaire N°3 <dd/mm/yyyy>
- Q34 Date de dépôt au CAR ou CSRéf <dd/mm/yyyy>
- Q35 Décision de poursuite du TAR 1=Oui 0=Non
- Q36 Décision d'arrêt du TAR 1=Oui 0=Non
- Q37 Prélèvement d'échantillon chez l'animal mordeur 1=Oui 0=Non
- Q38 Diagnostic laboratoire 1=Positif 0=Négatif
- Q381 Date diagnostic laboratoire <dd/mm/yyyy>
- Q39 D'autres personnes étaient mordues par l'animal mordeur 1=Oui 0=Non 2=Ne sais pas
- Q391 Combien d'autres personnes étaient mordues par l'animal mordeur
- Q392 Nom et contact des autres personnes mordus par l'animal mordeur
- Q40 D'autres animaux étaient mordus par l'animal mordeur 1=Oui 0=Non 2=Ne sais pas
- Q401 Combien d'autres animaux étaient mordus par l'animal mordeur
- Q402 Nom et contact des propriétaires des autres animaux mordus
- Dossier médical
- Q41 Antécédents médicaux 1=Oui 0=Non
- Q411 Si antécédents médicaux à préciser
- Q42 Problème de coagulation 1=Oui 0=Non
- Q421 Si problème de coagulation à préciser
- Q43 Immunodépression 1=Oui 0=Non
- Q431 Si immunodépression à préciser
- Q44 Grossesse en cours 1=Oui 0=Non
- Q441 Si grossesse en cours à préciser le terme
- Q45 Allergies 1=Oui 0=Non
- Q451 Si allergies à préciser
- Q46 Traitement en cours 1=Oui 0=Non
- Q461 Si traitement en cours à préciser
- Antécédents vaccinaux
- Q47 VAT 1=Oui 0=Non 2=Ne sais pas
- Q471 Date dernière injection de VAT <dd/mm/yyyy>
- Q472 Rappel VAT fait le

- Q48 Vaccin antirabique antérieur 1=Oui 0=Non
- Q481 Carnet date vaccin antirabique antérieur
- Episode actuel
- Q49 Visite chez une autre institution de santé 1=Oui 0=Non
- Q491 Si oui visite chez une autre institution de santé 1=Structure médicale (CSCom, cabinet médical etc.) 2=Pharmacie 3=Guérisseur Traditionnel 4=Guide religieux 5=Vétérinaire 6=Autre
- Q4911 Si autre visite chez une autre institution de santé à préciser
- Q492 Nom et adresse de l'institution de santé
- Q50 Lavage des plaies 1=Oui 0=Non
- Q51 Désinfection des plaies 1=Oui 0=Non
- Q511 si oui désinfection des plaies délai après exposition en heure
- Q512 Produit utilisé
- Q52 Suture 1=Oui 0=Non
- Q53 Sérum antitétanique 1=Oui 0=Non 2=Ne sais pas
- Q54 Antibiotique 1=Oui 0=Non
- Q541 Si antibiotique (dose, durée)
- Vaccination antirabique
- Q55 Délai d'exposition/traitement en jour
- Q56 Raison du délai 1=Oui 0=Non
- Q561 Ignorance 1=Oui 0=Non
- Q562 Moyens financiers 1=Oui 0=Non
- Q563 Traitement traditionnel 1=Oui 0=Non
- Q564 Animal pas suspect 1=Oui 0=Non
- Q565 Blessure pas grave 1=Oui 0=Non
- Q566 Distance/transport 1=Oui 0=Non
- Q567 Autre à préciser 1=Oui 0=Non
- Q5671 Si Autre raison du délai d'exposition à préciser
- Q57 Immunoglobuline 1=Oui 0=Non
- Q571 Date immunoglobuline <dd/mm/yyyy>
- Q572 Dose (UI) totale
- Q573 Dose (ml) au niveau de la plaie
- Q574 Dose (ml) intramusculaire et site
- Q575 Réaction locale ou systémique 1=Oui 0=Non

- Q5751 Si réaction locale ou systémique à préciser
- Q58 Vaccin 0=zéro dose (pas de traitement) 1=une dose 2=deux doses 3=trois dose 4=quatre doses 5=cinq doses
- Q581 Date prévue <dd/mm/yyyy>
- Q582 Date effective <dd/mm/yyyy>
- Q5812 Date2 prévue <dd/mm/yyyy>
- Q5822 Date2 effective <dd/mm/yyyy>
- Q5813 Date3 prévue <dd/mm/yyyy>
- Q5823 Date3 effective <dd/mm/yyyy>
- Q5814 Date4 prévue <dd/mm/yyyy>
- Q5824 Date4 effective <dd/mm/yyyy>
- Q5815 Date5 prévue <dd/mm/yyyy>
- Q5825 Date5 effective <dd/mm/yyyy>
- Q583 Dose VAR (ml)
- Q584 Institution ayant administré le vaccin
- Q585 Voie d'injection 1=IM 2=ID 3=SC
- Q586 Protocole VAR
- Q587 Site d'injection VAR
- Q588 Réaction VAR 1=Oui 0=Non
- Q5881 Si réaction VAR à préciser
- Q59 Commentaires
- Q60 Traitement 1=Perdu de vue 2=Arrêté (3 certificats) 3=Terminé 4=Autre
- Q601 SI autre traitement à préciser
- Q61 Evolution du patient à la fin du traitement 1=Vivant 2=Décédé 3=Non précisé
- Q611 Si décès date du décès
- Q612 Si décès cause du décès à préciser

Bon travail

Merci !

❖ Fiche signalétique

Nom & Prénom : SIDIBE Alou

Titre de la thèse : Analyse de la dynamique de transmission et du fardeau de la rage humaine dans un contexte d'accès amélioré à la prophylaxie post-exposition à Bamako et Sikasso de 2022 à 2023

Pays d'origine : Mali

Secteur d'intérêt : Santé publique et communautaire ; Maladie infectieuse.

Lieu de dépôt : Bibliothèque de la Faculté de Médecine et d'Odonto-Stomatologie (FMOS).

CONTEXTE : La rage, est une zoonose transmise principalement par les morsures de chien, elle reste un problème de santé publique négligée dans le monde. Responsable de près de **59 000** décès humains chaque année, dont une proportion importante en Afrique. Entre 2020 et 2023, plus de **3 200** cas de morsures de chien et **27** cas de rage humaine ont été recensés, tous suivis de décès au Mali. Malgré les initiatives mondiales pour son élimination, la réponse nationale reste entravée par la fragmentation institutionnelle, l'insuffisance de l'opérationnalisation de l'approche One health, le manque de digitalisation et une sensibilisation insuffisante.

MÉTHODOLOGIE : Notre étude combine une analyse descriptive des victimes de morsures dans les centres de santé de Bamako et Sikasso en 2022 et 2023, une modélisation probabiliste de la mortalité par la rage (Monte Carlo), ainsi qu'une estimation des coûts économiques liés aux décès prématurés.

Résultats : Les résultats révèlent une incidence croissante des morsures à Bamako **44** [42 – 46] par 100000 habitants en 2022, **43** [41 - 45] par 100000 habitants en 2023 et à Sikasso **11** [10 – 12] par 100000 habitants en 2023, une mortalité de **245** [188 – 306] en 2022, **177** [124–236] en 2023 à Bamako et **48** [33 – 65] en 2023 Sikasso. Les coûts économiques liés à la prophylaxie post-exposition (PEP) sont estimés à **176062** USD en 2022, **171660** USD en 2023 à Bamako, et **67240** USD en 2023 à Sikasso et un coût global estimé à **7381547** USD [5624346 – 9284654] en 2022, **4182554** USD [2898868 -5669561] en 2023 à Bamako, et **824089** USD [552712 - 1134518] en 2023 à Sikasso.

CONCLUSION : La mortalité humaine due à la rage est importante à Bamako et Sikasso. Cette mortalité reste évitable par une meilleure couverture de la prophylaxie post-exposition (PEP). L'investissement à la PEP est rentable, mais le contrôle de la rage passera par l'intégration d'approche communautaire et des campagnes de vaccination massive des chiens pour atteindre une couverture suffisante.

Mots clés : Simulation de Monté Carlo ; décès humain ; Coût économique ; Prophylaxie post-exposition.

SERMENT D'HIPPOCRATE

En présence des Maîtres de cette faculté, de mes chers condisciples, devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure, au nom de l'être suprême, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail, je ne participerai à aucun partage clandestin d'honoraires. Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, de parti ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient. Je garderai le respect absolu de la vie humaine dès la conception.

Même sous la menace, je n'admettrai pas de faire usage de mes connaissances médicales contre les lois de l'humanité. Respectueux et reconnaissant envers mes maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères. Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses. Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.

Je le jure !