

Mémoire, y compris stage professionnalisant[BR]- Séminaires méthodologiques intégratifs[BR]- Mémoire : "Évaluation du dépistage actif de la tuberculose à Dakar (Sénégal) par une approche novatrice (cartographie, visites porte-à-porte et usage de l'intelligence artificielle) - une étude de recherche opérationnelle"

Auteur : Ndjike, Telesphore

Promoteur(s) : 27019

Faculté : Faculté de Médecine

Diplôme : Master en sciences de la santé publique, à finalité spécialisée en praticien spécialisé de santé publique

Année académique : 2024-2025

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/22599>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

Évaluation du dépistage actif de la tuberculose à Dakar (Sénégal)

par une approche novatrice

(cartographie, visites porte-à-porte et usage de l'intelligence artificielle)

- une étude de recherche opérationnelle -

Mémoire présenté par **Télesphore NDJIKE**

en vue de l'obtention du grade de

Master en sciences de la santé Publique

Finalité spécialisée en management des organisations de Santé,

épidémiologie et économie de la Santé

Année académique 2024-2025

Évaluation du dépistage actif de la tuberculose à Dakar (Sénégal)
par une approche novatrice
(cartographie, visites porte-à-porte et usage de l'intelligence artificielle)
- une étude de recherche opérationnelle -

Promoteur : **Dr. Nimer Ortúñoz- Gutiérrez**
Mémoire présenté par **Télesphore NDJIKE**
en vue de l'obtention du grade de
Master en sciences de la Santé publique
Finalité spécialisée en management des organisations de Santé,
épidémiologie et économie de la Santé
Année académique 2024-2025

Remerciements

À l'aube de cette étape cruciale de ma vie académique, alors que j'analyse le chemin parcouru, il m'apparaît essentiel de rendre hommage à celles et ceux qui ont contribué, par leur soutien infaillible, à transformer mon rêve en réalité.

J'adresse mes sincères remerciements à mon promoteur Dr. Nimer Ortúñoz- Gutiérrez. Vos conseils et votre accompagnement bienveillant ont balisé chaque étape de mon parcours. Vous m'avez montré comment transformer chaque difficulté en une opportunité d'apprentissage, et pour cela je vous suis profondément reconnaissant.

J'exprime également ma gratitude à Mme Oriane Bodson, dont l'expertise dans l'analyse des questions internationales ont enrichi ce travail de manière significative. Votre regard éclairé et multidimensionnel sur les problématiques complexes a amélioré la qualité de mes réflexions et développé ma compréhension des enjeux globaux. Vos remarques et vos suggestions stratégiques m'ont permis d'élargir les horizons de ce projet.

Je remercie le professeur Benoît Pétré, responsable et chargé de cours au département des sciences de la santé publique, pour ses conseils et son accompagnement précieux dans l'élaboration du protocole, et le professeur Alexandre Ghysen pour sa lecture et ses commentaires enrichissants.

J'exprime ma profonde reconnaissance à toute l'équipe de terrain au Sénégal, dont le dévouement a rendu possible la collecte minutieuse des données essentielles à ce projet. Leur rigueur et leur travail, souvent dans des conditions exigeantes, sont un témoignage de leur professionnalisme et de leur humanité.

Mes remerciements vont également à Action Damien à Bruxelles-Sénégal : l'accès à leur base de données a constitué un pilier indispensable aux multiples analyses statistiques de mon travail. Par leur générosité intellectuelle et leur volonté de soutenir la recherche, ils ont offert des ressources inestimables qui ont permis d'approfondir cette étude.

Enfin, je rends hommage à la bienveillance et à la générosité de ceux (Dr J.P. Tchuente, Mme Sandé) qui ont aidé et contribué, souvent dans l'ombre.

Ce projet est un accomplissement collectif, qui témoigne de la force des liens humains.

Table des matières

Préambule	1
1. Introduction	2
1.1 La tuberculose : un enjeu de santé publique	2
1.2 Les défis rencontrés par la prévention contre la tuberculose	5
1.3 Le dépistage actif : enjeu en prévention secondaire	6
1.4 Les limites actuelles du dépistage passif au Sénégal	7
1.5 Apport de la recherche opérationnelle pour le dépistage actif	8
1.6 Le projet 'Action Damien Bruxelles-Sénégal'	8
2. Recherche: Question – objectifs -hypothèse	10
2.1. Question de recherche	10
2.2. Objectif général.....	10
2.3. Objectifs spécifiques	10
2.4. Hypothèse de recherche.....	10
3. Matériel et méthodes	11
3.1 Type d'étude.....	11
3.2 Population étudiée : critères de sélection, taille d'échantillon et échantillonnage	11
3.3 Paramètres étudiés et outils de collecte de données	13
3.4 Organisation de la collecte des données	16
3.5 Planification de la collecte des données	18
3.6 Traitement des données et méthodes d'analyse	20
4. Composition de l'équipe de recherche.....	21
5. Promoteur et origine du financement de l'étude	22
6. Aspects réglementaires.....	22
6.1 Comité d'éthique	22
6.2 Vie privée et protection des données.....	22
6.3 Information et consentement.....	23
7. Résultats	24
7.1 Cartographie des malades avant le dépistage.....	24
7.2 Caractéristique générale de la population étudiée	27

7.3	Acceptabilité de l'approche porte à porte du dépistage actif	29
7.4	Efficacité opérationnelle du dépistage actif.....	29
7.5	Faisabilité opérationnelle du dépistage actif	30
8.	Discussion et perspectives	31
8.1	Introduction.....	31
8.2	Analyse de l'efficacité opérationnelle du dépistage actif	31
8.3	Analyse de la faisabilité opérationnelle du dépistage actif.....	33
8.4	Limites, biais et forces de l'étude	33
8.5	Perspectives en santé publique.....	35
9.	Conclusion	36
10.	Références bibliographiques	37

Abréviations, Sigles et Acronymes

AD :	Action Damien
CAD :	<i>Computer-Aided Detection</i>
CDT :	Centre de Diagnostic et de Traitement pour la tuberculose
DGSP :	Direction Générale de la Santé Publique
DLM :	Direction de la Lutte contre la Maladie
DRS :	Direction Régionale de la Santé
IA :	Intelligence artificielle
KCE :	(Kenniscentrum) Centre fédéral d'expertise des soins de santé
MCD :	Médecin-Chef de District
MNT :	Maladies Non Transmissibles
MSAS :	Ministère de la Santé et de l'Action Sociale
OMS :	Organisation Mondiale de la Santé
ONG :	Organisation Non Gouvernementale
PNT :	Programme National de lutte contre la Tuberculose
PSN :	Plan Stratégique National
RO :	Recherche Opérationnelle
TB:	Tuberculose
TB/ RR-MR :	Tuberculose Résistante à la Rifampicine et/ou MultiRésistante.
TB-UR :	Tuberculose UltraRésistante
TEP:	Tuberculose Extra Pulmonaire
TPBC :	Tuberculose Pulmonaire Bactériologiquement Confirmée
TPT :	Traitemen Préventif de la Tuberculose
VAD :	Visite A Domicile
VIH :	Virus de l'Immunodéficience Humaine

Table des figures

Figure 1:	Illustration du dépistage actif de la tuberculose chez les contacts	17
Figure 2:	Diagramme de GANTT du déroulement de l'étude	19
Figure 3.	Carte de Dakar avec les quartiers sélectionnés pour le dépistage actif : Jaxaay (District sanitaire de Keur Massar) et Nimzatt (District sanitaire de Guédiawaye)	25
Figure 4.	Carte avec les clusters spatiaux identifiés lors de la cartographie pour la sélection des quartiers d'intervention et témoins.	26
Figure 5	Carte avec les ménages visités lors du dépistage actif de la TB dans un quartier d'intervention à Dakar.	29

Liste des tableaux

Tableau 1.	Clusters spatiaux identifiés (méthode de Kulldorff)
Tableau 2.	Répartition des individus selon les variables sociodémographiques
Tableau 3.	Répartition des facteurs de risque et comorbidités
Tableau 4.	Participation au dépistage selon le district et le quartier d'intervention

Résumé

Introduction : La tuberculose reste une priorité de santé publique au Sénégal. A Dakar, où les conditions de promiscuité urbaine favorisent sa propagation, le dépistage reste un défi. Pour répondre aux limites du dépistage passif, une approche innovante combinant cartographie des cas index, visites porte-à-porte et outils d'intelligence artificielle a été mise en œuvre dans deux districts à forte charge morbide. Ce projet, conduit par Action Damien et le programme national de tuberculose dans une logique de recherche opérationnelle, vise à évaluer la faisabilité, l'acceptabilité et l'efficacité opérationnelle du dépistage actif dans un contexte urbain réel. L'étude apporte des éléments concrets pour améliorer les stratégies nationales de lutte contre la tuberculose.

Méthodologie : Il s'agit d'une étude observationnelle visant à documenter l'acceptabilité, l'efficacité opérationnelle et la faisabilité du dépistage actif de la tuberculose. Elle a été menée à Dakar dans le cadre d'un projet de dépistage porte-à-porte mis en œuvre par Action Damien Bruxelles et Action Damien Sénégal. Deux districts sanitaires ont été sélectionnés en raison de leur fardeau élevé de la TB : Keur Massar et Guédiawaye. Dans chacun, un quartier d'intervention et un quartier témoin ont été choisis : Jaxaay (intervention) et Boune (témoign) pour Keur Massar, Nimzath (intervention) et Wakhinane (témoign) pour Guédiawaye. Pour la sélection de ces quartiers, 3844 malades notifiés entre 2021-2023 ont été saisis dans une base des données, ensuite nous avons sélectionné les quartiers d'intervention suite à la disponibilité d'adresses complètes et fardeau de la TB. Les données ont été collectées à l'aide de formulaires standardisés via l'application ODK, puis analysées sous R (Rcmdr) version 4.3.1.

Résultat : Lors du dépistage actif, 1424 personnes ont été listées dans les quartiers d'intervention, 902 (63,6 %) étaient présentes au moment du passage des équipes. Parmi elles, 98,3 % (n = 887) ont accepté de se faire dépister. Parmi les dépistés, 12,7 % (n = 113) présentaient des symptômes évocateurs de tuberculose et 11 cas ont été confirmés (1,24 % des dépistés). En comparaison, seuls 3 cas ont été détectés dans les quartiers témoins. Ces résultats montrent un rendement supérieur du dépistage actif par rapport au dépistage passif.

Conclusion : Le dépistage actif par approche porte-à-porte est réalisable et bien accepté par la communauté, avec une forte adhésion des personnes contactées. Il permet une détection plus précoce et plus importante des cas de tuberculose que le dépistage passif, contribuant ainsi à améliorer l'efficacité opérationnelle des programmes de lutte contre la tuberculose dans les zones à forte charge.

Mots-clés : tuberculose ; dépistage actif ; efficacité opérationnelle ; faisabilité ; Dakar ; recherche opérationnelle

Abstract

Introduction: Tuberculosis remains a major public health concern in Senegal. In Dakar, urban overcrowding significantly contributes to its transmission and detection remains challenging. To address the limitations of passive case detection, an innovative approach combining index case mapping, door-to-door visits, and artificial intelligence tools was implemented in two high-burden districts. This project, led by Damien Foundation and the National Tuberculosis Program within an operational research framework, aims to assess the feasibility, acceptability, and operational effectiveness of active case finding in a real urban setting. The study provides concrete evidence to inform and strengthen national tuberculosis control strategies.

Method: This is an observational study aimed at documenting the acceptability, operational effectiveness, and feasibility of active tuberculosis screening. It was conducted in Dakar as part of a door-to-door screening project implemented by Action Damien Brussels and Action Damien Senegal. Two districts were randomly selected according to the high epidemiological burden: Keur Massar and Guédiawaye. In each district, one intervention neighborhood and one control neighborhood were chosen: Jaxaay and Boune in Keur Massar, and Nimzath and Wakhinane in Guédiawaye.

During the preparation phase 3,844 TB patients notified from 2021-2023, were entered in a database for the selection of intervention and control neighborhoods according to the burden of TB and the availability of complete address of patients notified. Data were collected using standardized forms via the ODK application and analyzed with R (Rcmdr), version 4.3.1.

Results: During the door-to-door active screening of TB, 1,424 individuals were listed in the intervention neighborhoods, 902 (63.6%) were present at the time of the teams' visits. Of those, 98.3% (n = 887) agreed to be screened. Among those screened, 12.7% (n = 113) presented symptoms suggestive of tuberculosis, and 11 cases were confirmed (1.24% of those screened). In comparison, only 3 cases were detected in the control neighborhoods. These findings highlight the higher yield of active case finding compared to passive case detection.

Conclusion: Door-to-door active case finding is both feasible and well accepted by the community, with high participation rates among those contacted. It enables earlier and more substantial detection of tuberculosis cases than passive screening, thereby enhancing the operational effectiveness of TB control programs in high-burden settings.

Keywords: *tuberculosis; active case finding; operational effectiveness; feasibility; Dakar; operational research*

Préambule

Ce mémoire s'inscrit dans le cadre de mon engagement académique et personnel pour la lutte contre la tuberculose, une maladie encore largement sous-dépistée dans certaines villes à forte densité démographique, comme Dakar. Cette étude met en lumière l'importance des stratégies de prévention, notamment la prévention primaire avec le Traitement Préventif de la Tuberculose (TPT) chez les personnes en contact avec un nouveau cas sans signes de maladie, et la prévention secondaire avec la détection précoce des cas de tuberculose avant qu'ils ne se compliquent.

Le dépistage actif, proposé pour la première fois dans l'histoire du Sénégal avec de nouveaux outils représente un tournant majeur. Il s'agit de cibler directement les populations vulnérables via une approche porte-à-porte dans les quartiers présélectionnés par une cartographie puis d'utiliser la radiographie numérique et un logiciel *Computer-Aided Detection* (CAD) qui utilise l'intelligence artificielle pour la lecture automatisée des radiographies. Cette méthode ouvre de nouvelles perspectives pour améliorer le dépistage précoce, optimiser la prise en charge des cas et renforcer le traitement préventif chez les personnes exposées. Cette approche proactive pourrait bien marquer un tournant décisif dans la lutte contre la tuberculose au Sénégal, contribuant à l'atteinte des objectifs du Programme national de Lutte (PNT) contre la tuberculose et à la réduction de la morbidité liée à la maladie.

Je tiens à souligner l'importance du soutien d'Action Damien Bruxelles, d'Action Damien Sénégal et du PNT du Sénégal : leur soutien a été fondamental pour la mise en œuvre de ce projet, qui a abouti grâce à leur collaboration avec les professionnels de santé et les communautés.

De nombreuses interrogations ont motivé cette étude : Quel est le rendement d'une stratégie porte-à-porte ? Son effet sur les communautés ? Combien de cas non détectés peut-elle révéler ? Quel est le taux de participation des ménages contactés ? Quelle est la proportion de contacts étroits à risque ?

Cette recherche vise à évaluer la faisabilité et l'efficacité opérationnelle du dépistage actif dans le contexte socioculturel de Dakar.

1. Introduction

1.1 La tuberculose : un enjeu de santé publique

La tuberculose est une maladie infectieuse d'origine bactérienne, provoquée par *Mycobacterium tuberculosis*. Elle touche principalement les poumons et se propage par voie aérienne. La transmission s'effectue lorsqu'une personne atteinte de tuberculose pulmonaire expulse des particules contaminées en toussant, en éternuant ou en crachant. L'inhalation de ces particules par une personne non infectée peut suffire à entraîner une contamination(1).

❖ En 2023, la tuberculose est redevenue la principale cause de mortalité infectieuse dans le monde, devant la COVID-19 et le VIH, avec 1,25 million de décès sur 10,8 millions de cas estimés. Cependant, seuls 8,2 millions de cas ont été notifiés cette même année, mettant en évidence un écart significatif entre les cas estimés et ceux effectivement diagnostiqués.

Parmi les pays les plus touchés figurent l'Inde, l'Indonésie, la Chine, les Philippines, le Pakistan, le Bangladesh, le Nigéria et la République Démocratique du Congo(1).

Toujours en 2023, le nombre estimé de cas de tuberculose chez les personnes vivant avec le VIH était de 662 000, tandis que 1,3 million d'enfants de moins de 15 ans étaient affectés, et 400 000 cas concernaient des formes pharmaco-résistantes ou résistantes à la rifampicine (TB-RR/MR).

Les gaps de détection exprimés en termes de proportion entre notification et estimation sont de 76% avec 8,2 millions de cas notifiés de TB toutes formes confondues, 65% avec 436000 cas notifiés pour la TB/VIH, 56% pour les enfants ≤14 ans avec 738000 cas notifiés, et 44% pour la TB/RR/MR (44%) 176000 cas notifiés(2).

Ainsi, l'incidence au niveau mondial a diminué de 8,3%, la mortalité a diminué de 23% entre 2015 et 2023, loin des objectifs de réduction de 50% et 75% fixés pour 2025 respectivement par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). La plus grande réduction de la mortalité est observée en Afrique (42%) et en Europe (38%)(2).

❖ La tuberculose a un impact majeur sur la santé publique, les individus et les sociétés, avec des conséquences à la fois physiques, économiques et sociales.

D'un point de vue individuel, la tuberculose engendre une détérioration de la santé physique, avec des symptômes tels que la toux persistante, la fièvre et la perte de poids (1). En l'absence de traitement approprié, cette maladie peut être mortelle ou provoquer des invalidités permanentes(3). Collectivement, la TB constitue un fardeau pour la société, notamment à cause de la transmission au sein des communautés densément peuplées, exacerbant la propagation du bacille.

Les coûts associés à la TB, c'est-à-dire les dépenses liées au traitement, à la perte de revenus due à l'incapacité de travailler et à l'accès aux soins, peuvent entraîner des difficultés financières considérables pour les patients et leurs proches. Ces coûts augmentent souvent le fardeau des ménages, aggravant ainsi la pauvreté et les inégalités sociales, particulièrement dans les régions vulnérables. Sur le plan collectif, la TB entraîne des pertes de productivité et des dépenses de santé accrues, ce qui pèse lourdement sur les systèmes de santé publics, notamment dans les pays à revenu faible ou intermédiaire(4).

Les retombées sociales de la maladie incluent également la stigmatisation des patients, qui peuvent se voir isolés, voire ostracisés, par leurs proches et par la société. Cette stigmatisation restreint l'accès aux soins et la réintégration sociale, et peut entraîner des répercussions durables, en particulier pour les enfants des malades, qui risquent d'être déscolarisés (5). De plus, les périodes de récessions économiques, telles que celles qui ont eu lieu au Brésil entre 2014 et 2016, peuvent aggraver la situation en augmentant la mortalité, notamment chez les populations les plus vulnérables (4).

❖ Afin d'appréhender pleinement les répercussions de la TB sur les individus et la société, il est nécessaire d'explorer les facteurs de risque qui facilitent sa transmission et aggravent ses effets.

Les facteurs de risque de la TB sont variés et sont fortement influencés par les contextes sociaux, économiques et environnementaux.

Selon l'OMS, les plus significatifs sont la malnutrition, l'alcoolisme, le diabète, le VIH et le tabagisme (2).

- La malnutrition est l'une des plus importantes, car elle affaiblit le système immunitaire et accroît la susceptibilité à l'infection. Les individus vivant avec le VIH/sida sont particulièrement vulnérables, leur immunité réduite favorisant la progression de la TB.
- Le diabète triple le risque de contracter la TB, complique le diagnostic et la gestion de cette maladie, et peut avoir un impact négatif sur les résultats du traitement antituberculeux en augmentant le risque d'échec thérapeutique et de décès (6). Parallèlement, la TB peut perturber la gestion du diabète en induisant un stress lié à l'hyperglycémie, ce qui peut entraîner des complications supplémentaires(7).
- Les individus vivant avec le VIH/sida sont particulièrement vulnérables, leur immunité réduite favorisant la progression de la TB.

En outre, la pauvreté, ainsi qu'un accès limité aux soins de santé, particulièrement dans les pays à revenu intermédiaire ou faible, constituent des facteurs essentiels dans la propagation de la maladie. Les conditions de vie insalubres et la densité de la population dans les zones urbaines accélèrent également la transmission du bacille.

❖ Une prise en charge efficace de la TB passe par l'examen des moyens de lutte à tous les niveaux, comprenant la prévention primaire, secondaire ou tertiaire.

Au Sénégal, pays de l'Afrique de l'Ouest avec une population estimée à 18,1 millions d'habitants, le taux d'incidence de la tuberculose bactériologiquement confirmée est estimé à 110 cas pour 100 000 habitants en 2023. En 2023, le Sénégal a enregistré 16 700 cas de tuberculose sensible aux traitements classiques, 614 cas de TB/VIH et 105 cas de TB/RRMR(2).

Au niveau national, l'OMS estime que le taux notification annuel en 2022 est d'environ **113 nouveaux cas pour 100 000 habitants**, avec des taux de détection de 70% pour la tuberculose pharmaco sensible et de 45% pour la tuberculose pharmaco résistante, selon le rapport annuel 2022 du PNT(8). Donc, *il reste environ 30% des cas à détecter pour les cas de TB sensible aux traitements standards, et 55% des cas à détecter pour le dépistage de la TB résistante.*

Au cœur de cette ampleur de la TB au niveau national, Dakar occupe une place centrale en raison de sa forte densité de population. La région de Dakar concentre 25% de la population du Sénégal dans une surface de 550 km² (0,3% du territoire national) avec une densité de 4147 habitants par

km² comparé avec une densité de 11 dans la région de Tambacounda(9). C'est dans la région de Dakar qu'une part significative des cas de tuberculose a été signalée en 2022, avec 5634 cas de tuberculose pharmaco sensible (représentant 40 % du total national) et 36 cas de tuberculose résistante aux médicaments (TB/RR-MR), soit 20 % des cas recensés dans ce groupe, selon le rapport du PNT(8). Le taux de notification annuel en 2022 de nouveaux cas de tuberculose est plus élevé, enregistrant plus de **230 cas pour 100 000 habitants**.

Pour faire face à cette problématique, le Sénégal dispose d'un Programme National de Lutte contre la Tuberculose (PNT) qui coordonne et met en place des activités pour éradiquer cette pathologie, supervisant les stratégies de prévention, de dépistage, de diagnostic et de traitement. Son objectif principal est de réduire l'incidence et la prévalence de la tuberculose tout en améliorant la santé des patients (8).

1.2 Les défis rencontrés par la prévention contre la tuberculose

La mise en œuvre des niveaux de prévention contre la TB fait face à de multiples obstacles qui mettent en péril l'efficacité des interventions de lutte contre cette maladie.

- ❖ En prévention primaire, des obstacles tels que le manque de sensibilisation au sein de la communauté, les croyances culturelles et les difficultés d'accès aux services de santé entravent l'adoption des mesures préventives telles que la vaccination ou les traitements prophylactiques (10).
- ❖ La prévention secondaire, centrée sur le dépistage précoce, est limitée par des contraintes logistiques, le manque de tests diagnostic performants et un manque de ressources humaines qualifiées. Elle est compromise par une méconnaissance des symptômes chez les patients, un dépistage médical souvent inadéquat, la confusion avec d'autres maladies aux symptômes similaires, la faible fiabilité de certains outils de diagnostic et une recherche incomplète des cas et de leurs contacts. Ces obstacles retardent la détection précoce et impactent négativement la prise en charge rapide et efficace (11).
- ❖ Enfin, la prévention tertiaire, vise à prendre en charge les invalidités causées par la TB : l'OMS estime qu'une personne sur quatre ayant terminée son traitement souffre d'invalidités

(3). Les difficultés de prise en charge sont exacerbées par des facteurs systémiques tels qu'un financement insuffisant, des infrastructures de santé inadéquates et une coordination limitée entre les acteurs.

1.3 Le dépistage actif : enjeu en prévention secondaire

Le dépistage actif consiste à effectuer une recherche systématique des cas au sein des populations à risque, par des agents de santé qualifiés. Cette méthode permet de détecter précocement les cas asymptomatiques ou peu visibles, réduisant ainsi la transmission communautaire et les complications liées à un diagnostic tardif (12).

Toutefois, malgré son efficacité avérée pour renforcer la couverture de soins et optimiser l'allocation des ressources, elle demeure un défi dans les stratégies de lutte contre la TB au Sénégal. Les défis incluent des coûts financiers et humains élevés, l'insuffisance des infrastructures sanitaires pour gérer un dépistage actif à grande échelle (13).

Depuis 2013, le PNT a effectué des campagnes ciblées auprès des populations vulnérables incluant notamment les enfants, les personnes détenues, les habitants des zones urbaines défavorisées, les communautés de pêcheurs souvent marginalisées, entre autres groupes exposés à des conditions socio-économiques précaires. Les équipes de district font une analyse et se coordonnent avec le PNT pour l'envoi, dans l'institution ou la communauté ciblée, d'une équipe composée d'un technicien de radiologie numérique et des soignants (comme radiologue ou pneumologue, médecins et infirmiers). Ensuite, les personnes ayant des symptômes étaient interrogées pour les signes cardinaux de la TB présomptive (toux, perte de poids, anorexie et fièvre ≥ 2 semaines), puis testées par la radiographie thoracique. Si les résultats radiographiques ou cliniques étaient compatibles avec la TB, un test bactériologique était effectué (14).

L'OMS a mis à jour les recommandations de dépistage actif en 2021, afin de détecter précocement la TB, réduire le risque de traitement avec des résultats non favorables, l'invalidité comme séquelle et réduire les conséquences économiques. Un autre but est de réduire la transmission de la TB dans la communauté. La prévalence globale pondérée de la TB mesuré est de 3,4 % (IC à 95 % : 2,9-3,8) parmi les contacts des personnes avec la TB pulmonaire

bactériologiquement confirmée (TPBC), de 3,7 % (IC à 95 % : 2,4-5,3) parmi les contacts de TB-RR/MR, de 11,6 % (IC à 95 % : 8,2-15,4) parmi les contacts VIH séropositifs, et de 3,9 % (IC à 95% 2,5-5,4) chez les contacts âgés de moins de 5 ans (15).

Ainsi le PNT et Action Damien soutiennent pour la première fois le dépistage actif porte à porte par des équipes médicales, avec un dépistage qui utilise la radiographie et l'aide à la détection assistée par ordinateur (CAD) basée sur l'intelligence artificielle après avoir sélectionnée les quartiers les plus endémiques de deux districts de Dakar pour augmenter d'avantage le rendement de la stratégie en termes d'efficience et efficacité.

1.4 Les limites actuelles du dépistage passif au Sénégal

Le dépistage passif de la TB repose sur l'initiative du patient à se présenter dans une structure de santé en cas de symptômes. Il constitue encore aujourd'hui la stratégie prédominante au Sénégal (16).

Bien que ce modèle ait longtemps été la norme, il présente des limites structurelles et opérationnelles majeures (12). En effet, il repose sur l'hypothèse que les individus malades, même ceux vivant dans des conditions précaires, reconnaissent leurs symptômes, en mesurent la gravité et ont les moyens d'accéder aux services de santé. Or, 50-60% des cas prévalents de TB dans les pays endémiques sont asymptomatiques (17). Par ailleurs, de nombreux cas passent inaperçus, notamment parmi les populations vulnérables, en raison de la méconnaissance des signes cliniques de la TB, de la stigmatisation persistante liée à la maladie, et des obstacles géographiques ou financiers à la consultation médicale.

Le dépistage passif contribue ainsi à un diagnostic tardif, souvent lorsque la maladie est déjà avancée ou que la personne a contaminé son entourage.

En ne ciblant que les malades qui se présentent volontairement, le dépistage passif limite considérablement la portée du contrôle de la TB et compromet les efforts d'interruption de la chaîne de transmission (12). Dans un contexte de forte charge morbide, il devient donc impératif de compléter ce modèle par des stratégies plus proactives, comme le dépistage actif, capables de réduire les délais de diagnostic et d'atteindre les populations qui échappent au radar, voire

au système de soins classiques. En plus, les personnes en contact avec un nouveau cas de TB et sans maladie active peuvent bénéficier d'un traitement préventif de la TB (TPT).

1.5 Apport de la recherche opérationnelle pour le dépistage actif

«La recherche opérationnelle peut être définie comme la recherche sur des interventions, des stratégies et des outils qui produisent des connaissances pratiques utilisables qui peuvent être utilisées pour améliorer la qualité, la couverture, l'efficacité et l'efficience des programmes de lutte contre les maladies, des services de santé ou des systèmes de santé dans lesquels la recherche est menée »(18),(19).

C'est une démarche axée sur l'identification et l'évaluation d'interventions, de stratégies ou d'outils destinés à renforcer les programmes de lutte contre les maladies. Cette recherche opérationnelle permettra d'évaluer des interventions concrètes, telles que le dépistage systématique dans des régions à forte prévalence de la tuberculose, en évaluant leur efficacité et en apportant des solutions novatrices (20). Des études montrent que la recherche active parmi les contacts familiaux est cruciale pour identifier les cas non diagnostiqués (21),(22).

La recherche opérationnelle exige aussi une collaboration étroite avec les acteurs locaux, les autorités du programme national de lutte contre la tuberculose, les décideurs politiques, les chercheurs, etc. pour garantir l'adaptabilité des interventions dans le système de santé local (20),(23). Dans cette étude, nous allons donc utiliser la recherche opérationnelle avec la participation du PNT, les Districts Sanitaires et l'ONG belge Action Damien.

1.6 Le projet 'Action Damien Bruxelles-Sénégal'

Action Damien est présente dans 14 pays en Asie, en Afrique et en Amérique Latine. Fondée à Bruxelles en 1964, Action Damien a l'objectif général de renforcer les systèmes de santé locaux, de soutenir des initiatives de lutte contre la TB, de renforcer les capacités du personnel soignant, d'apporter un soutien technique et financier, et de promouvoir la recherche.

Au Sénégal, elle joue un rôle majeur dans la lutte contre la TB et d'autres maladies tropicales négligées (MTN) comme la lèpre.

Action Damien Sénégal met en œuvre ses activités en partenariat avec les autorités locales et le programme national de lutte contre la tuberculose (PNT). Action Damien Sénégal soutient les activités de détection et de prise en charge selon les normes du PNT. Action Damien Sénégal dispense aussi des formations aux professionnels de la santé, améliore les infrastructures sanitaires et mène des campagnes de sensibilisation afin de réduire la stigmatisation liée à la TB.

Le projet de recherche opérationnelle pour le dépistage de la TB, décrit dans ce mémoire, rentre dans les priorités du PNT de rendre accessible la prise en charge dans les districts endémiques de la TB à Dakar.

Le projet a reçu l'approbation du Comité national d'éthique pour la recherche en santé (annexe 1). L'évaluation de ce projet Action Damien Sénégal est primordiale afin de mesurer son efficacité dans la lutte contre la tuberculose, notamment dans un contexte aussi particulier que celui du Sénégal.

Une telle évaluation permet non seulement d'identifier les forces et les faiblesses des interventions, mais aussi de fournir des informations essentielles pour ajuster les stratégies de détection précoce, prise en charge et prévention en fonction des réalités locales.

L'évaluation rigoureuse des initiatives de dépistage communautaire actif est essentielle pour optimiser l'allocation des ressources et renforcer les pratiques les plus efficaces. Celle du programme national de lutte contre la tuberculose dans certains pays a montré une amélioration significative dans la notification des cas de TB, mettant en évidence les effets positifs d'une gestion structurée et d'un suivi renforcé des interventions (24),(25).

Ainsi, cette étude vise à garantir la pertinence des interventions mises en œuvre, tout en contribuant à l'amélioration des conditions de santé publique au Sénégal.

2. Recherche: Question – objectifs -hypothèse

2.1. Question de recherche

Quel est l'effet du dépistage actif de la TB dans les ménages et autour des cas index dans deux districts à forte charge de morbidité à Dakar sélectionnées après une cartographie de cas entre 2021 - 2023 ?

2.2. Objectif général

Évaluer le rendement du dépistage actif de la TB en termes de faisabilité et nombre de cas dépistés dans deux quartiers à forte charge de morbidité à Dakar.

2.3. Objectifs spécifiques

- Déterminer l'acceptabilité de l'approche de dépistage porte à porte.
- Mesurer l'efficacité opérationnelle du dépistage actif par la comparaison du taux de détection de nouveaux cas de tuberculose (active ou latente) entre les quartiers d'intervention et les quartiers témoins.
- Analyser la faisabilité du dépistage actif de la tuberculose dans les quartiers à forte charge de morbidité à Dakar, en examinant la participation et la couverture des ménages.

2.4. Hypothèse de recherche

Le dépistage actif de la TB par une approche porte-à-porte avec la lecture de la radiographie thoracique par l'intelligence artificielle incluant les ménages et autour des cas index à Dakar, pourrait s'avérer faisable et efficace dans les quartiers à forte charge de morbidité ciblés par une cartographie.

3. Matériel et méthodes

3.1 Type d'étude

Il s'agit d'une étude observationnelle visant à documenter l'acceptabilité, l'efficacité opérationnelle et la faisabilité du dépistage actif de la TB.

3.2 Population étudiée : critères de sélection, taille d'échantillon et échantillonnage

❖ **Population étudiée**

La population cible de cette étude comprend l'ensemble des contacts familiaux, proches ou voisins des cas index de TB, résidant dans deux districts sanitaires de Dakar. Sont considérés comme cas index les patients atteints de TB pulmonaire bactériologiquement confirmée (TPBC), de tuberculose associée au VIH, ou encore les enfants de moins de cinq ans atteints de TB, en raison de leur vulnérabilité accrue (difficilement détectables mais à risque et donc fortement recommandé par l'OMS). L'enquête inclut toutes les personnes vivant dans le même ménage que ces cas index, ainsi que celles résidant dans un rayon de 50 mètres autour de leur domicile.

L'étude a été menée dans les quartiers de deux districts sanitaires de Dakar, sélectionnés parmi les 12 districts sanitaires de la région de Dakar. Ces districts ont été classés par ordre de fardeau décroissant selon leur charge morbide en tuberculose sur la période 2018-2022, permettant de constituer deux groupes de six districts selon leur niveau de morbidité (annexe 3). Ces districts ont été classés en deux groupes de six, selon leur incidence moyenne :

- Groupe 1 : districts à charge très élevée (incidence > 200 cas pour 100 000 habitants), comprenant Dakar Sud, Dakar Centre, Dakar Nord, Keur Massar, Pikine et Dakar Ouest.
- Groupe 2 : districts à charge modérément élevée (incidence < 200 cas pour 100 000 habitants), incluant Guédiawaye, Mbao, Rufisque, Diamniadio, Sangalkam et Yeumbeul.

Dans chaque groupe, un district a été sélectionné aléatoirement : Keur Massar pour le groupe 1 et Guédiawaye pour le groupe 2. Pour chaque district, un quartier d'intervention et un quartier

témoin ont été sélectionnés. Ainsi, **les interventions** ont été menées **dans les quartiers de Nimzath** à Guédiawaye **et de Jaxaay** à Keur Massar, tandis que **les quartiers de Wakhinane** (Guédiawaye) et de **Boune** (Keur Massar) ont servi de **quartiers témoins**.

❖ Critères d'inclusion

Tout individu vivant régulièrement dans les quartiers en question, sans distinction d'âge, de genre ou d'appartenance sociale, ethnique ou religieuse. Un consentement éclairé du représentant légal est prévu pour les personnes âgées de moins de 18 ans (annexe 2).

❖ Critères d'exclusion

Les individus qui seront absents lors de l'étude sur le terrain (déplacement pour des raisons professionnelles, etc.) ainsi que ceux ayant refusé de donner leur consentement écrit pour participer à l'étude.

❖ Taille de l'échantillon et échantillonnage

Au Sénégal, la taille moyenne d'un ménage est de 9 à 10 personnes (d'après l'enquête démographique et de santé EDS-Continue 2017).

En commençant par ceux dépistés le plus récemment, la population d'étude pour les quartiers de l'intervention sera de 3000 personnes par quartier, soit 6000 pour l'ensemble des deux districts.

Pour des contraintes de ressources limitées, 60 cas index seront sélectionnés dans chaque quartier. Pour chaque cas index, 5 ménages seront visités (ménage du cas index + 4 ménages voisins), soit **300 ménages au total par quartier**.

Dans l'un des quartiers de ces districts, une intervention de dépistage porte-à-porte a été mise en œuvre par des équipes formées, utilisant la radiographie et la détection assistée par ordinateur (CAD) basée sur l'intelligence artificielle. L'autre quartier servira de site témoin, sans intervention, permettant ainsi de comparer les effets du dépistage actif avec l'absence d'intervention, et d'isoler l'impact spécifique de cette stratégie.

Dans les districts sanitaires de Keur Massar et Guédiawaye sélectionnés, une base de données individualisée a été constituée pour la période allant de 2021 à 2023. Celle-ci a inclus les variables

suivantes : année de cohorte, sexe, âge, type de tuberculose, comorbidités (diabète, VIH), profil de résistance, quartier de résidence et structure de prise en charge. Une analyse des grappes spatio-temporelles a ensuite été réalisée selon la méthode développée par Kulldorff à l'aide du logiciel SaTScan, en utilisant les coordonnées géographiques des quartiers obtenues via le logiciel QGIS et sa fonction « OpenStreetMap »(26).

Dans chaque district, deux quartiers statistiquement significatifs ($p < 0,05$) ont été identifiés comme grappes de transmission spatio-temporelle élevée. Parmi ces quartiers, l'un a été retenu comme site d'intervention pour la mise en œuvre du dépistage actif de la tuberculose, effectué par une approche porte-à-porte. Des équipes formées ont été déployées pour identifier les cas présumés et assurer leur orientation vers les structures de diagnostic. L'autre quartier a été retenu comme site témoin pour les comparaisons. Pour réaliser les cartes nous avons utilisé le logiciel *OpenSource : QGIS (Quantum Geographical Information System)* version 3.40.3.

❖ **Outils utilisés pour la rédaction**

Conformément aux principes d'intégrité académique et aux directives de l'université de Liège (Charte ULiège d'utilisation des intelligences artificielles génératives dans les travaux universitaires), l'assistance d'un outil d'intelligence artificielle a été utilisée pour la correction et l'ajustement de certains passages du texte. Cette utilisation a été limitée à des aspects linguistiques, sans altérer le contenu, les idées personnelles ou l'analyse.

3.3 Paramètres étudiés et outils de collecte de données

Afin de garantir la rigueur méthodologique de cette étude, une attention particulière a été portée au choix des paramètres mesurés et aux outils de collecte utilisés. Dans le cadre de cette évaluation du dépistage actif de la tuberculose par approche porte-à-porte, les paramètres étudiés ont été sélectionnés pour répondre aux deux objectifs spécifiques : analyser la faisabilité du dépistage et mesurer son efficacité opérationnelle à l'aide d'indicateurs clairement définis.

Les données ont été collectées de manière exhaustive et standardisée à l'aide d'un formulaire papier avec des variables clés et un formulaire numérique structuré, intégré à la plateforme ODK (Open Data Kit) et administré en temps réel par les équipes de terrain (annexe 4). Ce dispositif a

permis de recueillir un ensemble cohérent de variables sociodémographiques, cliniques et contextuelles nécessaires à l'analyse. Ces variables ont permis d'établir un profil détaillé des participants, de caractériser les cas index et d'analyser les facteurs associés à la détection de nouveaux cas.

❖ **Variables sociodémographiques**

- Sexe (masculin, féminin)
- Âge (en années révolues)
- Statut matrimonial (marié, célibataire, veuf, divorcé)
- Type de contact avec le cas index (contact du ménage, proche, voisin, etc.)
- Promiscuité (nombre de personnes partageant la même chambre que le cas index)
- Nombre de contacts familiaux vivant dans le ménage
- Coordonnées géographiques (géolocalisation des cas index et des nouveaux cas)

❖ **Données sur les cas index**

- Type de cas index (TPBC, TB-MR, UR, enfant < 5 ans avec TB)
- Date du diagnostic de la TB
- Date de fin de traitement (si applicable)
- Durée de contact avec le cas index

❖ **Variables sanitaires et comportementales**

- Antécédents de TB (année et type : TPBC, TEP, TCD, retraitement, TB-MR)
- Statut VIH (inconnu, négatif, positif)
- Statut diabète (inconnu, négatif, positif)
- Tabagisme (oui, non)
- Cicatrice BCG (présente, absente)
- Présence de signes cliniques évocateurs de TB : toux prolongée (>15 jours), fièvre, perte de poids, sueurs nocturnes, asthénie, anorexie, douleurs thoraciques, poly-adénopathies
- Radiographie pulmonaire (réalisée : oui/non ; résultat : normale, évocatrice de TB, autre)
- Prélèvement de crachats (oui/non)
- Résultat du test Xpert MTB/RIF (négatif, positif sensible, positif résistant, indéterminé)

La variable dépendante principale (ou *outcome*) de cette étude est la détection de nouveaux cas de tuberculose, qu'elle soit active ou latente, chez les sujets contacts étroits. Cette variable a été codée à la fois de façon binaire (cas détecté : oui/non), pour l'analyse comparative entre quartiers, et quantitative (nombre de cas détectés), afin de mesurer le rendement du dépistage actif.

Pour répondre aux objectifs de recherche, **deux indicateurs principaux ont été mobilisés** :

- Faisabilité du dépistage actif, mesurée à travers :
 - la participation communautaire (proportion de personnes acceptant le dépistage parmi celles contactées) ;
 - la couverture des ménages (rapport entre le nombre de ménages effectivement dépistés et le nombre total de ménages contactés).
- Efficacité opérationnelle du dépistage, évaluée par :
 - le taux de détection de nouveaux cas dans les quartiers d'intervention, comparé à celui des quartiers témoins.

L'ensemble des données a été collecté par des agents formés, à l'aide de smartphones ou de tablettes équipés de l'application ODK. Ce système a permis de suivre en temps réel le nombre de ménages contactés et de personnes dépistées, de géolocaliser les foyers et les cas détectés, et d'assurer la qualité et la traçabilité des données grâce à un encodage automatisé et centralisé.

3.4 Organisation de la collecte des données

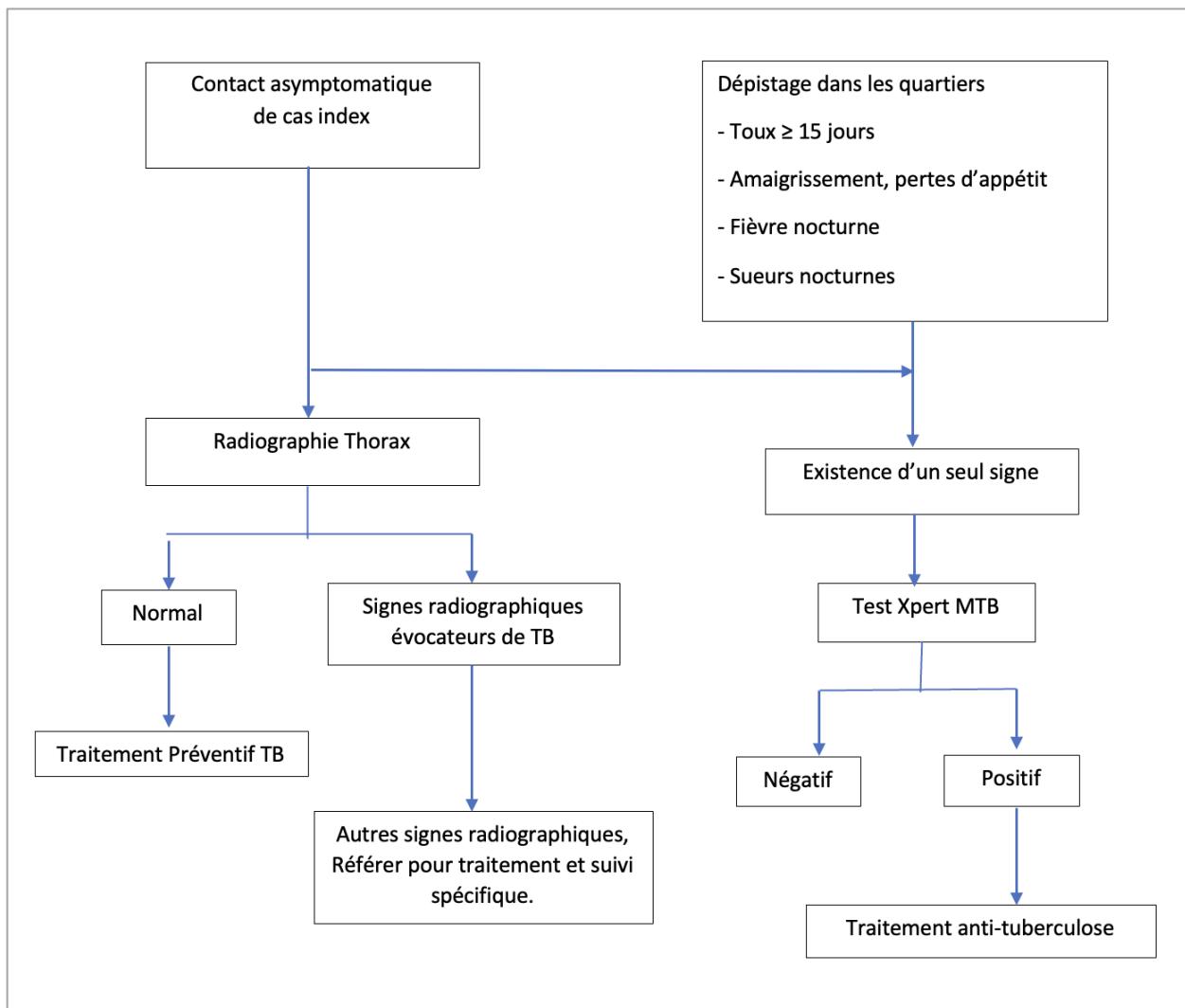
Cinq (5) équipes de dépistage seront constituées, formées chacune par : un agent de santé du district (infirmier ou médecin), un relais communautaire ou *Bajenu Gox*, un membre de l'association de lutte contre la TB (*ASLUT* ou *Help TB*), et un agent de saisie (papier et électronique).

Une équipe centrale composée d'un médecin pneumologue, d'un technicien de laboratoire, de deux techniciens de l'unité mobile de radiologie numérique du PNT, d'un agent de gestion logistique, d'un membre du PNT et d'un membre d'Action Damien, sera positionnée au poste de santé du quartier.

L'enquête s'est déroulée du 24 décembre 2024 au 5 janvier 2025, chaque quartier ayant fait l'objet d'une intervention d'une durée estimée à cinq jours. Tous les contacts familiaux seront référés au poste de santé pour une radio numérique, même s'ils sont asymptomatiques. En cas de suspicion clinique ou radiologique de tuberculose, un prélèvement sera effectué au laboratoire pour un test Xpert. En cas de diagnostic confirmé, les patients seront orientés vers le centre de santé, enregistrés et testés pour le VIH. Si la TB est exclue, les traitements préventifs seront administrés selon les directives du PNT, en fonction de l'âge et du statut VIH.

Afin d'assurer une bonne compréhension des informations et d'encourager une participation éclairée, les échanges avec la population ont été réalisés principalement en wolof, langue la plus couramment parlée dans les zones cibles. En cas de non-maîtrise du wolof, les enquêteurs assuraient une traduction en français ou dans d'autres langues locales, selon le besoin. L'usage du wolof a permis de faciliter la communication, d'instaurer un climat de confiance et de garantir la qualité des échanges avec les ménages.

Figure 1: Illustration du dépistage actif de la tuberculose chez les contacts



3.5 Planification de la collecte des données

Avant le démarrage effectif de cette recherche opérationnelle, un pré-test du formulaire de collecte a été mené sur un échantillon restreint de ménages similaires à la population cible, afin de vérifier la clarté des questions, la cohérence des réponses et la maîtrise de l'outil ODK par les enquêteurs.

Cette étape a été suivie d'un essai pilote en conditions réelles, permettant de tester l'ensemble du dispositif, procédures de terrain, fluidité de la collecte et organisation opérationnelle. Les ajustements nécessaires ont ainsi été apportés avant le déploiement à grande échelle.

Dans les ménages, les contacts ont répondu à un questionnaire après consentement libre et éclairé sur : l'âge, la profession, la scolarité, la détection de la cicatrice de BCG, la tuberculose ou les antécédents de TB, une notion de toux de plus de 15 jours, perte de poids, fièvre persistante, sueurs nocturnes, douleurs thoraciques, poly-adénopathies, etc.

Les coordonnées géographiques de chaque ménage visité seront relevées à l'aide de l'application ODK (Open Data Kit) sur smartphone.

Figure 2: Diagramme de GANTT du déroulement de l'étude

ACTIVITES	2023		2024						2025		
	Nov.	Fév.	Avril	Mai	Juin	Nov	Déc.	Janv.	Fév. à Mai	Juin	
Elaboration du protocole	■										
Activités préparatoires avant la soumission au comité d'éthique au Sénégal		■									
Approbation du Comité national d'éthique Sénégalais			■								
Activités préparatoires avant l'enquête de terrain : lettres d'information, recrutement et formation des enquêteurs, sensibilisation de la population, etc.				■							
Elaboration formulaire de saisie et codage des données dans ODK, pré-test de la fiche d'enquête et essai pilote					■						
Approbation du Comité d'éthique hospitalo facultaire						■					
Lancement de l'étude dans les 2 districts							■				
Validation du protocole par le MSSP-ULIEGE								■			
Analyses des données									■		
Rédaction du mémoire									■		
Soutenance										■	

3.6 Traitement des données et méthodes d'analyse

Les données collectées ont été saisies à l'aide de formulaires électroniques via l'application Open Data Kit (ODK), permettant une saisie directe sur smartphone et une centralisation rapide des informations. Avant d'envoyer dans le serveur, les données recueillies dans les smartphones ont été vérifiées avec un formulaire papier contenant les variables clés (voir annexe 4). Les données ont ensuite été exportées en format Excel et nettoyées avec le logiciel R version 4.3.1 pour vérification de leur cohérence, de leur exhaustivité et de leur validité. Cette étape de nettoyage a permis d'identifier et de corriger d'éventuelles erreurs de saisie, doublons ou valeurs manquantes.

L'analyse statistique a été réalisée à l'aide du logiciel R (interface Rcmdr). Des statistiques descriptives ont d'abord été produites afin de résumer les principales caractéristiques de l'échantillon, notamment les variables sociodémographiques, cliniques et épidémiologiques. Les fréquences, pourcentages, moyennes et écarts-types ont été calculés selon la nature des variables.

4. Composition de l'équipe de recherche

- Docteur Yacine Mar DIOP, MD, MPH (Investigateur Principal) Coordonnateur du Programme National de Lutte contre la tuberculose, ministère de la santé et de l'action sociale du Sénégal, Fann résidence rue aimé Césaire. (e-mail : ymardiop@yahoo.com)
- Docteur Gilbert BATISTA, MD, MSc. (Investigateur Principal) Spécialiste en maladies infectieuses et tropicales et en Santé Publique. Conseiller médical et Représentant ONG Action Damien au Sénégal. (e-mail : drgbatista@gamail.com)
- Docteur Nimer Ortuno-Gutierrez, MD, PhD, (Co-investigateur Principal et promoteur interne) Conseiller médical et point focal recherche, Action Damien Belgique (e-mail : nimer.ortunogutierrez@damienfoundation.be)
- Docteur Ellen Mitchell, Epidémiologiste, PhD, Institut de Médecine Tropicale, Anvers – Belgique. (e-mail : emitchell@itg.be)
- Pr Nafissatou Toure BADIANE, Présidente Task-force nationale de Recherche opérationnelle sur la tuberculose. (e-mail : nafioumar@gmail.com)
- Dr Madou Kane, Responsable du Bureau formation et Recherche du PNT (e-mail : kanedoc2003@yahoo.fr)
- Dr Tacko Aly BA, Responsable Bureau Suivi Evaluation, PNT (e-mail : keweali@yahoo.fr)
- Mr Ansou SANE, Point focal recherche au PNT E-mail : ansousane76@yahoo.fr
- Dr Ibrahima Tito TAMBA, médecin Conseiller adjoint, Action Damien Sénégal (e-mail : titotamba.tt@gmail.com)
- Docteur Aliou Niang, Médecin pneumologue, (e-mail : niangpneumo@gmail.com)
- Docteur Nafissatou Fall, Médecin pneumologue, Responsable bureau Dépistage, Prise en charge et Soutien psychosocial du PNT (e-mail : nafizofall@yahoo.fr)
- Dr Ndèye Maguette Ndome NDIAYE, Directeur Régional de Santé (DRS) de Dakar (e-mail : magattendome@gmail.com)
- Dr Amady BA, Médecin-Chef du District sanitaire de Keur Massar (e-mail : bamady1@yahoo.fr)
- Dr Ndiaye Fally Diop, Médecin-Chef du District sanitaire de Guédiawaye. (e-mail : ndiayefaly@yahoo.fr)
- Télesphore NDJIKE, diplômé en soins infirmiers et étudiant à l'université de Liège - Master en santé publique à finalité praticien spécialisé en santé publique. (Email : telesphore.ndjike@student.uliege.be)

5. Promoteur et origine du financement de l'étude

Les promoteurs principaux de l'étude sont le Dr. Yacine Mar DIOP et le Dr. Gilbert BATISTA. Ce projet de recherche opérationnelle bénéficiera d'un financement d'ACTION DAMIEN, partenaire technique et financier du PNT. Un budget total de dix-neuf mille euros (19 000 €) a été alloué à sa mise en œuvre (annexe 5).

6. Aspects réglementaires

6.1 Comité d'éthique

L'étude étant conduite au Sénégal, un avis favorable a été délivré par le comité d'éthique compétent de ce pays (annexe 1).

Cet avis a été soumis au Comité d'Éthique Hospitalo-Facultaire Universitaire de Liège, qui a indiqué ne pas disposer des compétences requises pour se prononcer formellement. Toutefois, le comité n'a soulevé aucune objection quant à la réalisation de l'étude, tout en recommandant de veiller scrupuleusement au respect des lois et des réglementations en vigueur dans le pays d'exécution (annexe 6).

6.2 Vie privée et protection des données

La confidentialité des données a été scrupuleusement préservée. Les informations personnelles ont été recueillies par les enquêteurs sur site à l'aide de l'application Open Data Kit (ODK), puis transférées vers Excel par des personnes autorisées en vue de leur agrégation et analyse. Tout accès aux données par des personnes non autorisées a été strictement interdit, et les informations personnelles ont été exclusivement accessibles aux chercheurs.

Les données seront anonymisées dès lors que les chercheurs n'auront plus besoin de consulter les informations personnelles des participants. Par ailleurs, les enquêteurs ont expliqué aux participants les objectifs de la collecte, en précisant que les données seraient conservées pendant une période minimale de 10 ans et qu'elles resteraient accessibles uniquement aux chercheurs concernés.

6.3 Information et consentement

Le Programme National de Lutte contre la Tuberculose (PNT) a transmis des lettres d'information aux autorités sanitaires locales afin de garantir leur engagement et leur adhésion au projet.

Parallèlement, les notables, chefs de quartier, associations locales de personnes affectées par la tuberculose, ainsi que les relais communautaires, notamment les Bajenu Gox, ont été sensibilisés par les autorités des districts sanitaires.

Chaque district a organisé une réunion d'information et de sensibilisation en collaboration avec le PNT, les partenaires techniques et les acteurs locaux, pour mobiliser efficacement la population.

Des relais, désignés par les infirmiers chefs de poste ou les districts, ont ensuite mené des visites de maison en maison pour informer les habitants, avec le soutien des associations comme ASLUT et Help TB.

Les participants répondant aux critères d'éligibilité ont été informés des objectifs de l'étude à l'aide d'une notice explicative, et leur inclusion a été conditionnée par un consentement écrit recueilli auprès d'eux ou de leurs tuteurs légaux (annexe 2).

Le protocole et le formulaire de consentement ont été soumis au comité national d'éthique pour approbation, et la mise en œuvre de l'étude n'a débuté qu'après l'obtention d'un avis favorable de ce comité et de l'autorisation du ministère de la Santé et de l'Action sociale.

7. Résultats

Cette section présente les résultats de l'étude en réponse à la question de recherche : « Quel est l'effet du dépistage actif de la TB dans les ménages et autour des cas index, dans deux districts à forte charge de morbidité à Dakar sélectionnées après une cartographie de cas entre 2021 - 2023 ? »

Les résultats sont organisés en cinq sous-sections, en cohérence avec les objectifs spécifiques de l'étude et les paramètres analysés.

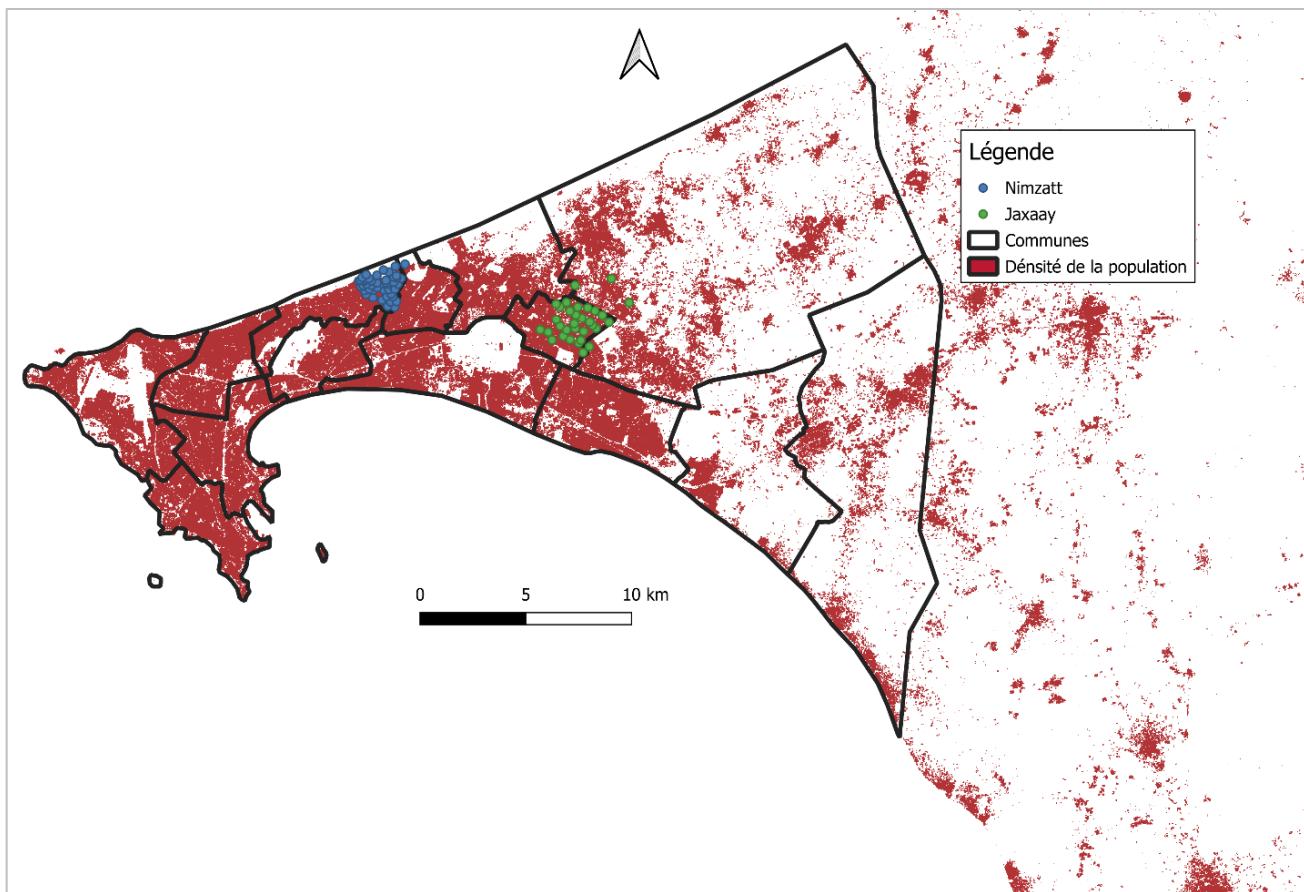
7.1 Cartographie des malades avant le dépistage

Dans le district sanitaire de Keur Massar, entre 2021 et 2023, un total de 1 774 cas de tuberculose ont été notifiés et enregistrés. La commune de Keur Massar Nord concentre à elle seule 67,7 % des cas (n = 1 201), suivie de Malika (18,49 %, n = 328) et de Jaxaay-Parcelles (10,2 %, n = 181). En se focalisant sur les quartiers sélectionnés pour l'étude, Jaxaay, identifié comme quartier d'intervention, comptabilise 163 cas (9,19 %), tandis que Boune, choisi comme quartier témoin, en totalise 147 (8,29 %). Le choix était posé car parmi les cas de TB recensés les données plus complètes par rapport à l'adresse étaient celles de Jaxaay et Boune.

Entre 2021 et 2023, un total de 2 006 cas de tuberculose ont été notifiés et enregistrés dans le district sanitaire de Guédiawaye. La commune de Wakhinane Nimzath concentre la majorité des cas avec 47,7 % (n = 956), suivie de Golf Sud avec 17,05 % (n = 342), puis Sam Notaire avec 14,66 % (n = 294), Médina Gounass (11,27 %, n = 226) et Ndiarème Limamoulaye (9,37 %, n = 188). La zone Nimzattéait retenue comme zone d'intervention comprenant les quartiers Marché Boubess, Baylaye, Serigne Assane, Angle Mousse et Nimzath, totalisent une part significative des cas avec par exemple 14,23 % à Marché Boubess (n = 136), 4,71 % à Baylaye (n = 45), 4,60 % à Serigne Assane (n = 44), 2,41 % à Angle Mousse (n = 23), et 2,62 % à Nimzatt (n = 25) pour un total de 28,57 % des cas (n=273). Le quartier témoin, Wakhinane, regroupe donc une charge élevée de malades (n = 368).

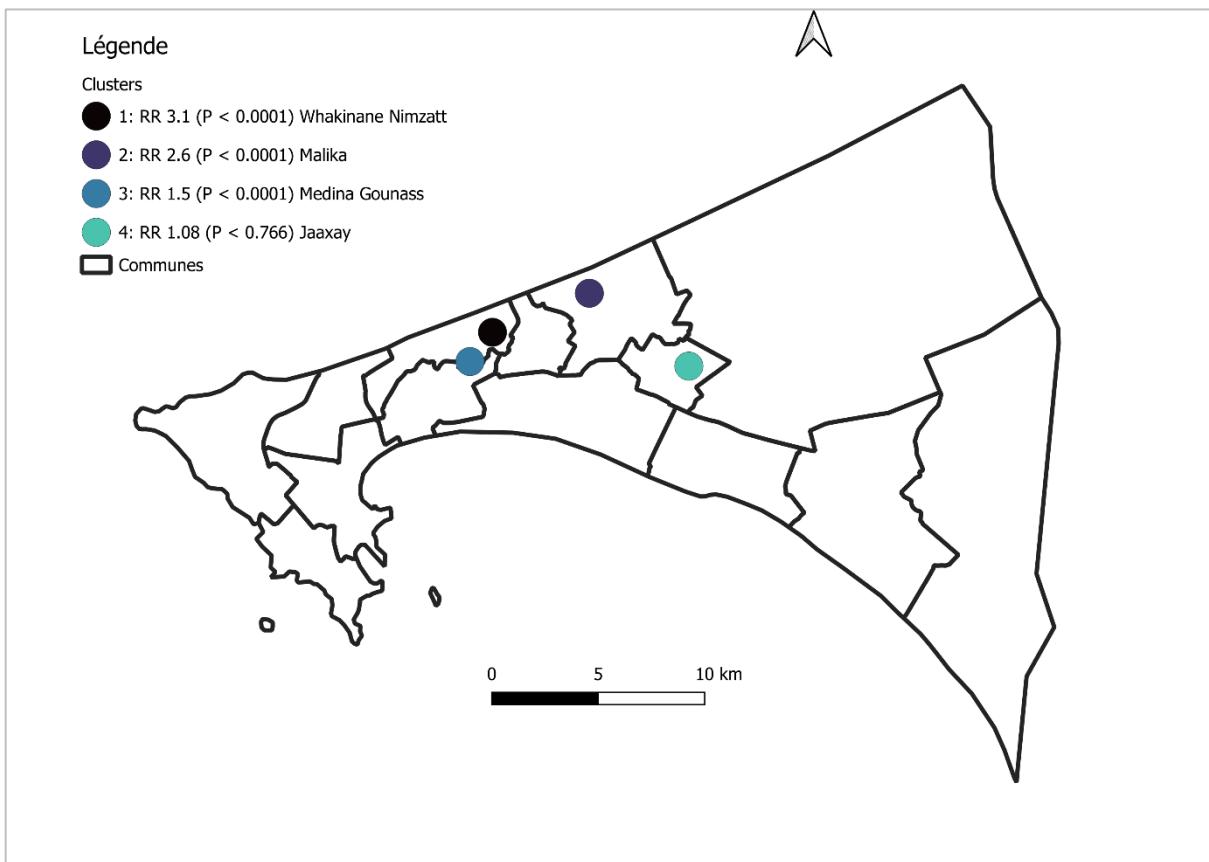
Dans la figure 3, nous observons que les quartiers d'intervention sélectionnés se trouvent dans la périphérie de Dakar (quartiers de création récente et pauvres) et qu'ils sont fortement peuplés.

Figure 3. Carte de Dakar avec les quartiers sélectionnés pour le dépistage actif : Jaxaay (District sanitaire de Keur Massar) et Nimzatt (District sanitaire de Guédiawaye)



En complément de la cartographie descriptive, une analyse spatiale selon la méthode de Kulldorff (26)a permis d'identifier quatre zones de concentration élevée de cas de tuberculose à Dakar, avant l'intervention en tenant compte de 10 % de la population totale à risque (voir figure 4). Trois clusters présentaient une signification statistique élevée. Ces zones constituent des foyers prioritaires de transmission et renforcent l'intérêt d'une approche ciblée du dépistage actif. Le quatrième cluster identifié à Jaxaay n'était pas statistiquement significatif ($RR = 1,08$; $p = 0,766$).

Figure 4. Carte avec les clusters spatiaux identifiés lors de la cartographie pour la sélection des quartiers d'intervention et témoins.



Le tableau 1 ci-dessous montre que trois clusters statistiquement significatifs ont été identifiés à Whakinane Nimzatt (risque relatif [RR] = 3,18), Malika (RR = 2,66) et Medina Gounass (RR = 1,54).

Tableau 1. Clusters spatiaux identifiés (méthode de Kulldorff)

Cluster	Localisation	Population	Cas de TB	Risque relative	Valeur P
1	Whakinane Nimzatt	118,589	956	3.18	<0.0001
2	Malika	42,468	328	2.66	<0.0001
3	Medina Gounass	91,112	414	1.54	<0.0001
4	Jaxay	54,945	181	1.08	0.766

7.2 Caractéristique générale de la population étudiée

❖ Caractéristiques sociodémographiques des individus enquêtés

Dans les quartiers d'intervention, 902 individus ont été listés : 25,4 % sont âgés de moins de 15 ans et 74,6 % de plus de 15 ans. La médiane d'âge est de 24,75 ans, avec un intervalle interquartile (IQR) allant de 14 à 43 ans, ce qui indique une population relativement jeune, mais avec une dispersion modérée autour de la médiane.

La répartition selon le sexe montre une prédominance de femmes, représentant 58,4 % de l'échantillon, contre 41,6 % d'hommes. Cette différence de répartition pourrait influencer certains résultats, notamment ceux liés à l'accès aux soins ou à l'acceptabilité des interventions.

Concernant le niveau de scolarité, sur les 607 individus pour lesquels l'information était disponible, une faible proportion a un niveau limité au préscolaire (3,7 %). La majorité a atteint le niveau primaire (44,5 %) ou secondaire (42,4 %), tandis que 9,8 % ont poursuivi des études universitaires (Tableau 2).

Variable	Intervention N=902	(%) 100%
<u>Âge</u>		
< 15 ans	230	25,4%
> 15 ans	672	74,6%
Médiane (ans [°])	24,7	(14 - 43) *
<u>Genre</u>		
Féminin	528	58,4
Homme	374	41,6
<u>Scolarité</u>		
Préscolaire	16	3,7%
Primaire	188	44,5%
Secondaire	180	42,4%
Universitaire	43	9,8%

* Intervalle interquartile

Tableau 2. Répartition des individus selon les variables sociodémographiques dans les quartiers d'intervention.

❖ Composition des ménages

Le nombre moyen de membres permanents par ménage dans l'échantillon étudié est de 7 (IQR 4-10) pour le quartier de Nimzatt à Guédiawaye et de 9 (IQR 6-12) à Jaxaay.

❖ Antécédents médicaux et facteurs de risque

Parmi les 902 personnes recensées dans le quartier d'intervention, la prévalence du diabète déclaré est relativement faible, avec seulement 15 cas identifiés (1,76 %). En revanche, l'hypertension artérielle (HTA) déclarée est plus fréquente, touchant 96 individus, soit 11,27 % de l'échantillon.

Variable	Intervention N (902)	(%)
Cas Index	94	10,4%
Diabète déclaré	15	1,8%
HTA déclarée	96	11,3%
VIH	3	0.3%

Tableau 3. Répartition des facteurs de risque et comorbidités

Parmi les 760 individus examinés, 608 présentaient une cicatrice de BCG, soit 80 %.

7.3 Acceptabilité de l'approche porte à porte du dépistage actif

Parmi les 902 personnes présentes, 887 ont accepté de se faire dépister, soit un taux d'acceptation de 98,33 %. La figure 5 montre que tous les ménages autour des cas index n'ont pas été identifiés. Par ailleurs, les nouveaux cas détectés résident principalement dans le même ménage que les cas index, à l'exception d'un cas retrouvé dans un ménage voisin.

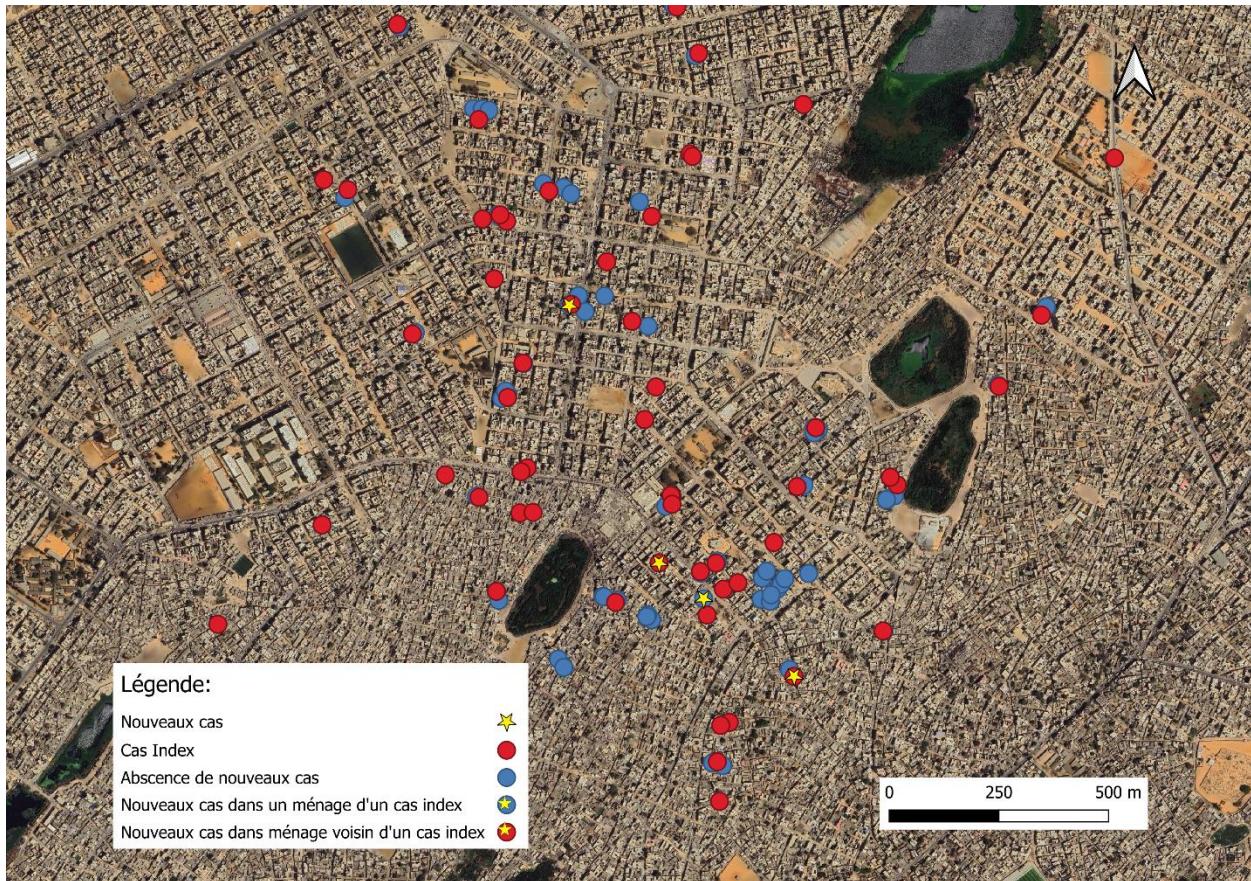


Figure 5 Carte avec les ménages visités lors du dépistage actif de la TB dans un quartier d'intervention à Dakar.

Source : Carte fait avec QGIS (*fond Google Satellite*), géolocalisation projet Action Damien, 2025

7.4 Efficacité opérationnelle du dépistage actif

Parmi les 887 personnes ayant accepté le dépistage, 113 présentaient des signes évocateurs de tuberculose, soit une proportion de 12,73 %. Sur ces cas présumés, des examens diagnostiques ont permis de confirmer 11 cas de tuberculose, correspondant à un taux de confirmation de

9,73 % parmi les présumés et à 1,24 % par rapport à l'ensemble des personnes dépistées. Ces cas confirmés ont été orientés vers une prise en charge appropriée conformément au protocole national.

7.5 Faisabilité opérationnelle du dépistage actif

Sur 1 424 personnes listées, 902 étaient présentes au moment du passage des équipes, soit une disponibilité effective de 63,55 %. (Tableau 4).

Variable	Intervention N	(%)
Nombre de personnes listées	1424	100%
Nombre de personnes présentes au moment de l'enquête	902	63,5%
Nombre de personnes qui acceptent le dépistage	887	98,3%
Nombre de personnes dépistées	887	98,3%
Nombre de cas présumés	113	12,7%
Nombre de cas confirmés TB	11	12,2%

Tableau 4. Participation au dépistage selon le district et le quartier d'intervention

Sur la période du 23 décembre 2024 au 5 janvier 2025, les données recueillies montrent une nette différence entre les quartiers d'intervention et les quartiers témoins. Le quartier **Nimzatt** (Guédiawaye) a permis de détecter **6 cas** de tuberculose, tandis que **Jaxaay** (Keur Massar) en a détecté **5**, soit un total de **11 cas** dont 4 étaient des voisins. En comparaison, les quartiers témoins **Wakhinane** (Guédiawaye) et **Boune** (Keur Massar) n'ont respectivement identifié que **3 cas** et **0 cas** sur la même période, soit un total de **3 cas dans les ménages des cas index**.

8. Discussion et perspectives

8.1 Introduction

Cette étude de recherche opérationnelle s'est inscrite dans une volonté d'examiner, pour la première fois à Dakar, la mise en œuvre et les résultats d'un dépistage actif de la tuberculose par une approche novatrice basée sur la cartographie, visites porte-à-porte et l'usage de l'intelligence artificielle à Dakar autour des cas index, dans des contextes urbains à forte charge de morbidité. En évaluant simultanément l'acceptabilité, la faisabilité et l'efficacité opérationnelle de cette stratégie dans deux districts ciblés, ce travail visait à répondre à des enjeux cruciaux pour la lutte contre la tuberculose dans les milieux à ressources limitées.

Les analyses ont permis d'examiner la performance du dépistage actif à travers des indicateurs précis tels que la proportion de cas détectés dans les quartiers d'intervention comparés aux quartiers témoins, ainsi que les niveaux de participation communautaire et de couverture des ménages.

Dans cette section, les principaux résultats ont été interprétés à la lumière des données empiriques disponibles dans la littérature, en soulignant leur cohérence ou leurs divergences. L'objectif est de dégager les implications pratiques et stratégiques de ces résultats pour le développement de programmes de dépistage proactif, en tenant compte des forces, des limites et des conditions d'implémentation spécifiques à un contexte urbain africain.

8.2 Analyse de l'efficacité opérationnelle du dépistage actif

La carte présentée en figure 3 met en évidence que certains cas index sont situés à proximité immédiate de zones où aucun nouveau cas n'a été détecté. Cette situation pourrait s'expliquer non par une absence réelle de transmission, mais par une couverture incomplète des ménages voisins. Ce constat illustre l'un des défis fréquents en recherche opérationnelle : la difficulté d'assurer une mise en œuvre optimale sur le terrain, en particulier lorsque les ressources sont limitées ou que les contraintes logistiques freinent la progression des équipes. L'utilisation d'une

application qui permet en temps réel de vérifier les ménages dépistés pourrait aider à améliorer la couverture de ménages à dépister.

L'évaluation de l'efficacité opérationnelle du dépistage actif de la tuberculose à Dakar a reposé sur la comparaison des proportions de détection de nouveaux cas entre les quartiers d'intervention et les quartiers témoins. Ces résultats confirment que les stratégies actives améliorent la détection précoce et réduisent la transmission communautaire, comme observé en Inde, aux Philippines et au Bangladesh. L'efficacité repose sur la personnalisation des interventions en fonction des besoins locaux et sur une allocation optimale des ressources. La recherche active de la tuberculose au sein de la communauté constitue ainsi un levier puissant dans la lutte contre la maladie(27–32). Elle demeure essentielle dans les environnements à forte prévalence(33). En Éthiopie, le dépistage des contacts familiaux a révélé son efficacité en permettant de détecter préocemment un nombre significatif de nouveaux cas de tuberculose, les membres de la famille étant particulièrement vulnérables en raison d'une exposition prolongée au patient index. Cette approche proactive a favorisé une réduction notable des délais entre l'infection et le diagnostic, augmentant ainsi les chances de traitement précoce et rompant potentiellement la chaîne de transmission au sein de la communauté. En ciblant les individus les plus exposés, cette stratégie judicieuse montre non seulement un potentiel pour diminuer la morbidité liée à la tuberculose, mais aussi pour alléger la pression sur le système de santé en optimisant l'allocation des ressources disponibles(34).

A Dakar, les quartiers sélectionnés pour le dépistage actif ont été choisis à partir d'une analyse spatiale des cas de tuberculose notifiés avant l'intervention, selon la méthode de Kulldorff (voir figure 4). Trois clusters géographiques statistiquement significatifs ont été identifiés à Whakinane, Nimzatt, Malika et Medina Gounass, et un quatrième, non significatif, à Jaxaay. Toutefois, des contraintes opérationnelles, notamment l'absence d'informations complètes sur les adresses des malades, ont limité la couverture des ménages autour des cas index, réduisant potentiellement l'impact du dépistage actif. Malgré cela, cette approche basée sur l'identification spatiale des zones à risque constitue une méthode prometteuse pour orienter de manière plus ciblée les futures interventions, et optimiser ainsi le rendement et l'efficacité opérationnelle du dépistage actif.

8.3 Analyse de la faisabilité opérationnelle du dépistage actif

L'analyse de la faisabilité du dépistage actif par approche porte-à-porte s'est appuyée sur deux indicateurs clés : la participation communautaire et la couverture effective des ménages contactés dans les quartiers d'intervention. L'acceptabilité et l'adhésion favorisent une participation communautaire aux interventions de dépistage(35,36). L'étude montre une acceptabilité très élevée du dépistage actif, avec 98,33 % des personnes présentes ayant accepté de se faire dépister. Ce taux dépasse ceux rapportés dans d'autres contextes africains, où l'acceptabilité reste faible (37). Il reflète probablement une bonne préparation communautaire, une confiance envers les équipes de terrain et un faible niveau de stigmatisation.

Cependant, cette forte acceptation individuelle contraste avec la couverture partielle des ménages, suggérant des limites opérationnelles, telles qu'un recensement incomplet ou des contraintes logistiques. Cela montre qu'une forte acceptabilité ne garantit pas à elle seule l'efficacité de l'intervention si la stratégie de ciblage reste incomplète.

Enfin, la majorité des cas détectés provenaient du même ménage que les cas index, ce qui confirme l'importance des contacts intrafamiliaux dans la transmission. Toutefois, la détection d'un cas dans un ménage voisin souligne l'intérêt d'élargir le dépistage aux contacts péridomestiques, comme recommandé dans les milieux à forte densité urbaine(38). L'approche porte-à-porte apparaît donc socialement bien acceptée et prometteuse, à condition d'être renforcée par une meilleure couverture des ménages et une planification plus rigoureuse.

8.4 Limites, biais et forces de l'étude

❖ **Limites de l'étude**

Malgré la rigueur méthodologique de cette étude, plusieurs limites doivent être prises en compte. La sélection des quartiers a été limitée à la disponibilité des données complètes dans les registres de la TB, ceci est une réalité qui peut être corrigée avec le renforcement de la complétude de l'enregistrement des cas notifiés en particulier leurs adresses. Certains malades

donnent également des adresses fausses par crainte d'être stigmatisés. Certaines formations sanitaires exigent le certificat de résidence avant de démarrer le traitement antituberculeux, c'est une stratégie à considérer.

En outre, malgré les efforts de supervision et de validation sur le terrain, des erreurs de saisie, des données manquantes ou des incohérences ont été détectées. La comparaison entre l'application ODK et la feuille de collecte des données clés sur papier a limité les erreurs.

Enfin, la conception transversale de l'étude, qui se limite à une observation à un moment précis, ne permet pas d'établir l'effet dans la transmission de la TB. Aussi, il faut prendre en compte que tant que les conditions d'habitat ne sont pas améliorées et que les facteurs de risque modifiables ne sont pas éradiqués, la transmission de la TB persistera.

❖ **Biais potentiels**

Plusieurs biais méthodologiques peuvent également avoir influencé les résultats :

- Le biais de désirabilité sociale constitue une limite importante. Certains participants ont pu déclarer ou dissimuler certains comportements ou symptômes afin de se conformer à ce qu'ils percevaient comme socialement acceptable, en particulier dans un contexte de sensibilisation communautaire autour de la tuberculose. Ce phénomène peut avoir altéré l'objectivité des réponses, notamment pour des variables liées à la stigmatisation ou aux comportements de santé.
- Un biais de sélection est aussi possible, dans la mesure où certains ménages absents lors du passage des équipes ou ayant refusé de participer, pourraient présenter des caractéristiques différentes (niveau de risque, accès aux soins, mobilité) par rapport aux ménages enquêtés, ce qui affecterait la représentativité de l'échantillon.
- Enfin, un biais de mémoire ou biais de rappel peut avoir touché les déclarations relatives à des antécédents médicaux, limitant la fiabilité de certaines variables autodéclarées.

❖ Forces de l'étude

L'étude présente plusieurs forces majeures qui renforcent sa pertinence scientifique et opérationnelle.

La principale originalité de cette étude réside dans l'approche porte-à-porte, une première au Sénégal en matière de dépistage systématique de la tuberculose basée sur une cartographie et l'usage de l'IA. Inspirée par la recherche opérationnelle, cette stratégie a permis d'atteindre directement des ménages isolés, de maximiser la couverture et de cibler efficacement les contacts à risque, tout en facilitant une prise en charge précoce(39).

L'intervention menée à Keur Massar et Guédiawaye a permis de tester cette approche dans des contextes à forte charge de morbidité, offrant des résultats pionniers et transférables. Elle ouvre des perspectives concrètes pour une généralisation nationale, notamment dans les zones urbaines à forte densité ou les régions à accès restreint.

Enfin, l'analyse croisée de plusieurs dimensions – faisabilité, efficacité, profils des contacts et facteurs associés – renforce l'intérêt stratégique de l'étude, en fournissant des éléments concrets pour le pilotage et l'optimisation des campagnes de dépistage à venir.

8.5 Perspectives en santé publique

Les résultats de cette étude ouvrent de nouvelles perspectives importantes pour la lutte contre la tuberculose à Dakar et peuvent avoir un impact significatif sur les stratégies de dépistage et de prévention à l'échelle nationale. L'approche porte-à-porte, en particulier dans les zones urbaines à forte charge morbide, pourrait être envisagée comme une intervention clé dans le cadre des politiques de santé publique du Sénégal après la sélection des quartiers à grand fardeau épidémiologique à travers la cartographie (clusters). Néanmoins, il est nécessaire de recommander le remplissage complète des adresses des malades et aussi sensibiliser la communauté pour réduire la stigmatisation. Il faut aussi renforcer la mise en œuvre du dépistage porte-à-porte pour améliorer la couverture des ménages et pour ne pas passer à côté de ménages voisins qui sont probablement à risque d'exposition à un nouveau cas de TB dépisté récemment.

L'OMS recommande le dépistage actif avec l'utilisation du CAD et des tests multiples pour ne pas rater les cas de TB. Dans cette étude, nous avons utilisé un questionnaire, la radiographie du thorax avec CAD, la microscopie et le GeneXpert afin de pouvoir diagnostiquer de manière fiable les cas de TB. A notre connaissance, c'est la première expérience qui combine la sélection de populations à risque avec une cartographie, ce qui permet d'améliorer l'efficacité et l'efficience de l'intervention.

Enfin, les résultats de cette étude devraient encourager une réflexion sur les moyens de renforcer la surveillance épidémiologique et d'améliorer la collaboration entre les acteurs locaux, les autorités sanitaires et les communautés. Des stratégies de dépistage adaptées, soutenues par des politiques de sensibilisation, pourraient jouer un rôle crucial dans la réduction du fardeau de la tuberculose au Sénégal et dans la réalisation des objectifs de santé mondiale. À cet égard, l'exemple belge montre qu'une coordination efficace entre institutions spécialisées peut renforcer le suivi post-dépistage (KCE, 2022) et pourrait ainsi inspirer des approches similaires pour optimiser l'impact du dépistage actif dans le contexte sénégalais (40).

9. Conclusion

L'évaluation du dépistage actif de la tuberculose par approche porte-à-porte dans les quartiers de Keur Massar et Guédiawaye à Dakar a permis de mettre en lumière l'efficacité et la faisabilité de cette stratégie dans des zones à forte charge morbide.

L'étude a démontré que cette méthode offre une couverture élargie, permettant une détection précoce et une prise en charge rapide des cas de tuberculose, contribuant ainsi à la réduction de la transmission de la maladie dans les communautés ciblées.

10. Références bibliographiques

1. World Health Organization. Tuberculosis (TB) [Internet]. [cité 11 avr 2024]. Disponible sur: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/tuberculosis>
2. World Health Organization. Global tuberculosis report 2024 [Internet]. [cité 2 mai 2025]. Disponible sur: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240101531>
3. World Health Organization. Policy brief on tuberculosis-associated disability [Internet]. [cité 3 mai 2025]. Disponible sur: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240077799>
4. Moreira A da SR, Kritski AL, Carvalho ACC. Social determinants of health and catastrophic costs associated with the diagnosis and treatment of tuberculosis. *J bras pneumol.* 18 nov 2020;46:e20200015.
5. Courtwright A, Turner AN. Tuberculosis and stigmatization: pathways and interventions. *Public Health Rep.* 2010;125 Suppl 4(Suppl 4):34-42.
6. Wachinou AP, Ade S, Ndour Mbaye M, Bah B, Baldé N, Gninkoun J, et al. Tuberculosis prevalence and associated factors among persons with diabetes mellitus after intensified case finding in three West African countries. *Multidiscip Respir Med.* 4 août 2021;16(1):783.
7. Marzouki S, Hedhli A, Toujani S, Ouahchi Y, Cheikhrouhou S, Cherif J, et al. Tuberculose et diabète. *Revue des Maladies Respiratoires Actualités.* 1 janv 2021;13(1):228.
8. Programme de Lutte contre la Tuberculose (PNT) | MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DE L’ACTION SOCIALE [Internet]. [cité 1 août 2024]. Disponible sur: <https://www.sante.gouv.sn/programmes-et-projets/programme-de-lutte-contre-la-tuberculose-pnt>
9. UN-Habitat. EDS 2022 report to the SG - for email68 [Internet]. Nairobi : UN-Habitat ; 2022 [cité 3 mai 2025]. Disponible sur : https://unhabitat.org/sites/default/files/2023/03/eds_2022_report_to_the_sg_-for_email68.pdf
10. Starke JR. Prevention of tuberculosis. *Semin Respir Infect.* déc 1989;4(4):318-25.
11. Rahmati S, Nasehi M, Bahrampour A, Mirzazadeh A, Shahesmaeli A. Barriers and gaps in tuberculosis care and treatment in Iran: A multi-center qualitative study. *Journal of Clinical Tuberculosis and Other Mycobacterial Diseases.* 1 mai 2023;31:100353.

12. Ho J, Fox GJ, Marais BJ. Passive case finding for tuberculosis is not enough. *Int J Mycobacteriol.* déc 2016;5(4):374-8.
13. Sohn H, Sweeney S, Mudzengi D, Creswell J, Menzies NA, Fox GJ, et al. Determining the value of TB active case-finding: current evidence and methodological considerations [Internet]. International Union Against Tuberculosis and Lung Disease; 2021 [cité 17 déc 2024]. Disponible sur: <https://www.ingentaconnect.com/content/iuatld/ijtld/2021/00000025/00000003/art00002>
14. Masson E. EM-Consulte. [cité 3 mai 2025]. Apport du dépistage systématique de la tuberculose par la radiographie chez les populations vulnérables à la TB au Sénégal sur 5 ans (2019–2023). Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/article/1713495/apport-du-depistage-systematique-de-la-tuberculose>
15. WHO consolidated guidelines on tuberculosis: module 2: screening: systematic screening for tuberculosis disease [Internet]. [cité 3 mai 2025]. Disponible sur: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240022676>
16. Sow KD, Yanogo P, Ndiaye M, Kane M, Sawadogo B, Otshudiandjeka J, et al. Profil épidémiologique de la Tuberculose, Sénégal, 2009-2018. *Journal of Interventional Epidemiology and Public Health* [Internet]. 16 déc 2021 [cité 3 mai 2025];4(12). Disponible sur: https://www.afenet-journal.net/content/series/4/3/12/full/?utm_source=chatgpt.com
17. Subclinical Tuberculosis Disease—A Review and Analysis of Prevalence Surveys to Inform Definitions, Burden, Associations, and Screening Methodology [Internet]. ResearchGate ; [cité 3 mai 2025]. Disponible sur : https://www.researchgate.net/publication/344291301_Subclinical_Tuberculosis_Disease-A_Review_and_Analysis_of_Prevalence_Surveys_to_Inform_Definitions_Burden_Associations_and_Screening_Methodology
18. Zachariah R, Harries AD, Ishikawa N, Rieder HL, Bissell K, Laserson K, et al. Operational research in low-income countries: what, why, and how? *The Lancet Infectious Diseases.* 1 nov 2009;9(11):711-7.
19. Kumar AMV, Harries AD, Satyanarayana S, Thekkur P, Shewade HD, Zachariah R. What is operational research and how can national tuberculosis programmes in low- and middle-income countries use it to end TB? *Indian Journal of Tuberculosis.* 1 déc 2020;67(4, Supplement):S23-32.
20. Burugina Nagaraja S. TB operational research in India - Gaps and pragmatic solutions. *Indian J Tuberc.* janv 2024;71(1):3-6.
21. Fox GJ, Johnston JC, Nguyen TA, Majumdar SS, Denholm JT, Asldurf H, et al. Active case-finding in contacts of people with TB. *Int J Tuberc Lung Dis.* 1 févr 2021;25(2):95-105.

22. Putra IWGAE, Kurniasari NMD, Dewi NPEP, Suarjana IK, Duana IMK, Mulyawan IKH, et al. The Implementation of Early Detection in Tuberculosis Contact Investigation to Improve Case Finding. *J Epidemiol Glob Health.* sept 2019;9(3):191-7.
23. Gadoev J, Harries AD, Korotych O, Kumar AMV, Dadu A, Kuppens L, et al. Operational Research to Inform Programmatic Approaches to the Management of Tuberculosis in Uzbekistan. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* janv 2021;18(23):12308.
24. Salyer SJ, Fitter DL, Milo R, Blanton C, Ho JL, Geffrard H, et al. Evaluation of the national tuberculosis surveillance program in Haiti. *Int J Tuberc Lung Dis.* sept 2015;19(9):1045-50.
25. McLaren ZM, Sharp AR, Zhou J, Wasserman S, Nanoo A. Assessing healthcare quality using routine data: evaluating the performance of the national tuberculosis programme in South Africa. *Tropical Medicine & International Health.* 2017;22(2):171-9.
26. Kulldorff M, Nagarwalla N. Spatial disease clusters: detection and inference. *Stat Med.* 30 avr 1995;14(8):799-810.
27. Chadha VK, Praseeja P. Active tuberculosis case finding in India – The way forward. *Indian Journal of Tuberculosis.* 1 janv 2019;66(1):170-7.
28. Kak N, Chakraborty K, Sadaphal S, AlMossawi HJ, Calnan M, Vikarunnessa B. Strategic priorities for TB control in Bangladesh, Indonesia, and the Philippines – comparative analysis of national TB prevalence surveys. *BMC Public Health.* 25 avr 2020;20(1):560.
29. Lorent N, Choun K, Thai S, Kim T, Huy S, Pe R, et al. Community-Based Active Tuberculosis Case Finding in Poor Urban Settlements of Phnom Penh, Cambodia: A Feasible and Effective Strategy. *PLOS ONE.* 27 mars 2014;9(3):e92754.
30. John S, Gidado M, Dahiru T, Fanning A, Codlin AJ, Creswell J. Tuberculosis among nomads in Adamawa, Nigeria: outcomes from two years of active case finding. *Int J Tuberc Lung Dis.* avr 2015;19(4):463-8.
31. Tchieche Epse Kamgue C, Juergen N. Douze ans de prise en charge programmatique de la tuberculose multirésistante au Cameroun. *Revue des Maladies Respiratoires.* 1 janv 2017;34:A222-3.
32. MacPherson P, Shanaube K, Phiri MD, Rickman HM, Horton KC, Feasey HRA, et al. Community-based active-case finding for tuberculosis: navigating a complex minefield. *BMC Global Public Health.* 8 févr 2024;2(1):9.
33. Ding C, Ji Z, Zheng L, Jin X, Ruan B, Zhang Y, et al. Population-based active screening strategy contributes to the prevention and control of tuberculosis. *Zhejiang Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban.* 25 déc 2022;51(6):669-78.

34. Yassin MA, Yirdaw KD, Datiko DG, Cuevas LE, Yassin MA. Yield of household contact investigation of patients with pulmonary tuberculosis in southern Ethiopia. *BMC Public Health.* 20 mai 2020;20(1):737.
35. Merid Y, Mulate YW, Hailu M, Hailu T, Habtamu G, Abebe M, et al. Population-based screening for pulmonary tuberculosis utilizing community health workers in Ethiopia. *International Journal of Infectious Diseases.* 1 déc 2019;89:122-7.
36. Sarwar G, Khan SM, Irfan SD, Khan MNM, Reza MdM, Rana AKMM, et al. Community based peer-led TB screening intervention: an innovative approach to increase TB knowledge, presumptive case identification, and referral among sexual minority people in urban Bangladesh. *BMC Health Serv Res.* 29 juill 2023;23(1):810.
37. Jerene D, Endale A, Lindtjørn B. Acceptability of HIV counselling and testing among tuberculosis patients in south Ethiopia. *BMC Int Health Hum Rights.* 30 mai 2007;7:4.
38. Singh J, Balushi L, Mahrazi N, Peterson E, Koole O, Ajmi FA, et al. Prevalence of Latent Tuberculosis (LTB) among Household Contacts of Newly Diagnosed Omani Pulmonary Tuberculosis Patients. *Journal of Tuberculosis Research.* 2 janv 2020;8(1):11-21.
39. Migliori GB, Korotych O, Achar J, Ciobanu A, Dravniece G, Germanovych M, et al. Operational research as a mechanism to improve treatment outcomes for drug-resistant TB in the WHO European Region. *IJTLD Open.* mars 2024;1(3):103-10.
40. Noordhout CMD, Devos C, Adriaenssens J, Bouckaert N, Ricour C, Gerkens S. Évaluation de la performance du système de santé : soins des personnes vivant avec des maladies chroniques. 2022;