



Ce projet est financé par
l'Union européenne



URMAPha
UNITÉ DE RECHERCHE EN MICROBIOLOGIE, PARASITOLOGIE
ET PHARMACOLOGIE DES SUBSTANCES NATURELLES



INSTITUT
NATIONAL
DE SANTÉ
PUBLIQUE

PROJET « RÉPONSES AUX DIFFÉRENTES CRISES CAUSÉES PAR LE COVID-19 AU MALI

**Mission d'accompagnement du Ministère de la
Santé et du développement social de la
République du Mali à travers l'institut National
de Santé Publique (INSP) pour le renforcement
des capacités de surveillance moléculaire
avancée**

FORMATION DE 25 BIOLOGIQUES SUR LA SURVEILLANCE MOLECULAIRE ET LES OUTILS BIOINFORMATIQUES AU MALI

Rapport de fin de formation



12-21 Juillet 2023

**Institut National de Santé Publique
(INSP), Mali**

Équipe de Rédaction

1. Prof Amadou KONE
2. Dr Brice Boris LEGBA

Sommaire

Section	Titre	Page
1.	Introduction	3
2.	Profil des participants	4
3.	Méthodologie et démarche adoptée	5
4.	Déroulement de la formation et thématiques abordées	8
5.	Résultats obtenus	16
6.	Difficultés rencontrées et solutions apportées	16
7.	Conclusions et recommandations	17
8.	Annexes	18

Dans un monde en constante évolution, la surveillance moléculaire avancée joue un rôle essentiel dans la compréhension, la prévention et la gestion efficace des maladies infectieuses et des agents pathogènes émergents. Conscients des enjeux cruciaux de la santé publique, le Ministère de la Santé et du Développement Social du Mali, en partenariat avec Expertise France, a sollicité la tenue de cet atelier de formation. Cet événement représente la deuxième activité de la phase 2 (Exécution) de la mission d'accompagnement de l'Institut National de Santé Publique (INSP) par le projet « Réponses aux différentes crises causées par la COVID-19 au Mali ». Son objectif principal est d'accompagner l'équipe de l'INSP dans l'élaboration d'une stratégie efficace de surveillance moléculaire. À travers cette initiative, il s'agit de renforcer les compétences nationales en matière de surveillance moléculaire avancée afin d'améliorer la détection précoce, la réactivité face aux situations d'urgence, ainsi que la prise de décisions éclairées en matière de santé, notamment dans le contexte spécifique de la COVID-19.

La mise en œuvre de cette initiative a conduit l'équipe de consultation à réaliser un état des lieux des infrastructures et personnes ressources concernées par la surveillance moléculaire avancée des pathogènes prioritaires. L'analyse des résultats de l'état des lieux a permis d'identifier des besoins en renforcement de capacités qui ont conduit à développer des modules pour renforcer les capacités des biologistes impliqués dans la surveillance moléculaire avancée.

Durant 10 jours (12-21 juillet 2023) de formation, 25 participants venant de divers horizons du domaine de la santé humaine et animale ont été réunis pour acquérir des connaissances approfondies en techniques de séquençage de nouvelle génération, d'analyses génomiques et d'interprétation des données moléculaires. Des experts de renommée internationale ont partagé leur expertise et des sessions pratiques ont permis aux participants de mettre en pratique les concepts théoriques. Cet atelier de formation s'est déroulé dans la salle de conférences de l'INSP, sous la présidence du Professeur KONE Amadou.

Section 2

Profil des participants

▪ Les principaux intervenants



Dr Hornel KOUDOKPON
Microbiologie-Biologie Moléculaire
Université d'Abomey-Calavi



Dr Gildas HOUNMANOU
Génomique Microbienne
Université de Copenhague



Mme Islamiath KISSIRA
Virologie
Université d'Abomey-Calavi

▪ Les participants

Les participants provenaient de l'Institut National de Santé Publique (INSP), University Clinical Research Center (UCRC), Malaria Research and Training Center (MRTC), le Centre d'Infectiologie Charles Mérieux (CICM), le Laboratoire de Biologie Moléculaire Appliquée (LBMA), et le Laboratoire Centrale Vétérinaire (LCV). Ils étaient, entre autres, des Biologistes, des Microbiologistes, des techniciens supérieurs en Biologie Médicale, des vétérinaires, des pharmaciens, des bio-informaticiens, des médecins, des épidémiologistes et des enseignants-chercheurs.

Classification du nombre de participants selon le genre



11 Hommes



14 Femmes

Typologie et nombre, selon le profil des participants

Profil	Nombre
Biologistes	18
Epidémiologiste	1
Vétérinaires	2
Pharmaciens	1
Bioinformaticiens	1
Médecins	1
Enseignant-chercheur	1
TOTAL	25

Section 3 Méthodologie et démarche adoptée






Étape 1 : Identification des besoins en renforcement de capacités (Pré-Atelier)

Les besoins de formation en surveillance moléculaire avancée ont été identifiés à travers une étude approfondie de l'état des lieux du personnel et des infrastructures impliquées dans la surveillance moléculaire au Mali. Avant de concevoir le programme de formation, l'équipe de mission a réalisé une revue documentaire exhaustive pour évaluer les connaissances et les compétences existantes en matière de techniques moléculaires et d'outils bio-informatiques. Des entretiens ont été menés avec les personnes-ressources, notamment les biologistes et le personnel de laboratoire, pour recueillir des informations sur les besoins de renforcement de capacités et les domaines spécifiques nécessitant une attention particulière. L'état des lieux a permis de constater certains défis, tels que le nombre limité de biologistes formés aux techniques de surveillance moléculaire avancée et le manque de maîtrise des outils bio-informatiques. Les infrastructures de laboratoire ont également été évaluées pour identifier les ressources disponibles et les éventuelles lacunes en matière d'équipement et de technologie.

Grâce à cette évaluation approfondie, l'équipe de mission a pu concevoir un programme de formation personnalisé, adapté aux besoins spécifiques des biologistes et visant à renforcer leurs compétences dans les domaines identifiés comme étant prioritaires. Cette approche basée sur l'état des lieux a permis d'orienter la formation de manière pertinente, en s'assurant qu'elle répondait aux défis et aux contraintes spécifiques du contexte malien. Ainsi, la formation a été conçue de manière à combler les lacunes identifiées lors de l'état des lieux et à fournir aux biologistes les outils et les connaissances nécessaires pour contribuer de manière efficace à la surveillance moléculaire avancée des pathogènes prioritaires au Mali.

Étape 2 : Elaboration des objectifs de formation (Pré-Atelier)

Les objectifs spécifiques de la formation sont les suivants :

-  Acquérir des connaissances approfondies sur les aspects pré-analytiques, analytiques et post-analytiques du séquençage.
-  Comprendre les bases de la bio-informatique et de la phylogénétique pour l'analyse des génomes viraux et bactériens.
-  Maîtriser les techniques de PCR, les technologies de séquençage et les applications NGS.
-  Savoir utiliser les ressources en ligne pour l'analyse des génomes viraux et bactériens.
-  Appliquer les méthodes de contrôle qualité pour assurer des résultats fiables.

Étape 3 : Mise en place d'un présidium pour conduire l'atelier de formation

En vue d'assurer le bon déroulement de la formation et de maintenir l'engagement des participants, un présidium de séance a été instauré. Il était composé du Professeur KONE Amadou (Président) et de Mme KISSIRA Islamiath (Secrétaire). Cette proposition a été unanimement validée par l'ensemble des participants, mettant ainsi en place une structure de coordination efficace pour les différentes activités. Le rôle du présidium était essentiel dans la gestion des journées de formation.

Le Président et la secrétaire avaient la responsabilité d'introduire chaque journée en présentant le programme prévu et en mettant en évidence les objectifs spécifiques à atteindre. Ils ont également assuré une gestion rigoureuse du temps pour permettre le respect du planning et des différentes activités prévues. En facilitant les discussions, le présidium a encouragé les échanges entre les participants et les formateurs, favorisant ainsi un environnement collaboratif et propice à l'apprentissage.

Enfin, un aspect clé du rôle du présidium était la rédaction du rapport de la formation. En prenant des notes tout au long des sessions et en compilant les informations pertinentes, le Président et la secrétaire ont pu produire un rapport détaillé et précis, résumant les points forts, les principaux enseignements et les recommandations émises tout au long de la formation.



Prof AMADOU KONE
Président du Présidium



Mme KISSIRA Islamiath
Secrétaire

Étape 4 : Stratégies de formation

Les stratégies de formation comprennent des présentations magistrales, des exercices pratiques, des travaux de groupe et des visites de laboratoires. La participation active des biologistes a été encouragée à travers des débats, des analyses de cas et des présentations. Pendant la formation, des exemples d'études de cas réels ont été utilisés et intégrés dans la formation pour montrer comment les techniques moléculaires et les outils bio-informatiques sont utilisés dans la surveillance épidémiologique. Des logiciels d'analyse génomique, des bases de données publiques et des ressources en ligne ont été aussi mis à disposition des participants par les formateurs pour les exercices pratiques et les démonstrations.



Étape 5 : Evaluation de la formation

La formation a été évaluée de manière approfondie pour mesurer l'efficacité de l'apprentissage et recueillir les retours des participants sur leur expérience globale. Deux types d'évaluation ont été réalisés : un pré-test et un post-test pour évaluer les connaissances avant et après la formation, ainsi qu'une évaluation de la formation pour obtenir les commentaires des participants.

Section 4 Déroulement de la formation et thématiques abordées

Jour 1 : Mercredi 12 Juillet 2023

L'atelier a débuté par la mise en place et la présentation des participants et des consultants. Le président de séance, le Professeur KONE Amadou, a rappelé l'agenda et la méthodologie de travail qui avaient été validés par tous les participants. La formation a commencé par un pré-test visant à évaluer le niveau de connaissances général des participants sur les outils de surveillance moléculaire avancée. Ensuite, Dr Gildas HOUNMANOU a entamé la première journée de formation par des présentations. La première présentation portait sur "l'introduction à la surveillance des maladies infectieuses virales et son importance".

Par la suite, il a attribué des travaux de groupe aux participants, avec l'encadrement des consultants présents. La salle a été répartie en trois groupes :

- Le premier groupe avait pour tâche de "mener des recherches et présenter les méthodes de surveillance utilisées pour le VIH, en mettant l'accent sur la détection précoce, la surveillance épidémiologique et la réponse rapide."
- Le deuxième groupe avait pour tâche de "mener des recherches et présenter les méthodes de surveillance utilisées pour les gripes, en mettant l'accent sur la détection précoce, la surveillance épidémiologique et la réponse rapide."
- Le troisième groupe avait pour tâche de "mener des recherches et présenter les méthodes de surveillance utilisées pour le virus Ebola, en mettant l'accent sur la détection précoce, la surveillance épidémiologique et la réponse rapide."

Ces travaux de groupe ont duré 15 minutes, après quoi chaque groupe a présenté les résultats de ses recherches. Le Dr Gildas a apporté des corrections et a poursuivi la formation en mettant en avant l'importance de la surveillance moléculaire avancée. Il a également exposé les stratégies essentielles pour mettre en place une telle surveillance de manière globale, puis plus particulièrement au Mali. Les problèmes qui peuvent entraver une surveillance moléculaire avancée ont ensuite été abordés, en mettant l'accent sur la contextualisation de la surveillance et le financement de cette dernière.

La deuxième partie de la journée a été consacrée à "l'aperçu des génomes viraux, de la variation génétique et de leur rôle dans la surveillance moléculaire avancée." Cette session a débuté par une présentation sur la définition et la classification des virus, avec une participation interactive de tous les participants. Ensuite, le Dr Gildas a attribué des travaux de groupe à chaque équipe pour approfondir les sujets abordés.

La journée de formation a débuté par la répartition de dix virus parmi les trois groupes de participants (VIH, influenza virus, human papillomavirus, le virus de l'hépatite B, le virus de l'herpès, le virus de la dengue, le virus Zika, le virus Ebola, le virus de la rougeole et le SARS-CoV-2). Chaque groupe avait pour mission de réaliser une synthèse de la littérature et des bases de données disponibles afin de présenter les caractéristiques du génome viral, y compris la taille et la nature du génome. Après des recherches approfondies, chaque groupe a partagé les résultats de ses travaux, et le Dr Gildas HOUNMANOU a procédé à une synthèse interactive des données, avec la contribution des participants sur leur contexte social et sanitaire respectif.

Ensuite, le Dr Gildas a abordé "les technologies de séquençage pour la génomique virale, y compris les applications NGS," suivi d'une session pratique sur l'analyse des données NGS pour la génomique virale. Il a présenté les bases de la biologie moléculaire, indispensables pour orienter les choix de séquençage, et a guidé les participants dans le choix des analyses bioinformatiques à effectuer sur les séquences après le séquençage.

La journée s'est conclue par la présentation d'une nouvelle tâche de groupe que les participants devaient rechercher et préparer pour le lendemain. Cette tâche portait sur "les techniques de séquençage (NGS) pour la génomique virale," où ils devaient approfondir leurs connaissances sur les techniques de séquençage utilisées en génomique virale et leur utilité dans la surveillance moléculaire avancée.



Jour 2 : Jeudi 13 Juillet 2023

La deuxième journée de formation a débuté avec la présentation du Dr Hornel KOUDOKPON sur "les techniques PCR et leur contrôle de qualité." Après ces présentations, le Dr Gildas HOUNMANOU a fait un récapitulatif des présentations de la veille, permettant aux participants de poser des questions pour éclaircir leur compréhension. Le Dr Gildas a répondu à leurs questions, apportant ainsi des éclaircissements nécessaires.

Ensuite, chaque participant a présenté les résultats de ses recherches sur la tâche attribuée la veille. Le Dr Gildas HOUNMANOU a exprimé son appréciation pour l'implication des participants et a répondu à leurs présentations.

La présentation du jour du Dr Gildas HOUNMANOU portait sur les NGS (Next Generation Sequencing) et les pipelines bioinformatiques pour l'analyse de séquences virales. Il a abordé les plateformes Illumina, Nanopore Technologies et Pac Bio, soulignant leurs avantages et inconvénients, ainsi que leur utilisation en fonction des objectifs de la surveillance moléculaire avancée. Des recommandations ont été proposées pour le choix du kit idéal de séquençage de virus avec la technologie nanopore, dans le but de gagner du temps et de réduire les coûts. Le Dr Gildas a également présenté des pipelines d'analyse en ligne et conseillé aux participants non spécialisés en bio-informatique ou en informatique d'utiliser des ressources en ligne déjà préconçues (workflow) pour l'analyse des séquences. Des exemples de pipelines tels que EPI2ME, FastQC, MultiQC, Unicycler, Minion QC, BVBRC, Galaxy Europe, NCBI, Fly, etc. ont été mentionnés.

Il a souligné l'importance du contrôle qualité après avoir obtenu les séquences brutes du séquenceur pour évaluer leur qualité et les corriger si nécessaire. Pour les séquences Illumina, il a recommandé d'utiliser FastQC, sauf si un pipeline avec un workflow FastQC est disponible. Pour les séquences de Nanopore Technologies, il a suggéré l'utilisation de MinIONQC.

La séance s'est terminée par des travaux de groupe assignés à chaque équipe.

Jour 3 : Vendredi 14 Juillet 2023

La journée a débuté avec la poursuite des travaux de groupe par les participants. Ensuite, Dr. Gildas HOUNMANOU a brièvement présenté la phylogénie et son importance dans la surveillance moléculaire avancée.

Par la suite, Dr Hornel KOUDOKPON a présenté les NGS et les contrôles de qualité en matière de surveillance épidémiologique, notamment les contrôles qualités des PCR.

La deuxième partie de la journée a été consacrée à la restitution des résultats des travaux de groupe, avec une discussion interactive impliquant tous les participants, chacun apportant sa contribution active. Les formateurs ont également contribué pour une meilleure compréhension générale. À la fin de la journée, les participants ont exprimé le souhait que les séances des jours suivants débutent par un résumé et des éclaircissements sur les trois jours de formation dispensée par Dr Gildas HOUNMANOU.



Jour 4 : Lundi 17 Juillet 2023

La quatrième journée a débuté par un tour de table pour recueillir l'avis et les attentes de chaque participant concernant la formation et en relation avec les jours précédents.

Ensuite, Dr Hornel KOUDOKPON est revenu de manière très détaillée sur chaque thématique abordée au cours des jours de formation précédents. Cela a été suivi de la présentation de Mme Islamiath KISSIRA, qui a abordé les phases pré-analytiques du séquençage. Elle a couvert tous les aspects, du choix des cibles à la préparation des bibliothèques, en insistant sur les erreurs à éviter et l'importance de mettre en place un protocole de surveillance et des sites sentinelles pour que la population étudiée soit représentative. Toutes les activités se sont déroulées de manière interactive avec la participation active de chaque participant.

Jour 5 : Mardi 18 Juillet 2023

La journée a débuté avec la présentation de Mme Islamiath KISSIRA sur la phase analytique du séquençage. Ensuite, les participants ont effectué une visite guidée au laboratoire de virologie de l'Institut National de Santé Publique, où ils ont pu observer les différentes plateformes de séquençage. Les participants ont eu l'occasion d'observer la salle d'extraction équipée de divers extracteurs automatiques et dispositifs pour l'extraction manuelle. Ils ont également visité la salle PCR avec différents thermocycleurs, ainsi que la salle post-PCR, où le Qubit et le nanodrope ont été présentés pour une meilleure compréhension de leur fonctionnement. La visite s'est terminée dans la salle de séquençage, où les participants ont pu découvrir différentes technologies de séquençage, allant de la technique de Sanger au Nanopore en passant par Illumina. Après cette visite, Dr Hornel KOUDOKPON a présenté le "contrôle de qualité et le nettoyage brut des données de séquençage", en abordant les éléments importants à prendre en compte lors du contrôle de qualité du séquençage.



Jour 6 : Mercredi 19 Juillet 2023

Dr Hornel KOUDOKPON a commencé la journée par un récapitulatif des notions abordées la veille. Ensuite, il a fait une présentation sur l'utilisation de la plateforme Galaxy Europe pour l'analyse bioinformatique des bactéries. Les participants ont ensuite réalisé un exercice pratique sur le contrôle de qualité en utilisant des données Fastq d'Illumina et de Nanopore.

Après cela, les participants ont interprété les résultats des contrôles qualité dans le cadre d'un autre exercice pratique. Enfin, la journée s'est conclue par l'apprentissage de l'importation de workflow sur Galaxy Europe.



Jour 7 : Jeudi 20 Juillet 2023

La journée a débuté avec la présentation du Dr Hornel KOUDOKPON sur l'utilisation de Galaxy Europe pour l'assemblage et l'annotation des séquences de génomes bactériens. Ensuite, il a présenté divers workflows utilisés pour l'analyse bioinformatique des génomes bactériens.

Mme Islamiath KISSIRA a poursuivi la journée en présentant l'analyse des génomes viraux sur EPI2ME. Elle a utilisé le génome du SARS-COV2 comme exemple d'application et a mentionné quelques ressources en ligne utilisées dans l'analyse des génomes viraux. Ensuite, les participants ont appris à exporter les données FASTA vers la plateforme Nextclade pour l'analyse. Ils ont également effectué un exercice pratique d'analyse des données sur Nextclade. La deuxième partie de la journée a été consacrée à l'apprentissage de la réalisation des arbres phylogénétiques.



Jour 8: Vendredi 21 Juillet 2023

La dernière journée de formation a été réservée à la réalisation du post-test pour évaluer les connaissances acquises par les participants, ainsi qu'à l'évaluation de la formation pour recueillir les commentaires et les retours d'expérience des participants sur leur expérience d'apprentissage.

Lors de la cérémonie de clôture, le Directeur Adjoint de l'INSP, a chaleureusement remercié l'Union Européenne et tous les participants pour leur implication dans cette initiative. Il s'est réjoui de l'accueil réservé à cette formation et a souligné les efforts déployés pour assurer son bon déroulement. Le Chef de Village (le Président du Présidium), Prof KONE, a également exprimé sa reconnaissance envers ses collègues, les collaborateurs, ainsi que les formateurs, dont l'expertise a été essentielle tout au long du processus. Il a rappelé que la formation avait débuté par un état des lieux permettant de mieux cerner les besoins et d'élaborer les Standard Operating Procedures (SOPs), tandis que les activités de renforcement de capacités ont été menées avec succès. Il a souligné que cette formation a donné naissance à un réseau de professionnels désormais capables de suivre l'évolution moléculaire du SARS-COV-2, au service de la santé publique. Le représentant de l'Union Européenne a pris la parole pour rappeler le contexte du projet, qui a débuté en Mars 2021 et se terminera en septembre 2023. Il a mis en avant l'importance de l'amélioration des capacités de dépistage dans la détection de variantes et la surveillance moléculaire. Il a exprimé le vœu que cette formation soit utile et renforce l'efficacité des participants dans leurs travaux. Il a également réitéré l'engagement de l'Union Européenne à soutenir les efforts du Mali en matière de surveillance moléculaire avancée. Le représentant du Ministère de la santé et du Développement Social du Mali a ensuite donné sa satisfaction pour la tenue de la formation tout en précisant le rôle de cette formation dans l'atteinte des objectifs du ministère. Il a également rassuré que l'activité cadre parfaitement avec le cahier de charge du Ministère. Il a ensuite remercié tous les partenaires qui ont œuvré pour la tenue effective de cette formation avant de déclarer clos la formation de 25 biologistes sur les notions pré-analytiques, analytiques et post-analytique du séquençage dans le cadre de la mise en place d'une surveillance moléculaire avancée au Mali. La journée s'est conclue par la remise solennelle des attestations de participation aux participants, symbolisant leur engagement et leur implication tout au long de cette formation enrichissante.



Section 5 Résultats obtenus

Les 25 participants ont nettement amélioré leurs compétences concernant les notions essentielles des phases pré-analytiques, analytiques et post-analytiques du séquençage. L'événement a été marqué par un partage d'expériences enrichissantes sur les différentes phases cruciales de la surveillance moléculaire avancée. De plus, les participants se sont fortement impliqués dans les activités de formation, ce qui a grandement contribué à la réussite de l'événement.

Section 6 Difficultés rencontrées et solutions apportées

Tout d'abord, l'instabilité de la connexion internet a été un défi constant tout au long de la formation. Étant donné que certaines parties de la formation étaient dispensées via des plateformes en ligne, cette instabilité a été un handicap. Nous avons fait preuve de patience et de compréhension lorsque des problèmes de connexion se sont produits, en permettant aux participants de revenir sur le contenu manqué. Le deuxième défi majeur que nous avons rencontré était le manque de connaissances informatiques de certains participants. Pour certains biologistes, surtout ceux qui n'étaient pas familiers avec les outils bio-informatiques, il était difficile de naviguer et d'utiliser efficacement les différentes plateformes en ligne pour l'analyse des séquences. En adoptant une approche personnalisée et en étant réactifs aux besoins spécifiques de chaque participant, nous avons réussi à surmonter ces difficultés et à maintenir l'engagement et la motivation de tous les participants. Ces solutions ont permis de garantir que chaque biologiste, quelle que soit son niveau de compétence, puisse pleinement bénéficier de la formation et acquérir les connaissances nécessaires pour contribuer efficacement à la surveillance moléculaire avancée au Mali.



Section 7 Conclusion et recommandations

L'atelier de formation sur les aspects pré-analytiques, analytiques et post-analytiques du séquençage au Mali a été une expérience extrêmement enrichissante, favorisant le partage des connaissances entre les acteurs de la surveillance. Les participants ont été initiés aux tests de séquençage et ont acquis les principes essentiels de l'analyse bioinformatique pour une surveillance moléculaire avancée. À la fin de la formation, il était évident que les participants avaient pleinement saisi l'importance des concepts enseignés et la portée des applications de la surveillance moléculaire avancée. Ils ont également acquis des compétences pratiques pour utiliser des ressources en ligne et aborder les sujets techniques essentiels à une mise en œuvre réussie de la surveillance moléculaire. Le format de la formation s'est avéré particulièrement efficace pour stimuler l'apprentissage, suscitant un véritable enthousiasme et une motivation accrue parmi les participants.

Cependant au terme de cette formation nous formulons quelques recommandations :

- Un renforcement continu des capacités est crucial pour la surveillance moléculaire avancée. Les autorités sanitaires maliennes devraient envisager des programmes de formation réguliers pour le personnel de laboratoire, les épidémiologistes et toutes les personnes impliquées pour maintenir leurs compétences à jour.
- Un accompagnement financier des décideurs est nécessaire pour garantir une mise en application effective des acquis de cette formation.
- Un investissement dans la recherche est essentiel pour que le Mali reste à la pointe de la surveillance moléculaire avancée et de la compréhension des maladies émergentes. Cela permettra de développer des capacités nationales pour l'identification rapide des pathogènes, la recherche de variantes et l'évaluation de leur impact sur la santé publique.

En mettant en œuvre ces recommandations, le Mali renforcera sa capacité à détecter les variants, à surveiller et à répondre efficacement aux épidémies de maladies à potentiel épidémique. Cela contribuera à protéger la santé de ses citoyens et à prévenir la propagation de ces maladies à l'échelle nationale et régionale.

Annexe 1 Evaluation de la session de formation par les participants

L'évaluation de la formation sur la surveillance moléculaire et les outils de bioinformatique a révélé une grande satisfaction parmi les participants, avec 92% affirmant que la formation a répondu à leurs attentes. Les motifs de cette satisfaction incluent la présence de notions de contrôle de qualité, les procédures relatives au séquençage, les outils de bioinformatique, et l'acquisition de bonnes connaissances sur les étapes de la surveillance moléculaire d'un nouveau pathogène. Cependant, certaines insatisfactions ont été mentionnées, notamment la durée limitée de la formation, le désir de manipuler personnellement un séquenceur pour certains participants, et le sentiment que la formation constituait une initiation nécessitant plus de temps pour approfondir les connaissances.

Les aspects de la formation ayant suscité le plus d'intérêt pour les participants incluent les concepts relatifs au séquençage avec les plateformes associées, la différence entre les différents types de séquenceurs, l'analyse de séquences et son interprétation, l'alignement des séquences, ainsi que la préparation de la librairie et les connaissances relatives à Galaxy Europe.

Les difficultés rencontrées par les participants incluent l'assimilation lente des connaissances en raison du temps limité, des connaissances informatiques limitées pour certains, et des difficultés liées à l'analyse des données avec différentes plateformes pour la première fois.

Les participants ont exprimé leur souhait de travailler davantage sur le contrôle de qualité des différents tests, les aspects post-analytiques du séquençage, et l'utilisation pratique du séquenceur.

Les points forts de la formation comprennent la disponibilité et la compétence des formateurs, la clarté des concepts enseignés, et la pertinence des supports fournis.

Les suggestions pour améliorer les futures formations incluent la tenue de sessions dans un lieu éloigné de la ville pour optimiser la concentration, la visite d'autres pays pour observer leurs pratiques en matière de surveillance moléculaire avancée, et l'implication de tous les techniciens de laboratoire dans des programmes de formation continue. D'autres recommandations incluent l'organisation de séances pratiques en laboratoire, l'extension de la durée de la formation, et la prise en compte du contrôle qualité dans l'équipe des formateurs pour approfondir le contrôle de qualité avec les différents outils.

Annexe 2 Résultats pré-test et post-test

	Pré test	Post Test
1	7/18 (38,98%)	19/21 (90,47%)
2	0/18 (0%)	11/21 (52,38%)
3	1/18 (5,55%)	13/21 (61,90%)
4	2/18 (11,11%)	15/21 (71,42%)
5	1/18 (5,55%)	19/21 (90,47%)
6	1/18 (5,55%)	16/21 (76,19%)
7	2/18 (11,11%)	20/21 (95,23%)
8	0/18 (0%)	7/21 (33,33%)
9	8/18 (44,44%)	21/21 (100 %)
10	7/18 (38,98%)	21/21 (100%)
11	4/18 (22,22%)	16/21 (76,19%)
12	2/18 (11,11%)	13/21 (61,90%)
13	0/18 (0%)	1/21 (4,76%)
14	0/18 (0%)	12/21 (57,14%)
15	1/18 (5,55%)	6/21 (28,57%)
16	1/18 (5,55%)	15/21 (71,42%)
17	1/18 (5,55%)	6/21 (28,57%)
18	1/18 (5,55%)	14/21 (66,66%)
19	0/18 (0%)	7/21 (33,33%)
20	3/18 (16,66%)	11/21 (52,38%)
21	0/18 (0%)	5/21 (23,80%)
22	0/18 (0%)	7/21 (33,33%)
23	1/18 (5,55%)	11/21 (52,38%)
24	8/18 (44,44%)	4/21 (19,04%)

Annexe 3 Liste des participants



Ce projet est financé par
l'Union Européenne



Ministère de la Santé
et de l'accompagnement social

RC3-MALI

Formation de 25 biologistes maliens sur les notions pré analytiques, analytiques et post-analytiques du séquençage dans le cadre de la mise en place d'une surveillance moléculaire avancée dans le cadre de la mission d'accompagnement du MSDS à travers l'INPS pour le renforcement des capacités de surveillance moléculaire avancée.

Bamako, du 12 au 21 Juillet 2023

Liste de présence

Date : Le 19... Juillet 2023

Lieu : SALLE DE L'INSTITUT NATIONAL DE SANTE PUBLIQUE (INSP)

N°	Noms-Prénoms	Fonction	Organisation	Adresse email	Téléphone	Signature
01	KOUNOU S-V Anielle Imelda	Microbiologiste UAC/BENIN	URMAPHA/UAC BENIN	aniellekounou@gmail.com	+229 01 22 61 92	
02	SINTONDSI Kevin Kael	Microbiologie UAC/BENIN	URMAPHA/UAC BENIN	Kevin.sintonds@gmail.com	+229 61 92 93 56	
03	KISSIRA sétouji Islamou	INGENIEUR LFHV/BENIN	LFHV/BENIN	setouji3@yahoo.fr	229 62 14 03 18	
04	KOUDOKPON Charles Hormel	Microbiologiste UAC/SC	URMAPHA Benin	charleshormel@yahoo.fr	+229 97 91 83 82	



Ce projet est financé par
l'Union Européenne



Ministère de la Santé
et du Développement Social

RC3-MALI

15	DENBA KODJA	Microbiologiste	INSP	koeladen@gmail.com	7124132	
16	Noumou Yakhouba KEITA	Ingenieur biotechnologiste	INSP	noumouyok@icdnait.fr	75594736	
17	Fatoumata DEMBELE	Ingenieur- vétérinaire	LCV	feniangaly@gmail.com	76/22/85/37	
18	Mariam TRAORE	pharmacienne/ bioinformaticien	LBMA	zimatraorekh@gmail.com	71283507	
19	DOUMBIA Kadia	Médecin	MRTC	doumbiakady2016@gmail.com	76.05.57.58	
20	Coulibaly Tonin Aminatou	HEHE Biologiste	UCRC	tonina.coulibaly@icnrmali.org	60223 61862229	
21	Sidibé Adrien	Biologiste	INSP	adrienosidebe11@gmail.com	79.169021	
22	Diarra Fatoumata	Biologiste	LCV	fatimdiarra@gmail.com	70204218	
23	Toumbara Kadidia	Biologiste	INSP	kadidatoumbara@gmail.com	66267003	
24	SOFE V TRAORE	Biologiste	INSP	sosfevictoria@gmail.com	75380821	



Ce projet est financé par
l'Union Européenne



Ministère de la Santé
et du Développement Social

RC3-MALI

05	LEGBA K. B. BOU	Microbiologiste	URNAPh Benin	legba.kous3@gmail.com	66070041	
06	Mamadou Diarra	Biologiste	INSP	mamadoukala@yahoo.fr	76039346	
07	Amady Diawara	Biologiste	CICM	amedeliawara89.ad@gmail.com	66750261	
08	Aminata Dème	Biologiste	INSP	mifodeme1990@gmail.com	75.20968	
09	Séfouéra DIONE	Biologiste	INSP	Sefouera@gmail.com	66.630583	
10	KONE Kléma Pascal	Microbiologiste	INSP	klemas@gmail.com	7451323	
11	Brekhima ZERBO	Technicien sup Biologie Médicale	INSP	brekhimazerbo@yahoo.fr	66901125 74450723	
12	SACKO Békouye	Vétérinaire	LEU	bekouye@sacko7@gmail.com	76657730	
13	Binta Djimde	Biologiste	INSP	djimdebinta66@gmail.com	71022837	
14	Seydou ARAMA	Pharmacien	INSP	arase9@yahoo.fr	76151348	



Ce projet est financé par
l'Union Européenne



Ministère de la Santé
et du Développement Humain

RC3-MALI

25	DIALLO Dramane	Biologiste	UCRC	dramanediallo@icr.mali mg	78374696	
26	SINAYOKO Tidiani	Biologiste	LBTA	tidanisnayobag@ com	76413185	
27	DIALLO Salimata	Pharmacienne Epidemiologiste	LBTA	salimata314020@gmail.com	70063368 64211842	
28	Moumine Diomastene	Biologiste	INSP	moumine.diomastene73@gmail.com	77157146	
29	KONE Amadou	ENS. Chantier Chef. d'Equipe	UCRC	amadoukone@icr.mali mg	77593219	
30	Désiré Zoumbé	Biologiste	INSP	desire.zoumbe@icr.mali	63635004	
31						
32						
33						
34						