



Vous avez un accès
institutionnel

☰ Contour



Télécharger

Exportation ▾

Volume 3, numéro 10 ,octobre 2015, pages e598-e608

accès libre

Des articles

Évaluation des projections épidémiques à l'aide de données récentes d'enquêtes sur le VIH en Afrique du Sud: une analyse de validation de dix modèles mathématiques de l'épidémiologie du VIH à l'ère de la thérapie antirétrovirale

Dr Jeffrey W Eaton PhD ^b , Nicolas Bacaër PhD ^c , †, Anna Bershteyn PhD ^d , †, Valentina Cambiano PhD ^e , †, Anne Cori PhD ^{un} , †, Professeur Rob E Dorrington MPhil ^f , †, Prof Christophe Fraser PhD ^{un} , †, Chaitra Gopalappa PhD ^h , †, Jan AC Hontelez PhD ^{je} , j , k , †, Leigh F Johnson PhD ^g , †, Daniel J Klein PhD ^d , †, Prof Andrew N Phillips PhD ^e , †, Carel Pretorius PhD ^l , †, John Stover MA ^l , †, Prof Thomas M Rehle MD ^g , ^m, Prof Timothy B Hallett PhD ^b

☰ **Montre plus**

[https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(15\)00080-7](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(15)00080-7)

Obtenir des droits et du contenu

Sous Creative Commons licence

Fait référence à David P Wilson, Cliff C Kerr

[Pouvons-nous savoir à l'avance si les modèles vont bien faire les choses?](#)

The Lancet Global Health, Volume 3, Numéro 10, Octobre 2015, Pages e577-e578



Télécharger le fichier PDF

Mentionné par David P Wilson, Cliff C Kerr

[Pouvons-nous savoir à l'avance si les modèles vont bien faire les choses?](#)

The Lancet Global Health, Volume 3, Numéro 10, Octobre 2015, Pages e577-e578



Télécharger le fichier PDF

Résumé

Contexte

Les modèles mathématiques sont largement utilisés pour simuler les effets des interventions de lutte contre le VIH et pour projeter les futures tendances épidémiologiques et les besoins en ressources. Nous avons cherché à valider les projections du modèle passé par rapport aux données d'une vaste enquête sur les ménages réalisée en Afrique du Sud en 2012.

Méthodes

Nous avons comparé dix projections modèles de prévalence du VIH, d'incidence du VIH et de traitement antirétroviral (ARV) pour l'Afrique du Sud avec des estimations tirées des enquêtes nationales auprès des ménages de 2012. Les projections modèles pour 2012 ont été faites avant la publication de l'enquête 2012. Nous avons comparé la prévalence du VIH chez les adultes (15-49 ans) en 2012, le changement de prévalence entre 2008 et 2012 et la prévalence, l'incidence et la couverture antirétrovirale par sexe et par groupe d'âge entre les projections du modèle et l'enquête de 2012.

Résultats

Tous les modèles prévoyaient des estimations de prévalence plus faibles pour 2012 que l'estimation de l'enquête (18,8%), les projections centrales de huit modèles étant inférieures à l'IC 95% de l'enquête (17,5-20,3). Huit modèles prévoyaient que la prévalence du VIH resterait inchangée ($n = 5$) ou diminuerait ($n = 3$) entre 2008 et 2012, tandis que les estimations de prévalence issues des enquêtes auprès des ménages passeraient de 16,9% en 2008 à 18,8% en 2012 (différence $1,9$, IC 95% $-0,1$ à $3,9$). Les projections du modèle prédisent avec précision le déclin de la prévalence de 1,6% (IC à 95% $-0,3$ à $3,5$) chez les jeunes adultes âgés de 15 à 24 ans et de 2,2 points de pourcentage (de 0,5 à 3,9) d'augmentation chez les personnes de 50 ans et plus. Les modèles représentaient avec précision le nombre d'adultes sous ART en 2012; six des dix modèles étaient dans l'enquête 95% IC de 1,54-2,12 millions. Cependant, la couverture différentielle des antirétroviraux entre les femmes et les hommes n'a pas été entièrement saisie; toutes les projections du rapport sexuel des femmes sur les hommes sous ARV étaient inférieures à l'estimation de 2,22 (IC à 95% 1,73-2,71).

Interprétation

Les projections de déclin globaux des épidémies de VIH au cours de la période du traitement antirétroviral auraient pu être optimistes. Les besoins futurs en matière de traitement et de prévention du VIH pourraient être plus importants que prévu. Des données supplémentaires sur la prestation de services pour le traitement du VIH

pourraient aider à fournir des projections plus précises.

Financement

Bill et Melinda Gates Foundation.

 Article précédent

Prochain article 

introduction

Les modèles mathématiques sont largement utilisés pour générer des estimations et des projections à court terme des épidémies de VIH ^{1,2} et pour évaluer les coûts et les effets des interventions potentielles pour contrôler l'épidémie. ^{3,4} Ces modèles synthétisent les informations épidémiologiques, les données de surveillance, la théorie des maladies infectieuses et les hypothèses sur les conditions futures et les efforts d'intervention pour générer des projections de l'épidémie de VIH. Les projections modèles sont devenues de plus en plus essentielles à la prise de décision politique et à la planification et à l'allocation des ressources. ⁵ Pour de nombreuses utilisations, la valeur de ces analyses pour la prise de décision en matière de santé publique dépend de l'exactitude de leurs projections.

Le changement récent le plus important dans l'épidémiologie du VIH a été la fourniture de traitements antirétroviraux dans les pays à faible revenu et à revenu intermédiaire, le nombre d'ARV dans les pays à faible revenu et à revenu intermédiaire étant passé de 300 000 en 2002 à 50%. ⁹ · estimé 7 millions à la fin de l'année 2012. ⁶ Le succès ART à la fois améliore la survie des personnes séropositives, potentiellement jusqu'à l'espérance de vie quasi-normale, ⁷ et inhibe la transmission ultérieure du virus. ⁸ Cet effet préventif a soulevé des questions innombrables sur la trajectoire future des épidémies de VIH, que les programmes de traitement antirétroviral existants sont suffisants pour réduire l'incidence, si des facteurs compensatoires limiteront tout effet, et quelles sont les ressources nécessaires pour la fourniture future ART à court et à long terme. ⁹

En réponse à ces questions, de nombreux modèles ont été utilisés pour quantifier les conséquences à court et à long terme de la TAR actuelle et future sur la prévalence, l'incidence et la mortalité du VIH ^{4,10,11}, y compris l'évaluation de l'utilisation potentielle réduire considérablement ou éliminer la transmission du VIH. ¹²⁻¹⁴ Une comparaison des modèles pour l'Afrique du Sud a montré que même si l'effet à long terme de l'ART sur l'incidence variait considérablement, les projections à court terme des modèles de base étaient similaires. ¹⁰ Cet accord a renforcé la confiance dans ces projections, mais l'évaluation de l'exactitude de ces projections, et implicitement

la confiance qui devrait être mis sur les projections à long terme de ces modèles, n'a pas été possible.

Recherche en contexte

Preuve avant cette étude

De nombreux modèles mathématiques ont été développés pour projeter les effets épidémiologiques et démographiques de la thérapie antirétrovirale (TAR) sur les épidémies de VIH et évaluer différentes options politiques pour l'utilisation de la TAR en Afrique subsaharienne et ailleurs. Cependant, le test de ces prédictions par rapport aux données externes n'a pas été possible. Avec de nouvelles données provenant d'une enquête auprès des ménages représentative à l'échelle nationale en Afrique du Sud, nous avons, pour la première fois, comparé les projections de modèles existants avec des données sur la prévalence du VIH, l'incidence du VIH et la couverture ART.

Valeur ajoutée de cette étude

Les modèles étaient en accord avec les nouvelles données pour projeter les baisses de prévalence chez les jeunes adultes et un changement dans la répartition par âge du VIH. Cependant, les projections du modèle n'ont pas prédit l'augmentation globale de la prévalence du VIH chez les adultes depuis l'intensification de la TAR et sous-estimé les niveaux d'incidence actuels.

Implications de toutes les preuves disponibles

Nos résultats suggèrent que les projections existantes de réduction de l'incidence du VIH après la mise à l'échelle du TAR pourraient être trop optimistes. Les ressources nécessaires pour le traitement et la prévention futurs du VIH sont probablement plus importantes que prévu. L'intégration de données plus détaillées sur les modèles d'utilisation des services de santé pourrait améliorer les futures projections épidémiologiques et démographiques du VIH et d'autres maladies.

Les données sont maintenant disponibles à partir d'une vaste enquête auprès des ménages effectuée en 2012 ¹⁵, qui a fourni des mesures représentatives à l'échelle nationale de la prévalence, de l'incidence et de la couverture du traitement antirétroviral en Afrique du Sud. Au cours de la période entre les enquêtes nationales

en 2008 et 2012, le nombre de personnes recevant un traitement antirétroviral en Afrique du Sud a augmenté de trois fois de 730-000 à 2 · 2 millions de ¹⁶ montée subite -a devrait apporter d' importantes réductions de l'incidence du VIH. ¹⁰ Nous avons utilisé les données de l'enquête auprès des ménages de 2012 ¹⁵ pour valider les projections du modèle à court terme publiées précédemment sur l'épidémie sud-africaine de VIH en 2012.

Méthodes

Étudier le design

Nous avons comparé les projections existantes de la prévalence du VIH, de l'incidence du VIH et de la couverture antirétrovirale selon l'âge et le sexe à partir de dix modèles mathématiques de l'épidémie nationale de VIH en Afrique du Sud. comme l'enquête auprès des ménages de 2012). ¹⁵

Modèles mathématiques

Dix modèles mathématiques ont produit des projections de la prévalence du VIH chez l'adulte, de l'incidence du VIH et de la couverture antirétrovirale pour la période 2002-2012 ([tableau](#)). Tous les modèles ont stratifié la population par sexe, produisant des projections pour les hommes et les femmes. Huit des modèles étaient structurés selon l'âge et présentaient des résultats par groupe d'âge de cinq ans.

Tableau . Modèles mathématiques inclus

	Nom du modèle	Type	Âge structuré	MTCT survie *	Projection		Données d'étalonnage principales	Approche d'étalonnage
					temporelle créée et source			
Dorrington et al (2010) ²	ASSA	Compartiment	Oui	Oui	Mars 2011 ¹⁷		Prévalence provinciale de la HSRC selon l'âge et le sexe en 2002, 2005 et 2008; Prévalence de l'ANC 1991-2008; et total des décès par	Calibrage à la main

						âge et par sexe, 1997- 2008	
Bacaër et al (2010) ¹⁸	Bacaër	Compartiment	Oui	Oui	Mars 2010 ^{10 †}	Prévalence de la HSRC selon l'âge et le sexe en 2002, 2005 et 2008; et prévalence de l'ANC selon l'âge 1990-2008	Calibrage à la main
Eaton et Hallett (2014) ¹⁹	Eaton	Compartiment	Non	Non	Novembre 2011 ¹⁰	Prévalence HSRC selon le sexe chez les adultes âgés de 15 à 49 ans en 2002, 2005 et 2008; et prévalence de l'ANC 1990-2010	Étalonnage statistique bayésien des paramètres de mélange sexuel et de changement de comportement
Klein et al (2014) ²⁰	EMOD ‡	Individuel	Oui	Oui	Décembre 2012 ⁴	Estimations 2012 de l'ONUSIDA concernant la prévalence chez les adultes âgés de 15 à 49 ans; et HSRC pour l'âge en 2005 et 2008	Étalonnage à la main avec une probabilité de transmission variable, l'utilisation du préservatif et la simultanéité
Stover et al (2012) ²¹	EPP §	Compartiment	Oui §	Oui	Novembre 2012 ²²	Tendance de la prévalence du VIH dérivée des	Étalonnage statistique bayésien de la force d'infection

ANC
provinciaux,
prévalence
de la HSRC
chez les
adultes âgés
de 15 à 49
ans en 2002,
2005 et 2008

Avenir Health (2015) ²³	Buts §	Compartiment	Oui §	Oui	Décembre 2012 ⁴	Estimations de prévalence 2011 de l'ONUSIDA	Calibrage à la main des paramètres du modèle
Cori et al (2014) ²⁴	pré-PopART	Compartiment	Non	Non	Décembre 2012 ²⁴	Estimations de la prévalence 2008 de l'ONUSIDA	Optimisation des moindres carrés pour les paramètres de mélange sexuel
Hontelez et al (2013) ¹³	STDSIM	Individuel	Oui	Non	Décembre 2012 ⁴	Estimations de prévalence de l'ONUSIDA 2012	Échantillonnage aléatoire à partir des plages pour le nombre de nouveaux partenaires et les paramètres d'utilisation du préservatif
Johnson et al (2012) ²⁵	IST-VIH	Compartiment	Oui	Oui	Novembre 2011 ¹⁰	Prévalence de la HSRC selon l'âge et le sexe en 2005 et 2008; et prévalence de l'ANC selon l'âge 1997-2005	Étalonnage statistique bayésien des paramètres de mélange sexuel, de transmission et d'utilisation du préservatif

Phillips et al (2011) ²⁶ et Cambiano et al (2013) ²⁷	La synthèse	Individuel	Oui	Non	Décembre 2012 ⁴	Prévalence HSRC selon le sexe chez les 15-24 ans et les 15-49 ans en 2002, 2005 et 2008	Échantillonné à partir des distributions pour le changement de comportement et les paramètres de probabilité de transmission
--	-------------	------------	-----	-----	----------------------------	---	--

Les références pour chaque modèle fournissent des détails supplémentaires concernant les hypothèses concernant le comportement sexuel, le traitement antirétroviral et d'autres aspects de la structure du modèle, des paramètres, de la mise en œuvre et de l'étalonnage. ANC = clinique prénatale. ART = thérapie antirétrovirale. EPP = Package d'estimation et de projection. HSRC = Conseil de recherches en sciences humaines. TME = transmission de la mère à l'enfant.

*

Si les modèles ont incorporé la TME du VIH et la survie potentielle de ces infections à l'adolescence.

†

Mis à jour en août 2013, pour simuler les chiffres actuels sur ART de 2010 à 2012.

‡

Version 0.8.

§

Le PPE et les objectifs sont des modèles distincts qui produisent chacun une incidence du VIH non structurée selon l'âge chez les 15 à 49 ans. Les deux modèles sont ensuite introduits dans le module sur l'impact du SIDA du paquet Spectrum, qui applique une structure démographique et un schéma d'âge fixe de l'incidence du VIH.

Tous les modèles ont généré des profils internes cohérents de prévalence, d'incidence et de mortalité du VIH grâce à un processus de transmission dynamique non linéaire dans lequel le nombre de nouvelles infections était fonction du nombre de personnes infectées et de la population à risque. Tous les modèles, à l'exception du progiciel d'estimation et de projection (EPP), ont généré de nouvelles infections en fonction des contacts sexuels et des probabilités de transmission par contact au cours de l'épidémie. Dans EPP, la vitesse à laquelle les individus infectés ont généré de nouvelles infections a été estimée comme une fonction souple et flexible au fil du

temps. ²⁸ Pour les modèles structurés par âge, le taux de formation de nouveaux partenariats sexuels et mélange sexuel (les modèles de la façon dont les partenaires sexuels sont formés) dépendu sur les âges de chaque partenaire (pour PPE et objectifs, le rapport des taux d'incidence du VIH est fonction de l'âge). Tous les modèles sauf pré-PopART ont supposé une réduction du risque de contacts sexuels sans condom ou de transmission au cours de l'épidémie, en raison d'une augmentation de l'utilisation du préservatif (ASSA, Bacaër, EMOD, Objectifs, STDSIM, IST-VIH et Synthèse). en contact sexuel (Eaton, EPP et Objectifs), ou des améliorations dans le contrôle des infections sexuellement transmissibles (ASSA et Objectifs). Les augmentations de l'utilisation du préservatif étaient plus importantes chez les jeunes adultes que chez les adultes plus âgés (ASSA, Bacaër, EMOD, STDSIM et IST-VIH), entraînant une réduction relative du risque de contact sexuel sans condom au cours de l'épidémie. Tous les modèles supposaient une réduction de la mortalité chez les adultes sous TAR et supposaient que la transmission par les personnes sous TAR était réduite d'au moins 90%.

Les modèles différaient dans les données utilisées pour calibrer les tendances épidémiques, l'approche de l'étalonnage et les paramètres autorisés à varier ([tableau](#)). Quatre modèles (EMOD, Objectifs, pré-PopART et STDSIM) reposaient sur les estimations de prévalence de l'ONUSIDA pour calibrer la tendance générale de prévalence, tandis que les autres étaient calibrés directement sur les estimations de prévalence de la surveillance prénatale depuis 1990; 2008. L'ASSA, le Bacaër et l'IST-VIH ont été étalonnés en fonction de la prévalence du VIH selon l'âge et le sexe, à partir des enquêtes auprès des ménages et des dispensaires prénatals. La synthèse a été calibrée uniquement sur la prévalence de l'enquête nationale chez les adultes âgés de 15 à 24 ans et de 15 à 49 ans selon le sexe, et n'a pas intégré la prévalence des consultations prénatals. Un modèle, ASSA, incluait la série chronologique des estimations nationales corrigées de la mortalité toutes causes confondues dans l'étalonnage du modèle. Huit modèles ont utilisé une routine d'optimisation pour identifier les paramètres qui ont produit les épidémies les plus proches des données d'étalonnage ([tableau](#)). Trois modèles (Eaton, EPP et STI-HIV) ont été calibrés statistiquement en utilisant une approche bayésienne pour estimer les distributions postérieures pour les paramètres du modèle incertains et les résultats d'intérêt. Ces modèles ont rapporté 95% d'intervalles crédibles pour les résultats du modèle dans les analyses.

Toutes les projections de modèles analysées ont été produites entre 2010 et 2012 ([tableau](#)), avant l'analyse et la publication des résultats de l'enquête auprès des ménages de 2012. Le Nouveau-Brunswick a mis à jour la projection du modèle de Bacaër pour tenir compte du nombre d'adultes sous TAR de 2010 à 2012, mais aucun changement n'a été apporté à d'autres aspects de la structure ou des hypothèses du

modèle.

Données d'enquête de 2012

L'enquête auprès des ménages 2012 a été une enquête auprès des ménages stratifié représentatif au niveau national effectué entre Janvier 2012 et Novembre 2012. ¹⁵ Il était la quatrième enquête en Afrique du Sud, suite à des enquêtes similaires en 2002, 2005 et 2008. ²⁹⁻³¹ détails de la conception de l'enquête et les résultats sont décrits ailleurs. ¹⁵ En bref, un échantillon représentatif national de 30 747 adultes âgés d'au moins 15 ans a été échantillonné au hasard en deux étapes, dont 20 693 ont participé à un entretien individuel et fourni une tache de sang séchée pour le dépistage du VIH. Les taches de sang séchées ont été testées pour les anticorps anti-VIH en utilisant un algorithme de test à trois dosages. Les échantillons VIH-positifs ont été testés pour la présence d'antirétroviraux en utilisant la chromatographie liquide à haute performance couplée à la spectrométrie de masse en tandem. L'incidence du VIH a été estimée à l'aide d'un algorithme de test basé sur le test d'avidité limitative-antigène pour une infection récente ³², un test antirétroviral et un test de charge virale. ¹⁵ Les résultats de l'enquête ont été publiés en avril 2014. Les taux empiriques de mortalité des adultes de 2003 à 2012 ont été tirés d'estimations tirées du système de surveillance rapide de la mortalité. ³³

analyses statistiques

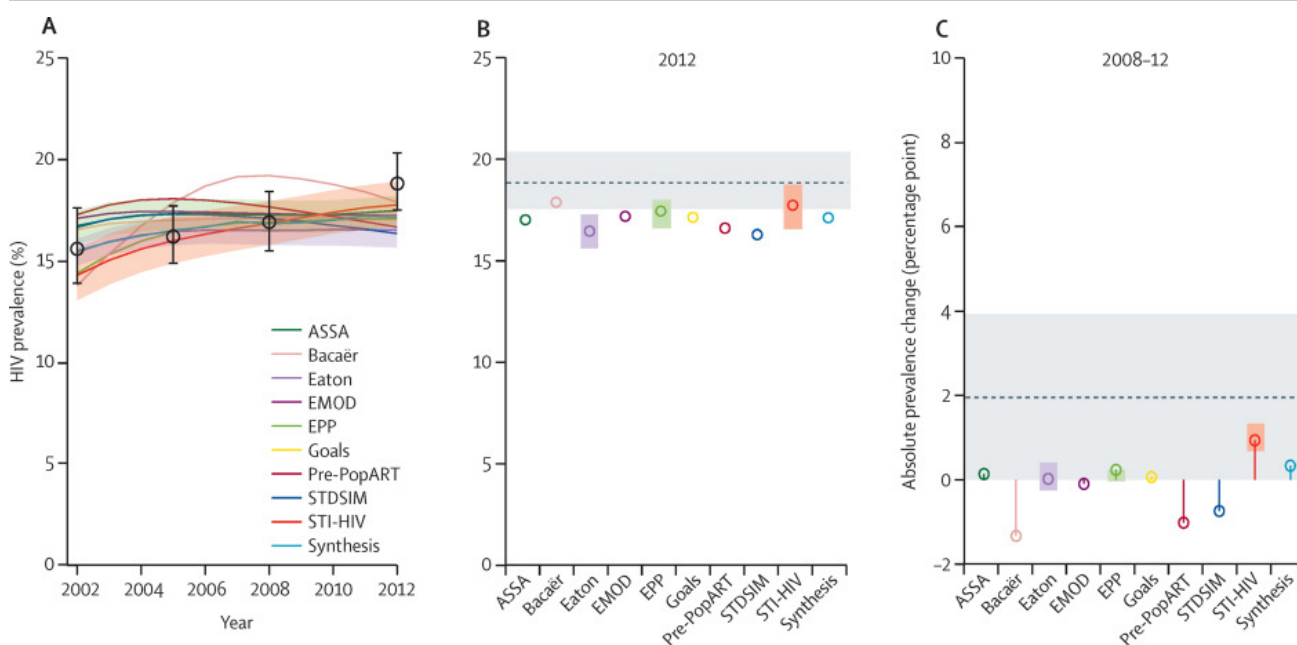
Les principaux résultats comparés entre les projections du modèle et l'enquête de 2012 sur les ménages étaient la prévalence du VIH chez les adultes (15-49 ans) en 2012 et la variation de la prévalence adulte (15-49 ans) entre 2008 et 2012. Les changements de prévalence changements de point, pas de changements relatifs. Nous avons également comparé la prévalence, l'incidence et la couverture antirétrovirale (définie comme le pourcentage d'adultes séropositifs sous ART) par sexe et par groupe d'âge (15-24 ans, 25-49 ans et ≥ 50 ans) pour les huit modèles produisant l'âge. estimations structurées. Nous avons comparé le changement de la prévalence simulée de 2005 à 2008 avec le changement projeté de la prévalence de 2008 à 2012 pour évaluer l'effet de l'étalonnage du modèle sur les projections du modèle futur. Nous avons comparé les tendances modélisées de la mortalité adulte (15-49 ans) avec les estimations nationales du système de surveillance rapide de la mortalité. ³³

Rôle de la source de financement

Le bailleur de fonds de l'étude n'a joué aucun rôle dans la conception de l'étude, la collecte des données, l'analyse des données, l'interprétation des données, la rédaction du rapport ou la décision de soumettre pour publication. L'auteur correspondant avait un accès complet à toutes les données de l'étude et avait la responsabilité finale de la décision de soumettre pour publication.

Résultats

Cinq modèles prévoyaient que la prévalence chez les adultes âgés de 15 à 49 ans en 2012 changerait de 0,3 point de pourcentage ou moins par rapport à la prévalence en 2008. Trois modèles prévoyaient des diminutions de la prévalence de 0,7 à 1,3 point de pourcentage. ([figure 1](#)). Un modèle, IST-VIH, prévoyait une augmentation de la prévalence de 0,9 point de pourcentage (IC 95% 0,6-1,4; [figure 1C](#)).



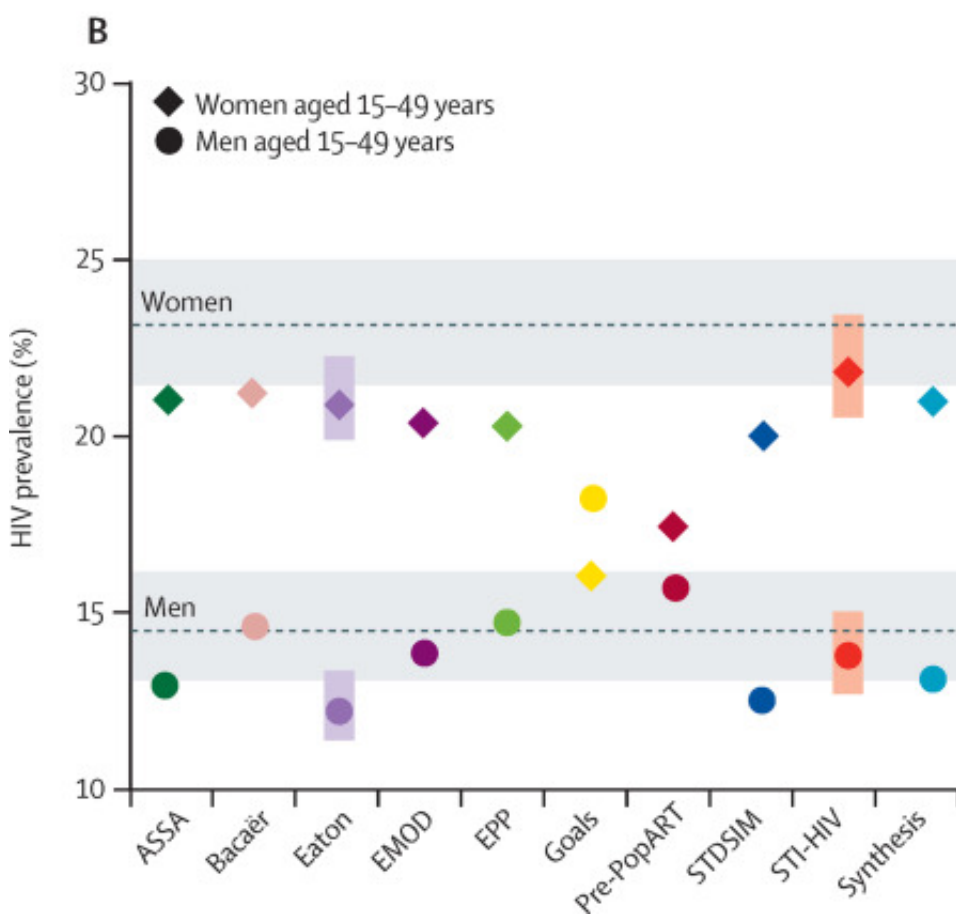
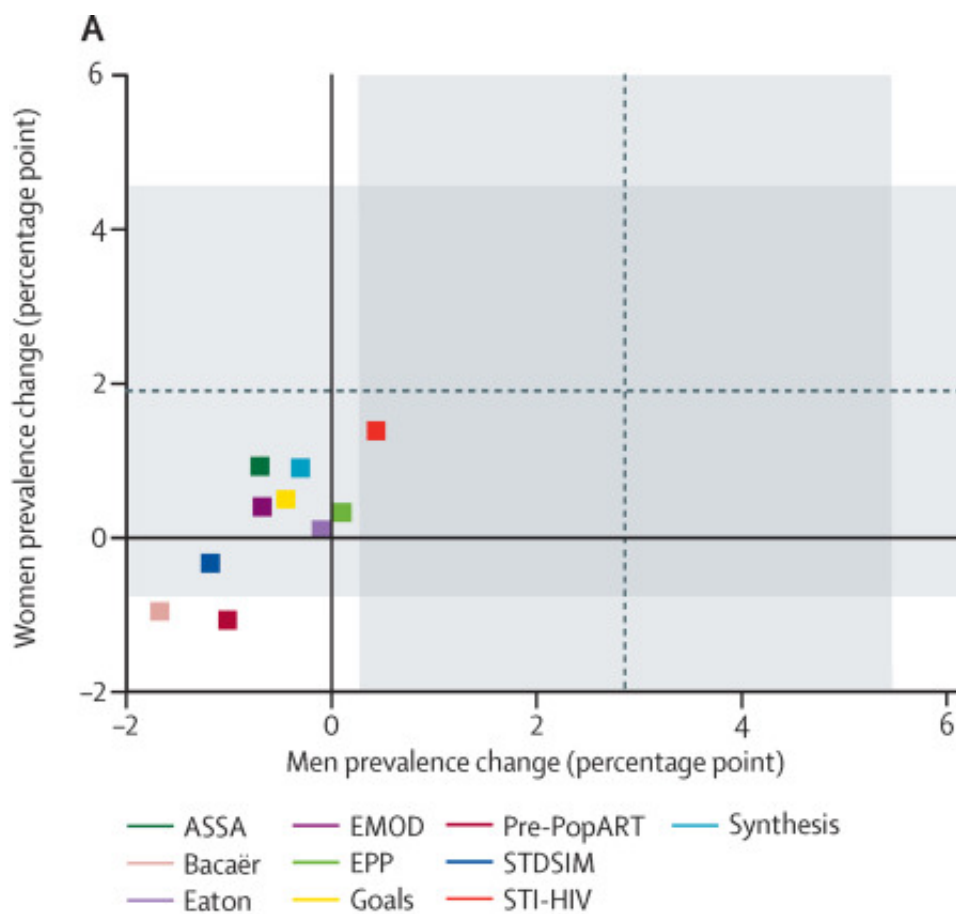
[Télécharger l'image en haute résolution \(493KB\)](#) [Télécharger l'image en taille réelle](#)

Figure 1 . Projections pour la prévalence du VIH chez les adultes âgés de 15 à 49 ans

(A) Tendence prévue pour la prévalence chez les adultes âgés de 15 à 49 ans de 2002 à 2012. Les cercles montrent des estimations d'enquêtes nationales en 2002, 2005, 2008 et 2012, avec des IC à 95% (barres). (B) Les projections du modèle de prévalence chez les adultes âgés de 15-49 ans en 2012 et (C) changement absolu (point de pourcentage) de la prévalence du VIH chez les adultes âgés de 15-49 ans de 2008 à 2012. Les lignes horizontales en pointillés montrent les les régions montrent 95% d'IC autour de ces estimations. Les zones ombrées autour des projections du modèle montrent 95% de régions crédibles bayésiennes pour les trois modèles qui ont estimé l'incertitude statistique autour des estimations et des projections du modèle. EPP = Package d'estimation et de projection.

Cependant, les enquêtes auprès des ménages ont estimé que la prévalence chez les adultes est passée de 16,9% en 2008 à 18,8% en 2012 (différence de 1,9%, IC de 95% de 0,1 à 3,9, [figure 1C](#)). Par conséquent, tous les modèles prévoyaient des estimations de prévalence plus faibles pour 2012 que l'estimation de l'enquête (18,8%), huit des dix projections centrales des modèles étant inférieures à l'enquête IC à 95% (17-5-20-3, [figure 1B](#)).

La disparité entre l'estimation de l'enquête de 2012 et les dix estimations du modèle était due à huit modèles prévoyant que la prévalence diminuerait chez les hommes, alors que les données des enquêtes de 2012 estimaient que la prévalence augmentait de 2,9 points de pourcentage (IC à 95% 5, [figure 2A](#)). Seule l'ITS-VIH (augmentation moyenne de 0,5 point de pourcentage) était dans l'enquête IC à 95% ([figure 2A](#)). Parmi les femmes, sept modèles ont projeté que la prévalence augmenterait, avec ASSA, STI-HIV, et les augmentations de projection de Synthesis de plus de 0.9 points de pourcentage ([figure 2A](#)). Les données de l'enquête ont confirmé cette tendance, avec une augmentation estimée de 1,9% (IC 95% -0,8 à 4,6).



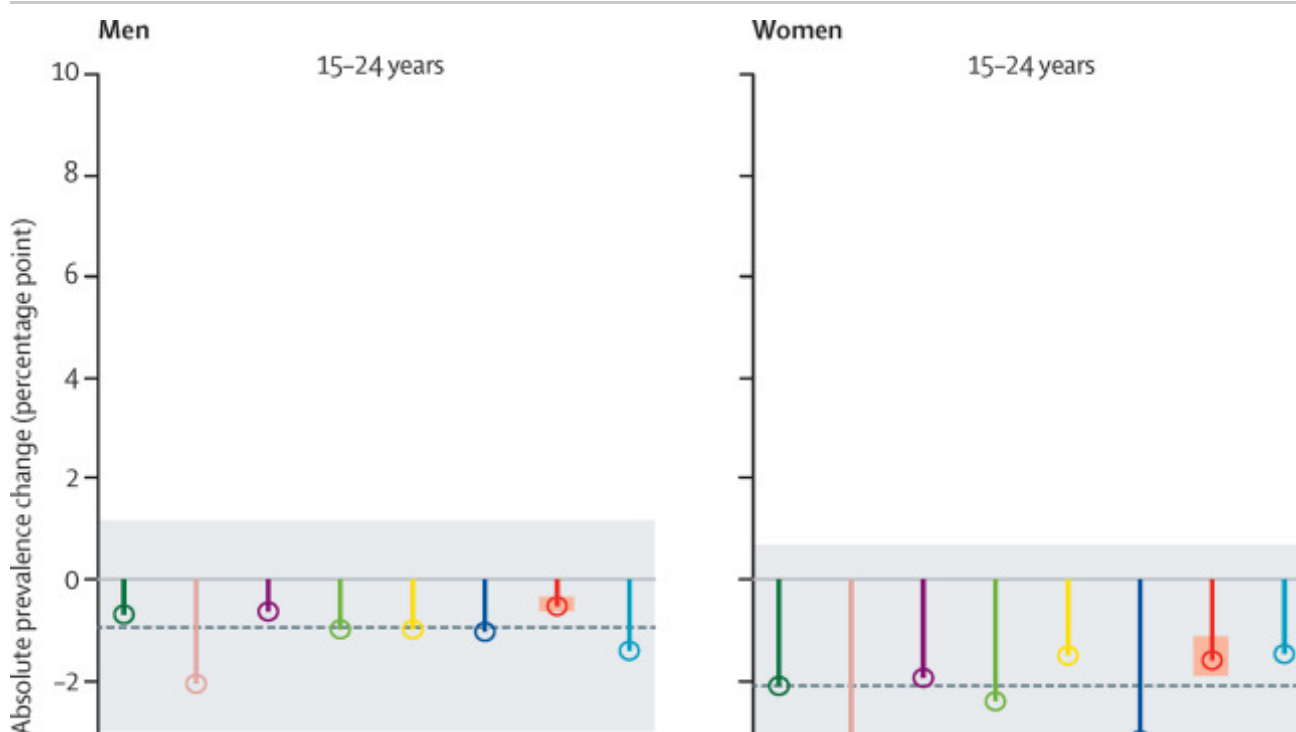
[Télécharger l'image en haute résolution \(430KB\)](#) [Télécharger l'image en taille réelle](#)

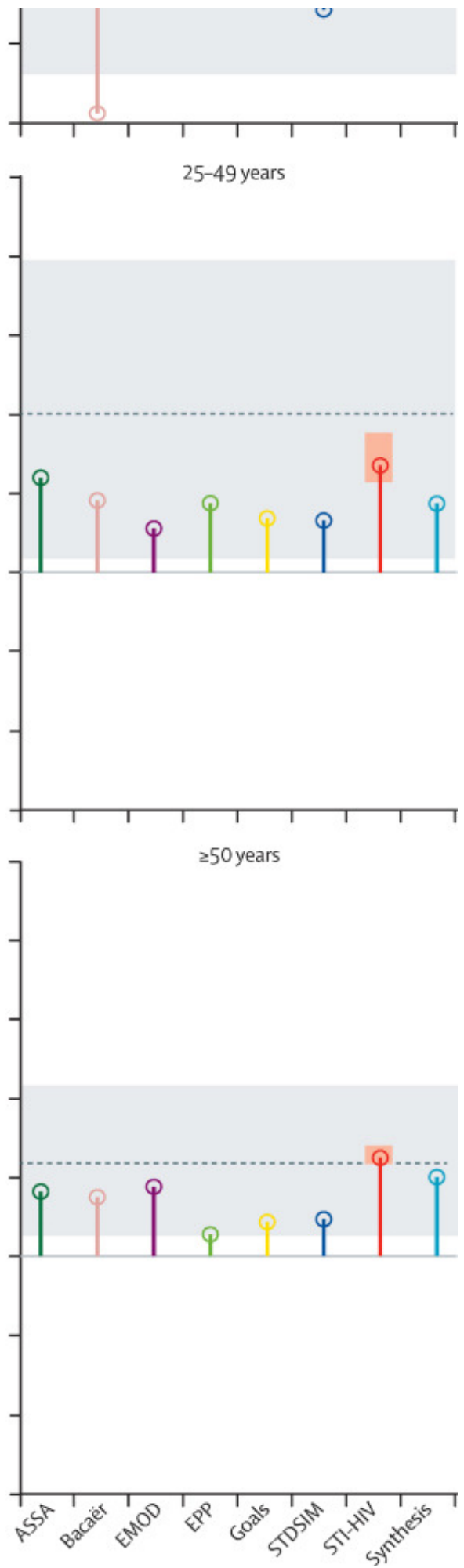
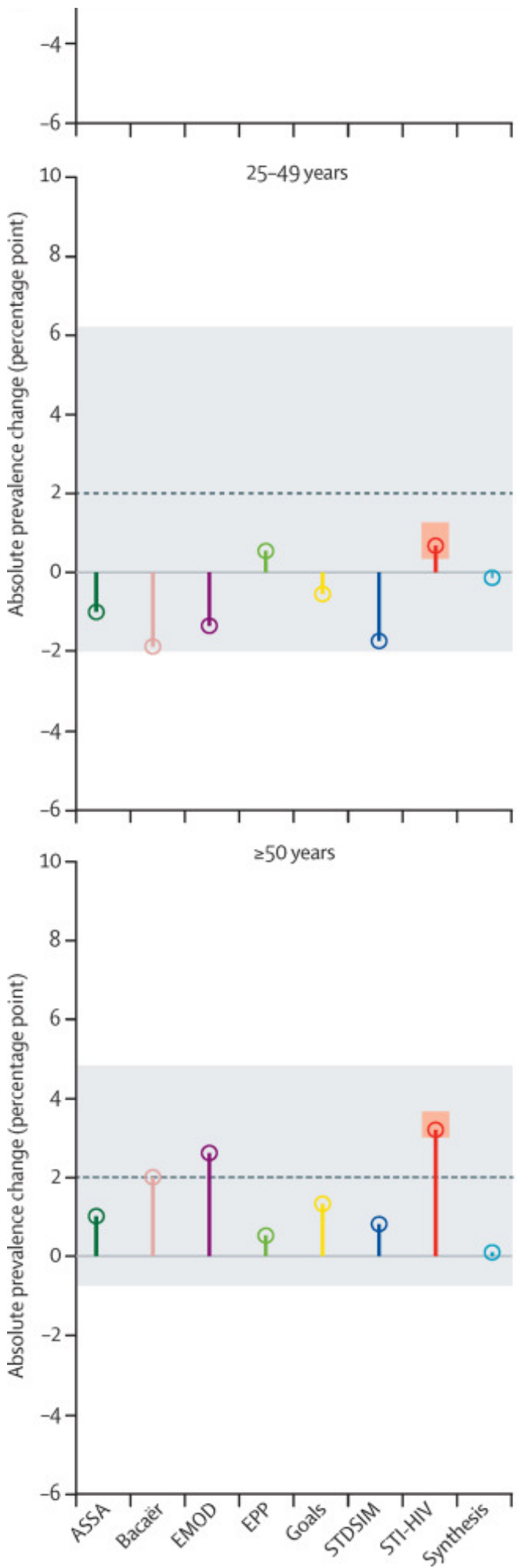
Figure 2 . Prévalence du VIH par sexe chez les adultes âgés de 15 à 49 ans

(A) Changement absolu (en points de pourcentage) de la prévalence entre 2008 et 2012 pour les hommes (axe horizontal) et les femmes (axe vertical). (B) Prévalence du VIH en 2012. Les lignes pointillées montrent les estimations de l'enquête auprès des ménages de 2012 et les bandes ombrées en gris indiquent un IC à 95%. Les zones ombrées autour des projections du modèle montrent 95% d'intervalles crédibles pour les deux modèles qui ont estimé l'incertitude statistique autour des estimations et des projections du modèle pour ce résultat. EPP = Package d'estimation et de projection.

Malgré cette disparité, les estimations de prévalence en 2012 tendaient à être plus précises pour les hommes, alors que pour les femmes, les projections centrales de tous les modèles sauf STI-VIH étaient inférieures à l'enquête IC à 95% ([figure 2B](#)). Cette constatation était due au fait que les modèles avaient tendance à simuler la prévalence en 2008 comme étant plus élevée chez les hommes et plus faible chez les femmes que celle suggérée par l'enquête de 2008 auprès des ménages ([annexe](#)).

Les huit modèles structurés par âge prévoient que la prévalence diminuerait chez les hommes et les femmes âgés de 15 à 24 ans et augmenterait chez les hommes et les femmes de 50 ans et plus ([figure 3](#)), ce qui correspond au vieillissement général du profil épidémique. Cette prédiction a été confirmée par les données de l'enquête auprès des ménages de 2012, qui ont montré des baisses entre 2008 et 2012 de 0,9 point de pourcentage (IC 95% -1,2 à 3,0) pour les jeunes hommes et 2,1 points de pourcentage (-0,6 à 4,8) pour les jeunes femmes, et une augmentation de la prévalence chez les hommes et les femmes de 50 ans et plus de 2,0 points de pourcentage (-0,9 à 4,8) et de 2,4 points de pourcentage (4,3), respectivement ([figure 3](#)).





[Télécharger l'image en haute résolution \(742KB\)](#)

[Télécharger l'image en taille réelle](#)

Figure 3 . Changement de la prévalence du VIH entre 2008 et 2012 par sexe et groupe d'âge

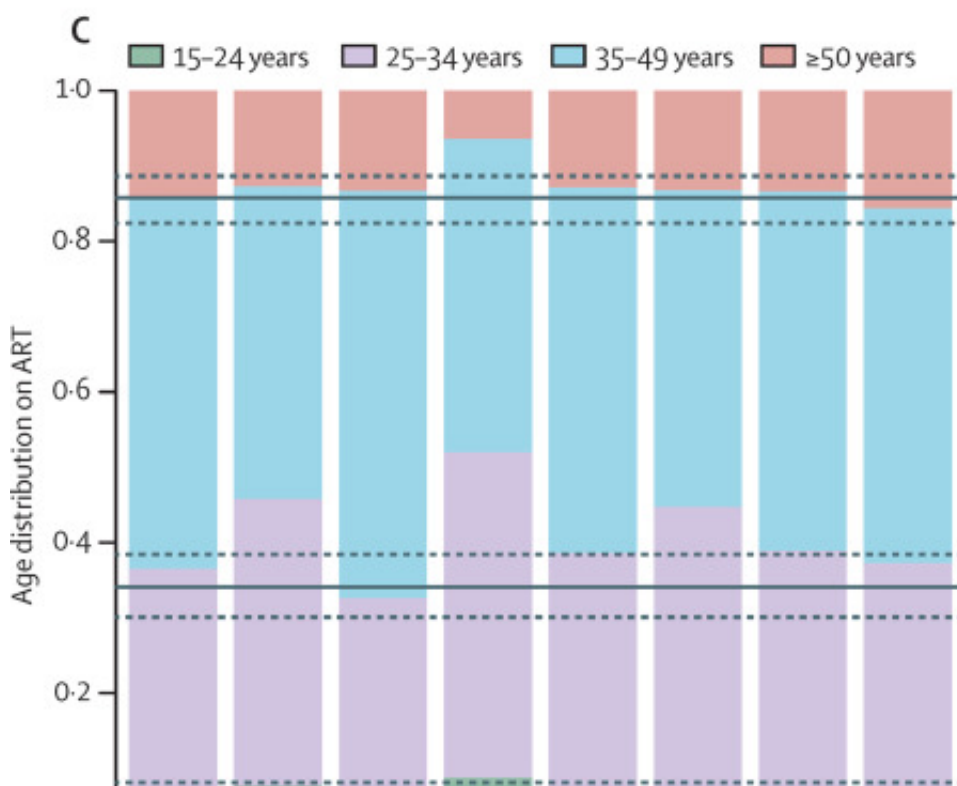
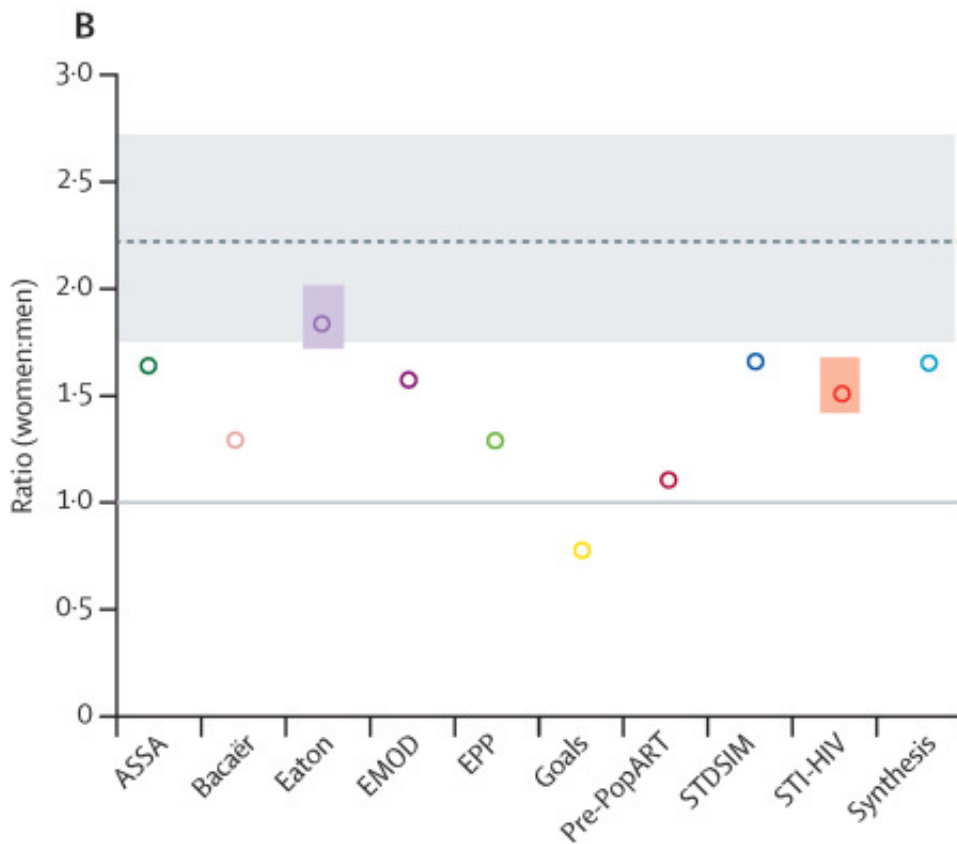
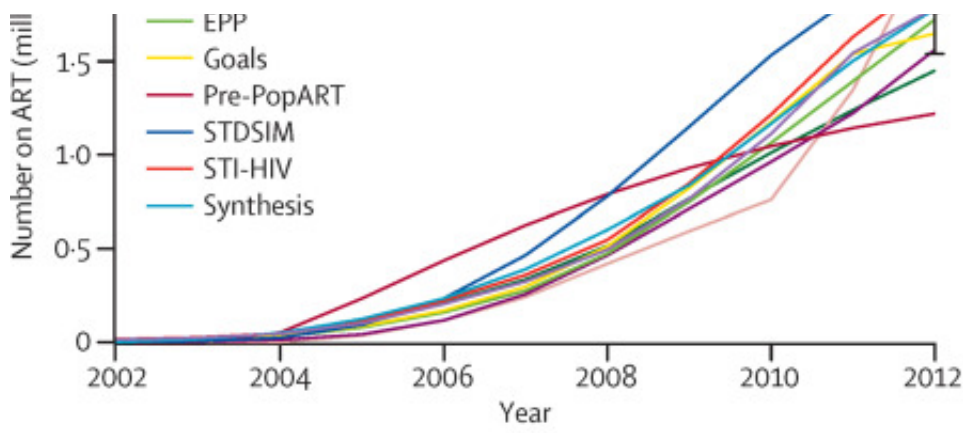
Les lignes pointillées montrent des estimations provenant d'enquêtes successives auprès des ménages avec des régions grisées ombrées montrant des IC à 95%. Les modèles Eaton et pré-PopART ne sont pas inclus car ces modèles n'étaient pas structurés en fonction de l'âge. Les cercles montrent l'estimation du changement de prévalence pour le modèle; les lignes colorées montrent le changement de 0. Les zones ombrées autour des estimations du modèle IST-VIH montrent 95% d'intervalles crédibles (aucun autre modèle n'a estimé l'incertitude statistique autour des estimations du modèle pour ce résultat). EPP = Package d'estimation et de projection.

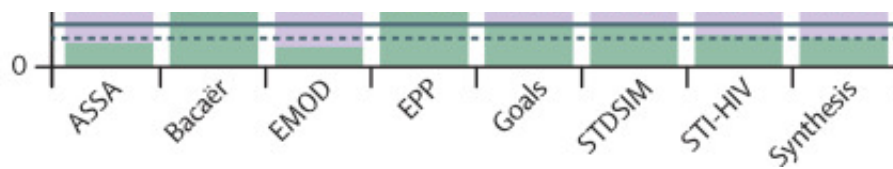
Pour les femmes âgées de 25 à 49 ans, tous les modèles prévoyaient que la prévalence augmenterait de 1, 1 point de pourcentage et de 2, 7 points de pourcentage. L'estimation du point de sondage suggérait une augmentation plus importante de 4,1 points de pourcentage (IC à 95% 0, 3-7, 8). L'écart le plus important entre les projections du modèle et les estimations des points d'enquête concernait les hommes âgés de 25 à 49 ans. Six modèles ont projeté une prévalence décroissante et PPE et IST-VIH ont projeté de légères augmentations, tandis que des estimations ponctuelles provenant des enquêtes auprès des ménages ont suggéré que la prévalence augmentait de 0,2 point de pourcentage (IC à 95% -2,1 à 6,2).

La plupart des projections de modèles correspondaient étroitement à la répartition par âge de la population sud-africaine en 2012 ([annexe](#)). La proportion d'adultes âgés de 30 à 50 ans était sous-représentée dans certains modèles (Bacaër, EMOD, STDSIM et Synthesis), ce qui a contribué à la sous-estimation des augmentations globales de la prévalence chez les adultes âgés de 15 à 49 ans.

Les modèles étaient similaires dans leur représentation d'une augmentation rapide du TAR en Afrique du Sud ([figure 4A](#)). L'enquête auprès des ménages, estimée à 1,83 million (IC 95% 1 · 54-2 · 12 millions) adultes âgés d'au moins 15 ans étaient sous traitement antirétroviral en 2012; six des dix modèles étaient dans cette enquête IC à 95%. Cependant, toutes les projections du rapport entre les sexes chez les femmes sous TAR étaient inférieures à l'estimation de l'enquête de 2,22 (IC à 95% 1,73-2,71, [figure 4B](#)). Les modèles étaient largement précis dans leurs projections de la répartition par âge des adultes sous ART, bien que trois modèles - Bacaër, EPP et STDSIM - aient surestimé la proportion d'adultes traités âgés de 25 à 34 ans ([figure 4C](#)). La couverture ART était particulièrement surestimée chez les hommes âgés de 25 à 49 ans ([annexe](#)).





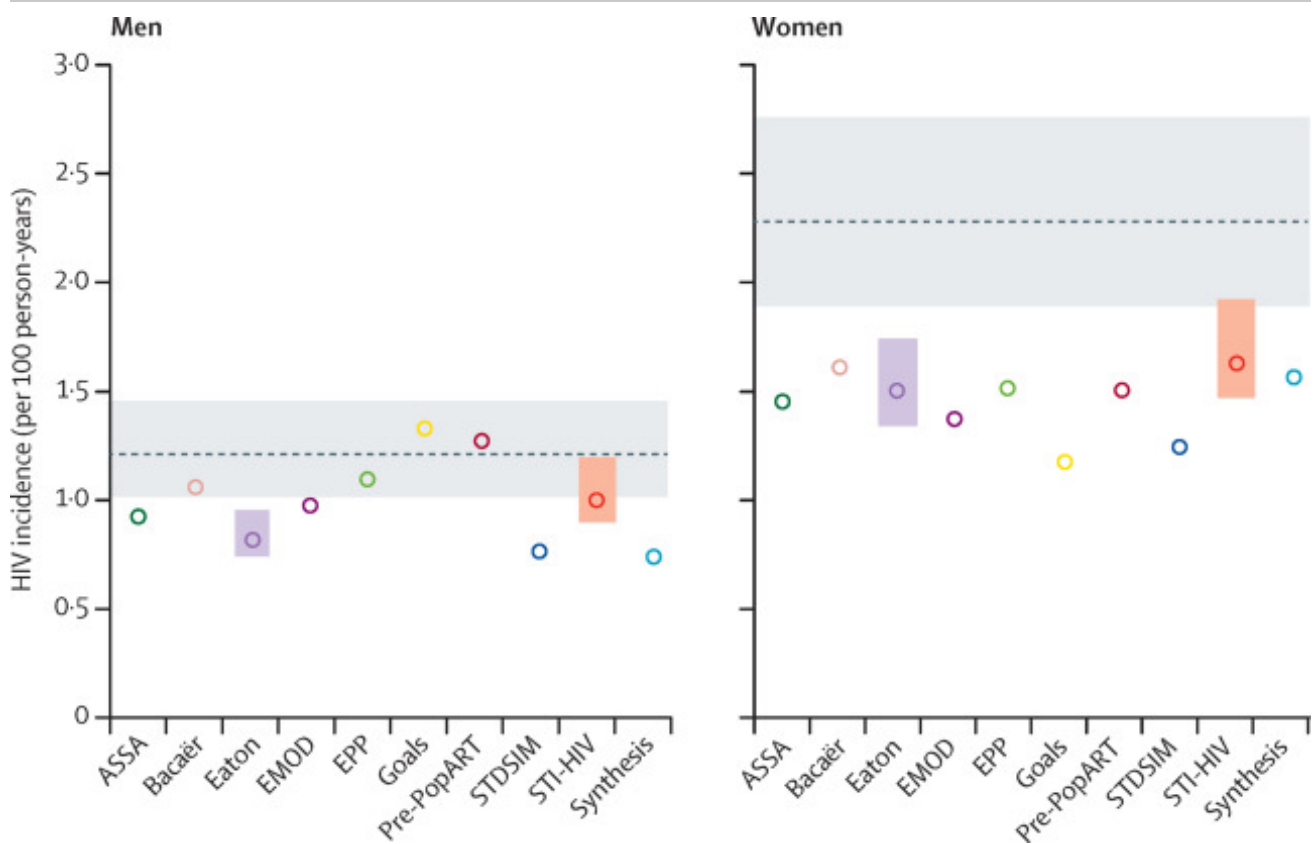


[Télécharger l'image en haute résolution \(776KB\)](#) [Télécharger l'image en taille réelle](#)

Figure 4 . Couverture du traitement antirétroviral en 2012

(A) Les projections du modèle pour le nombre d'adultes âgés de 15 ans et plus sur ART au fil du temps. Le point de donnée montre l'estimation moyenne de l'enquête auprès des ménages de 2012 et la barre d'erreur montre l'IC à 95%. (B) Sex ratio du nombre de femmes adultes (âgées de 15 ans et plus) par rapport aux hommes sous ARV en 2012. La ligne en pointillés montre l'estimation de l'enquête auprès des ménages de 2012, l'IC à 95% étant représentée en gris. Pour le PPE et les objectifs, le nombre d'hommes et de femmes sous traitement antirétroviral constitue un intrant pour le modèle Spectrum. Les zones ombrées autour des projections du modèle montrent 95% d'intervalles crédibles pour les deux modèles qui ont estimé l'incertitude statistique autour des estimations du modèle pour ce résultat. (C) La répartition par âge des adultes sous TAR en 2012 par groupes d'âge 15-24 ans, 25-34 ans, 35-49 ans et ≥ 50 ans. Les lignes pleines indiquent les estimations de l'enquête auprès des ménages de 2012 et les lignes horizontales en pointillés représentent 95% des IC. ART = thérapie antirétrovirale. EPP = Package d'estimation et de projection.

Les modèles simulés baisse de l'incidence du VIH chez les adultes de 15-49 ans entre 40% et 54% par rapport à la décennie 2002-12 (calculé selon la formule suivante: $1 - [\text{2012 taux d'incidence}] / [\text{2002 Taux d'incidence}]$; [annexe](#)). Les projections de l'incidence du VIH en 2012 variaient de 1,0 par 100 années-personnes à 1,4 par 100 années-personnes. Ces estimations étaient inférieures à l'estimation de l'enquête de 1,7 par 100 années-personnes (IC à 95% 1,47-2,1), qui était basée sur le test d'infection récent. Pour les hommes, les projections étaient cohérentes avec l'estimation de l'incidence du VIH dans l'enquête de 2012 sur les ménages, mais pour les femmes toutes les estimations du modèle de l'incidence du VIH étaient nettement inférieures à l'estimation de l'enquête de 2012 ([figure 5](#)).

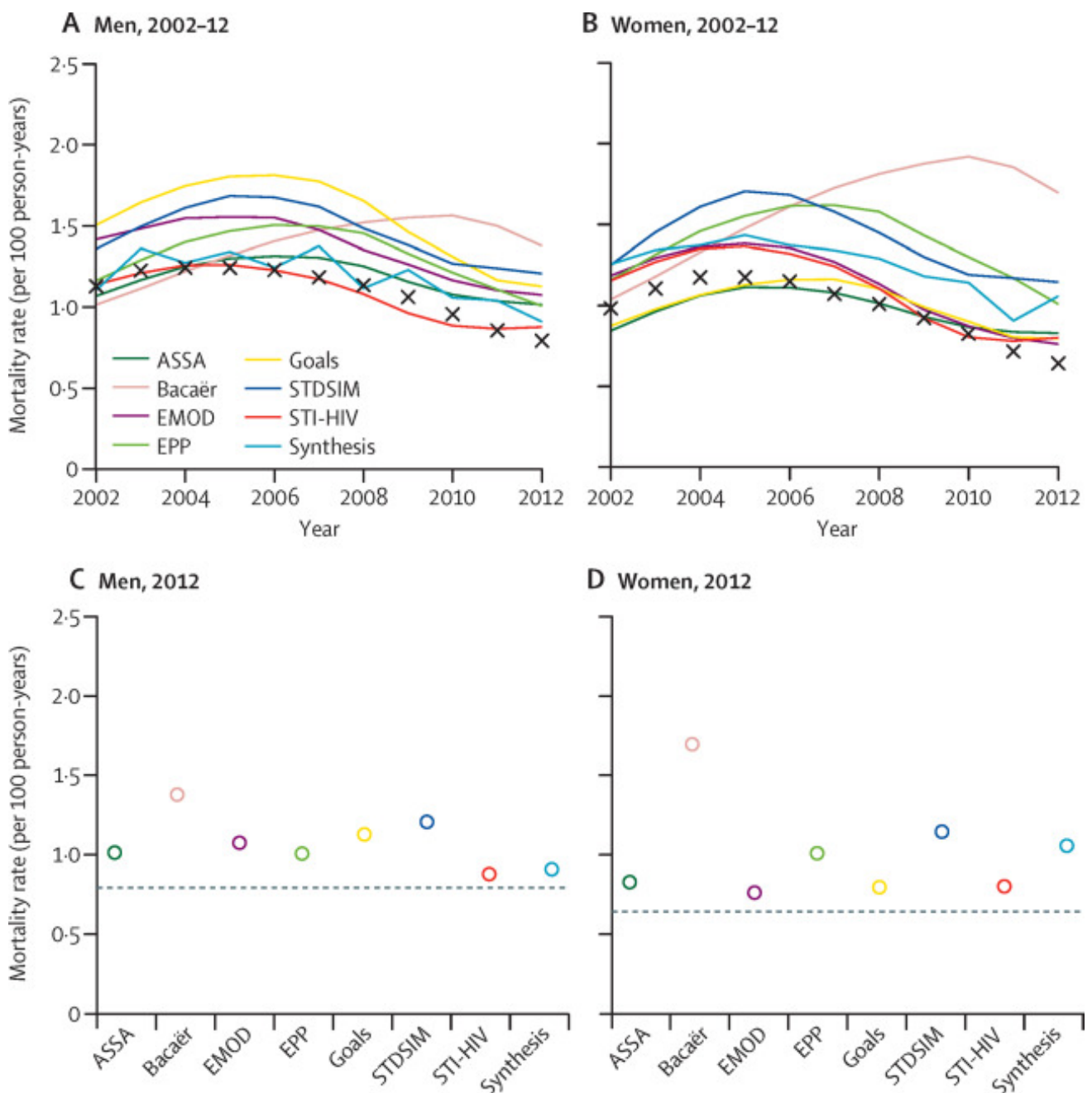


[Télécharger l'image en haute résolution \(270KB\)](#) [Télécharger l'image en taille réelle](#)

Figure 5 . Taux d'incidence du VIH chez les adultes âgés de 15 à 49 ans en 2012

Les taux sont indiqués pour les hommes (à gauche) et les femmes (à droite). Les lignes pointillées horizontales montrent les estimations de l'enquête auprès des ménages de 2012 et les régions ombrées en gris montrent l'IC à 95%. Les zones ombrées autour des projections du modèle montrent 95% d'intervalles crédibles pour les deux modèles qui ont estimé l'incertitude statistique autour des estimations du modèle pour ce résultat. EPP = Package d'estimation et de projection.

Des estimations empiriques suggèrent que les taux de mortalité adulte (15-49 ans) chez les hommes et les femmes ont culminé en 2005 et diminué de 36% chez les hommes et de 45% chez les femmes en 2012. ^{33,34} Excluant un modèle-modèle de Bacaër simulé adulte la mortalité a culminé en 2005 ou 2006 et a diminué de 22-37% chez les hommes et de 25-45% chez les femmes (calculée comme le pourcentage de réduction du taux de mortalité de 2005 à 2012: $(1 - [2012 \text{ mx}] / [2005 \text{ mx}])$; [figure 6A](#)). Toutes les projections du modèle des taux de mortalité bruts en 2012 étaient plus élevées que les estimations du système de surveillance de la mortalité rapide ³³ ([figure 6B](#)).



[Télécharger l'image en haute résolution \(648KB\)](#)

[Télécharger l'image en taille réelle](#)

Figure 6 . Modèle de projections du taux de mortalité chez les adultes âgés de 15 à 49 ans

Tendance projetée pour (A, B) sur la période 2002-12 et (C, D) en 2012. Les croisements en (A, B) et en pointillés en (C, D) montrent des estimations empiriques de la mortalité adulte à partir de la mortalité rapide Système de surveillance, 2012. ³³ Les modèles Eaton et pré-PopART ne sont pas inclus parce que ces modèles ne produisent pas d'estimations de la mortalité totale. EPP = Package d'estimation et de projection.

En général, les modèles calibrés sur la prévalence spécifique selon l'âge (ASSA, Bacaër, IST-VIH et Synthèse) correspondent plus étroitement aux changements de prévalence déclarés entre 2005 et 2008 que les modèles calés sur la prévalence des consultations prénatales ou les estimations de prévalence de l'ONUSIDA ([annexe](#)).

De plus, ces modèles tendaient à prévoir des augmentations plus importantes de la prévalence entre 2008 et 2012 ([annexe](#)). Inversement, les modèles qui n'utilisaient pas les données structurées selon l'âge (Eaton et EPP) ou qui étaient calibrés en fonction de la prévalence de l'ONUSIDA (EMOD, Objectifs, pré-PopART et STDSIM) ne reflétaient ni le précédent (2005-08) ni le précédent (2008- 12) la prévalence augmente. L'aberration de l'association positive entre le changement de prévalence de 2005 à 2008 et le changement projeté de 2008 à 2012 était Bakaër, qui comparait le modèle aux données de prévalence par âge lors de l'ajustement des paramètres du modèle, mais pas de manière systématique.

Discussion

La demande de politiques fondées sur des données probantes et l'allocation efficace des ressources pour la santé ont fait de la modélisation mathématique une composante intégrale de la prise de décision en matière de santé publique, de nombreux modèles étant souvent appliqués à la même question. Nous avons évalué l'exactitude des projections de modèles à court terme à partir de modèles de transmission du VIH en Afrique du Sud au cours de la période de mise à l'échelle rapide du TARV. Les modèles mathématiques ont systématiquement prédit des changements épidémiologiques importants confirmés par de nouvelles données d'enquête - en particulier la réduction de la prévalence chez les jeunes adultes et l'augmentation de la prévalence chez les adultes plus âgés. Les modèles ont correctement projeté le nombre et la distribution par âge des personnes sous ART, ont capturé le pic de mortalité adulte vers 2005 et diminué par la suite, et ont été cohérents ou conservateurs quant à l'ampleur des réductions de la mortalité adulte. Cependant, certaines caractéristiques importantes des données de l'enquête auprès des ménages de 2012 n'étaient pas anticipées par les projections du modèle, surtout l'ampleur de l'augmentation de la prévalence du VIH chez les adultes, en particulier chez les hommes de 25-49 ans. femmes que les hommes sous ART. Ces résultats ont des implications pour comprendre le cours de l'épidémie en Afrique du Sud, et par extension d'autres contextes avec de grandes épidémies, et fournir des idées sur les questions que les futures projections devraient incorporer, dans le VIH et autres domaines de planification de la santé publique.

Certaines divergences apparentes entre les données d'enquête et les projections du modèle pourraient être le résultat d'une variation d'échantillonnage aléatoire, de biais dans les données d'enquête ou de changements dans les procédures d'échantillonnage de l'enquête. Les IC à 95% autour des estimations de l'enquête étaient larges pour les changements de prévalence entre les enquêtes et pour certaines sous-populations. Chez les femmes, il semble probable que la prévalence a réellement augmenté plus que prévu par les modèles en raison de la cohérence entre

les différents résultats - les projections du modèle étaient inférieures aux estimations de prévalence et d'incidence, et certaines réductions de mortalité sous-estimées. Les modèles ont également surestimé la couverture antirétrovirale chez les hommes d'âge moyen et les enquêtes successives ont suggéré des diminutions de l'utilisation du préservatif (alors que les modèles ne supposaient aucun changement dans le comportement sexuel à risque), ¹⁵ les deux aboutiraient à des modèles sous-estimant l'incidence chez les femmes. De plus, les changements dans la prévalence par âge estimés par l'enquête concordent avec les tendances spécifiques à l'âge de la surveillance nationale des consultations prénatales. ³⁵

Cependant, chez les hommes, l'ampleur des augmentations de prévalence suggérées par des enquêtes consécutives semble plus difficile à concilier. Les modèles ne sous-estimaient pas systématiquement l'incidence chez les hommes, et les modèles surestimaient la couverture antirétrovirale chez les hommes, ce qui aurait dû conduire les estimations modèles de prévalence chez les hommes trop élevées et la mortalité trop faible - le contraire de ce que nous avons trouvé. Une explication possible est que l'enquête sur les ménages de 2008 a sous-estimé la prévalence chez les hommes en raison d'une erreur d'échantillonnage aléatoire ou d'un biais, ce qui aurait affecté les projections du modèle.

Les modèles reposant directement sur des données d'enquêtes auprès des ménages par âge ont été associés à une meilleure représentation des tendances antérieures de la prévalence et à des projections plus précises des tendances en 2008-12 que celles utilisant les estimations de prévalence de l'ONUSIDA. En particulier, la projection du modèle IST-VIH était la plus proche des niveaux de prévalence et des changements dans l'enquête sur les ménages de 2012. Ce modèle a appliqué une approche statistique formelle de l'étalonnage des paramètres du modèle aux données de prévalence du VIH selon l'âge tirées de deux enquêtes auprès des ménages précédentes et de la prévalence des consultations prénatales selon l'âge. La prévalence des consultations prénatales agrégées selon l'âge ou les estimations de prévalence de l'ONUSIDA, comme source d'étalonnage, ont vraisemblablement faussé les tendances épidémiques récentes de 2005 à 2008 et de 2008 à 2012, en raison de la prévalence des prévalences du VIH. groupes d'âge moins fertiles. ³⁶ Pour l'Afrique du Sud, les données de mortalité sont une autre source potentielle de modèles d'étalonnage qui n'ont pas été largement utilisés, bien que la portée soit probablement limitée dans d'autres contextes d'épidémie de VIH généralisée sans enregistrement vital.

Même les modèles calibrés à partir d'enquêtes auprès des ménages précédentes ne correspondaient pas à l'augmentation de la prévalence du VIH chez les adultes âgés de 15 à 49 ans suggérée par l'enquête sur les ménages de 2012. Il y a plusieurs

explications possibles à cela. Les modèles n'ont peut-être pas pris en compte la mesure dans laquelle la prise précoce du TAR était dominée par l'initiation du traitement antirétroviral chez les patients les plus malades présentant un risque élevé de mourir; au lieu de cela, la plupart des modèles considèrent que toutes les personnes ayant une numération des cellules CD4 comptent moins de 200 cellules par μL pour avoir le même risque de mortalité et de transmission du VIH et la probabilité de commencer un traitement antirétroviral. Cette hypothèse pourrait aboutir à des modèles sous-estimant les réductions de la mortalité et surestimant les infections évitées, car les patients les plus malades sont peu susceptibles de transmettre le VIH. Ces deux facteurs contribueraient à une sous-estimation de la prévalence du VIH.

Les modèles pourraient également avoir surestimé l'efficacité du traitement antirétroviral pour prévenir la transmission du VIH au niveau de la population, ou avoir sous-estimé l'efficacité du traitement antirétroviral pour réduire les décès dus au VIH. Les hypothèses du modèle sur l'efficacité individuelle du traitement antirétroviral pour réduire la mortalité et la transmission sont basées sur des données d'essai randomisées ³⁷⁻³⁹ et appuyées par des données observationnelles, ⁴⁰⁻⁴² qui ont été utilisées pour élaborer des hypothèses de modèle. Cependant, il est possible que les modèles n'aient pas intégré les défis persistants de l'observance et de la rétention sous traitement antirétroviral qui pourraient limiter l'efficacité réelle du traitement antirétroviral dans la prévention de la transmission par rapport à celle obtenue dans les essais. Par exemple, les modèles ont surestimé la couverture antirétrovirale chez les hommes âgés de 25 à 49 ans, probablement parce qu'ils ne représentaient pas des niveaux inférieurs de dépistage du VIH, de prise de traitement et de rétention antirétrovirale chez les hommes. ⁴³

Les essais communautaires continus du traitement anti-VIH en tant que prévention vont générer des preuves sur les effets des grandes expansions de TAR sur l'incidence du VIH à l'échelle de la population ([NCT01965470](#)). ^{44,45} Les ramifications de nos résultats pour ces essais dépendent de l'explication sous-jacente de la sous-estimation de la prévalence et de l'incidence. Si la prise de TAR existante a été plus concentrée chez les patients les plus malades et non les responsables de la transmission du VIH, les stratégies d'intervention de dépistage et de traitement pourraient avoir un effet encore plus important que les projections existantes. programmes. Cependant, si l'incidence plus élevée que prévu est le résultat de modèles ayant surestimé l'efficacité réelle du traitement antirétroviral dans la prévention de la transmission, le traitement antirétroviral pourrait réduire l'incidence moins que prévu en fonction des prédictions du modèle.

Les données comportementales de l'enquête auprès des ménages de 2012

suggèrent une augmentation de la proportion d'adultes ayant plusieurs partenaires sexuels et une diminution de l'utilisation régulière du préservatif depuis 2008, alors que les modèles inclus dans cette comparaison supposaient que le comportement sexuel resterait le même. Cette différence représente une explication potentielle de la sous-estimation de l'incidence par les modèles. Cependant, les augmentations du risque déclaré de l'enquête étaient les plus importantes chez les jeunes adultes âgés de 15 à 24 ans, alors que les projections du modèle sous-estimaient la prévalence chez les adultes plus âgés. En outre, d'autres données d'enquêtes récentes en provenance d'Afrique du Sud ont montré des réductions continues du comportement à risque. ^{46,47} Néanmoins, cette enquête souligne la nécessité de prendre en compte l'incertitude concernant les changements futurs du comportement sexuel dans les projections sur l'évolution future de l'épidémie.

Par rapport aux époques antérieures de l'épidémie de VIH ou d'autres épidémies, tous les modèles étaient précis, y compris l'ampleur globale de l'épidémie, les changements dans la structure par âge de l'épidémie et les changements dans la mortalité. Cette précision accrue est largement attribuable aux investissements substantiels dans la surveillance du VIH et l'épidémiologie à partir desquels ces modèles ont été développés et améliorés. Cependant, certains aspects de nos résultats indiquent également que la cohérence d'une prédiction par de nombreux modèles n'implique pas nécessairement l'exactitude de la prédiction, surtout lorsque les modèles reposent sur la même information et la même compréhension et interprétation des données et des événements. Par exemple, plusieurs modèles ont été calibrés sur les mêmes estimations épidémiques basées sur un modèle publiées par l'ONUSIDA, et aucun modèle n'a pris en compte l'ampleur des différences entre les sexes dans l'adoption du traitement antirétroviral. Les estimations épidémiques et les projections à court terme utilisant des modèles pourraient être améliorées par (1) l'étalonnage direct des données épidémiologiques et une interprétation prudente des données provenant de sous-populations telles que les femmes enceintes fréquentant les cliniques prénatales; (2) examiner attentivement les hypothèses du modèle qui sous-tendent l'efficacité du traitement antirétroviral pour réduire la transmission; et (3) incorporer des informations sur les caractéristiques cliniques, démographiques et épidémiologiques de ceux qui accèdent aux services. Ainsi, des rapports rapides, ouverts et routiniers sur les données cliniques et programmatiques telles que les chiffres testés, liés aux soins, initiés au traitement antirétroviral et défaut, stratifiés par âge et sexe, sont essentiels pour améliorer les estimations et les projections du modèle.

Bien que notre analyse se soit concentrée sur le contexte riche en données de l'Afrique du Sud, les leçons tirées de l'épidémiologie et de la prévention du VIH sont plus pertinentes dans les contextes d'épidémie de VIH généralisée en Afrique

subsaharienne. Nos résultats ne contredisent pas nécessairement la théorie selon laquelle le traitement pourrait avoir, ou a déjà eu, un effet important sur la réduction de la transmission. Ils suggèrent que les attentes auraient pu être trop optimistes quant à la réduction de la transmission du VIH au fur et à mesure de l'augmentation du TAR, en particulier chez les adultes d'âge moyen (25-49 ans) dont la prévalence et l'incidence étaient plus élevées que prévu. Une autre implication est que l'atteinte des objectifs de réduction de l'incidence du VIH pourrait nécessiter plus de ressources d'intervention et de plus longues périodes de temps que prévu. Lorsque l'on supposait que la prévalence du VIH augmentait régulièrement au cours de la dernière décennie, l'atteinte des objectifs de réduction de l'incidence était estimée à près de trois fois plus longue que lorsque la prévalence était supposée constante.¹³ Comme les modèles sont de plus en plus utilisés pour soutenir la planification des politiques, promouvoir et allouer des ressources et évaluer les programmes, la surveillance et les données procès doit également continuer à recueillir pour valider et améliorer les informations qui sous-tendent ces processus.

Contributeurs

JWE et TBH ont conçu l'étude et préparé la première ébauche du manuscrit. Le JWE, le NB, l'AB, le VC, le AC, le RED, le CF, le CG, le JACH, le LFJ, le DJK, l'ANP, le CP et le JS ont effectué les analyses du modèle. TMR a fait les analyses de données. Tous les auteurs ont édité le manuscrit et approuvé la version finale pour la soumission.

Déclaration d'intérêts

JWE a reçu des subventions de la Fondation Bill & Melinda Gates. CG a reçu des subventions de la Fondation Bill & Melinda Gates et d'autres soutiens de l'Université du Massachusetts, Amherst (MA, USA). LFJ a reçu un soutien salarial de la part de la Fondation Hasso Plattner. L'ANP a reçu des subventions de la Fondation Bill & Melinda Gates et des frais personnels de Gilead, Abbvie et GSK Biologicals. TBH a reçu des subventions de la Fondation Bill et Melinda Gates, de l'ONUSIDA, de l'OMS, de la Fondation Rush et de la Banque mondiale; et les frais personnels de la Fondation Bill et Melinda Gates, de la Banque mondiale et du Fonds mondial de lutte contre le sida, la tuberculose et le paludisme. NB, AB, VC, AC, RED, FC, JACH, DJK, CP, JS et TMR ne déclarent aucun intérêt concurrent.

Remerciements

VC et ANP reconnaissent l'utilisation de l'installation de calcul haute performance UCL Legion (Legion @ UCL) et des services de support associés, à l'issue de ce travail.



[Télécharger le fichier PDF Acrobat \(349KB\)](#)



[Aide sur les fichiers PDF](#)

Annexe supplémentaire .

[Articles recommandés](#)


[Citant des articles \(13 \)](#)

Les références

- 1 K Stanecki , GP Garnett , PD Ghys
Développements dans le domaine des estimations du VIH: méthodes, paramètres et tendances
Sex Transm Infect , 88 (suppl 2) (2012) , pp. I1 - i2
[CrossRef](#)
- 2 R Dorrington , L Johnson , D Budlender
ASSA2008 Modèles démographiques et SIDA: guide de l'utilisateur , ASSA , Cape Town (2010)
- 3 B Schwartländer , J Stover , T Hallett , *et al.* , pour le groupe d'étude sur le cadre d'investissement
Vers une approche d'investissement améliorée pour une réponse efficace au VIH / SIDA
Lancet , 377 (2011) , pp. 2031 - 2041
[Article](#) [Télécharger le PDF](#) [Afficher le dossier dans Scopus](#) 
- 4 JW Eaton , NA Menzies , J. Stover , *et al.*
Avantages pour la santé, coûts et rapport coût-efficacité de l'admissibilité antérieure au traitement antirétroviral pour adultes et élargissement de la couverture thérapeutique: une analyse combinée de 12 modèles mathématiques
Lancet Glob Health , 2 (2014) , pp. E23 - e34
[Article](#) [Télécharger le PDF](#) [Afficher le dossier dans Scopus](#) 
- 5 GP Garnett , S Cousens , TB Hallett , R Steketee , N Walker
Modèles mathématiques dans l'évaluation des programmes de santé
Lancet , 378 (2011) , p. 515 - 525
[Article](#) [Télécharger le PDF](#) [Afficher le dossier dans Scopus](#) 
- 6 QUI
Mise à jour mondiale sur le traitement du VIH 2013: résultats, impact et opportunités ,
Organisation mondiale de la santé , Genève (2013)

http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/85326/1/9789241505734_eng.pdf?ua=1

(consulté le 28 août 2015).

- 7 LF Johnson , J. Mossong , RE Dorrington , *et al.*
Espérance de vie des adultes sud-africains commençant un traitement antirétroviral: analyse collaborative des études de cohorte
PLoS Med , 10 (2013) , p. e1001418
[CrossRef](#) [Afficher Record en Scopus](#)
- 8 A Anglemeyer , GW Rutherford , T Horvath , RC Baggaley , M Egger , N Siegfried
Thérapie antirétrovirale pour la prévention de la transmission du VIH chez les couples sérodiscordants
Base de données Cochrane Syst Rev , 4 (2013)
CD009153.
- 9 Le Consortium pour la modélisation du VIH Traitement en tant que groupe éditorial de rédaction de
prévention Le traitement du VIH en tant que prévention: modèles, données et questions - vers une prise de décision fondée sur des données probantes
PLoS Med , 9 (2012) , p. e1001259
- dix JW Eaton , LF Johnson , JA Salomon , *et al.*
Le traitement du VIH comme moyen de prévention: comparaison systématique des modèles mathématiques de l'impact potentiel du traitement antirétroviral sur l'incidence du VIH en Afrique du Sud
PLoS Med , 9 (2012) , p. e1001245
[CrossRef](#)
- 11 J Stover , C Gopalappa , M Mahy , *et al.*
L'impact et le coût des recommandations de 2013 de l'OMS sur l'éligibilité au traitement antirétroviral
AIDS , 28 (suppl 2) (2014) , pp. S225 - S230
[CrossRef](#) [Afficher Record en Scopus](#)
- 12 RM Granich , CF Gilks , Dye C , KM De Cock , BG Williams
Le dépistage volontaire universel du VIH avec traitement antirétroviral immédiat comme stratégie pour l'élimination de la transmission du VIH: un modèle mathématique
Lancet , 373 (2009) , pp. 48 - 57
[Article](#) [Télécharger le PDF](#) [Afficher le dossier dans Scopus](#) 
- 13 JAC Hontelez , MN Lurie , T Bärnighausen , *et al.*
Élimination du VIH en Afrique du Sud grâce à un accès élargi à la thérapie antirétrovirale: une étude comparative
PLoS Med , 10 (2013) , p. e1001534
[CrossRef](#)

- 14 ME Kretzschmar , MF Schim van der Loeff , PJ Birrell , D De Angelis , RA Coutinho
Perspectives de l'élimination du VIH avec stratégie de test et traitement
Proc Natl Acad Sci États - Unis , 110 (2013) , pp. 15538 - 15543
[CrossRef](#) [Afficher Record en Scopus](#)
- 15 O Shisana , T Rehle , LC Simbayi , *et al.*
Enquête nationale sud-africaine sur la prévalence, l'incidence et le comportement du VIH, 2012 ,
HSRC Press , Cape Town (2014)
<http://www.hsrc.ac.za/uploads/pageContent/4565/SABSSM%20IV%20LEO%20final.pdf>
(consulté le 28 août 2015).
- 16 **Rapport global du**
Programme commun des Nations Unies sur le VIH / sida (ONUSIDA)
: Rapport de l'ONUSIDA sur l'épidémie mondiale de sida 2013. Programme commun des Nations Unies sur le VIH / sida (ONUSIDA)
http://www.unaids.org/sites/default/files/media_asset/UNAIDS_Global_Report_2013_en_1.pdf (2013)
(consulté le 28 août 2015).
- 17 Actuarial Society of South Africa
L'expansion du programme ARV
en Afrique du Sud
ralentit le taux de mortalité due au SIDA
[http://www.actuarialsociety.org.za/Portals/2/Documents/AIDS%20committee/News/ASSA\(1\).pdf](http://www.actuarialsociety.org.za/Portals/2/Documents/AIDS%20committee/News/ASSA(1).pdf)
(consulté le 28 août 2015).
- 18 N Bacaër , C Pretorius , B Auvert
Un modèle structuré par âge pour l'impact potentiel de l'accès généralisé aux antirétroviraux sur l'épidémie de VIH en Afrique du Sud
Bull Math Biol , 72 (2010) , pp. 2180 - 2198
[CrossRef](#) [Afficher Record en Scopus](#)
- 19 JW Eaton , TB Hallett
Pourquoi la proportion de transmission au cours de l'infection précoce au VIH ne permet pas de prédire l'impact à long terme du traitement sur l'incidence du VIH
Proc Natl Acad Sci États - Unis , 111 (2014) , pp. 16202 - 16207
[CrossRef](#) [Afficher Record en Scopus](#)
- 20 DJ Klein , A Bershteyn , PA Eckhoff
Abandon et réinscription: implications pour les projections épidémiologiques des programmes de traitement
AIDS , 28 (suppl 1) (2014) , pp. S47 - S59
[CrossRef](#) [Afficher Record en Scopus](#)
- 21 J Stover , T Marron , M Marston
Mises à jour du modèle Spectrum / Estimation et Projection (PPE) pour estimer les

tendances du VIH chez les adultes et les enfants
Sex Transm Infect , 88 (Suppl) (2012) , pp. I11 - i16

[CrossRef](#)

- 22 **Rapport mondial de l'ONUSIDA**
: Rapport de l'ONUSIDA sur l'épidémie mondiale de sida 2012. Programme commun des Nations Unies sur le VIH / sida (ONUSIDA)
http://www.unaids.org/sites/default/files/media_asset/20121120_UNAIDS_Global_Report_2012_with_annexes_fr_1.pdf (2012)
(consulté le 28 août 2015).
- 23 **Manuel d'avenir Health**
Spectrum: système de spectre des modèles de politiques
<http://www.avenirhealth.org/Download/Spectrum/Manuals/SpectrumManualE.pdf>
(consulté le 28 août 2015).
- 24 A Cori , H Ayles , N Beyers , *et al.*
HPTN 071 (PopART): essai randomisé en grappes sur l'impact d'une intervention de prévention de la combinaison du VIH sur la population, y compris le test et le traitement universels: modèle mathématique
PLoS One , 9 (2014) , p. e84511
[CrossRef](#)
- 25 LF Johnson , TB Hallett , TM Rehle , RE Dorrington
L'effet des changements dans l'utilisation du préservatif et la couverture du traitement antirétroviral sur l'incidence du virus de l'immunodéficience humaine en Afrique du Sud: une analyse basée sur un modèle
JR Soc Interface , 9 (2012) , pp. 1544 - 1554
[CrossRef](#) [Afficher Record en Scopus](#)
- 26 AN Phillips , D Pillay , G Garnett , *et al.*
Effet sur la transmission de la résistance au VIH-1 du moment de la mise en œuvre de la surveillance de la charge virale pour déterminer les changements de régimes antirétroviraux de première intention à ceux de deuxième ligne dans les pays à ressources limitées
AIDS , 25 (2011) , pp. 843 - 850
[CrossRef](#) [Afficher Record en Scopus](#)
- 27 V Cambiano , S Bertagnolio , M. Jordan , JD Lundgren , A Phillips
Transmission de l'impact du VIH résistant à certaines drogues et autres son potentiel sur les résultats de mortalité et de traitement dans les ressources sont limitées
J Infect Dis , 207 (suppl) (2013) , pp. S57 - S62
[CrossRef](#) [Afficher Record en Scopus](#)

- 28 L Bao , JA Salomon , T Brown , AE Raftery , DR Hogan
Modélisation des épidémies nationales de VIH / SIDA: approche révisée dans le Paquet Estimation et Projection de l'ONUSIDA 2011
Sex Transm Infect , 88 (suppl 2) (2012) , pp . 13 - 10
[Afficher le dossier sur Scopus](#)
- 29 O Shisana , L Simbayi
Enquête nationale sur la prévalence du VIH en Afrique du Sud, les risques comportementaux et les médias de masse 2002 , HSRC Press , Cape Town (2002)
<http://www.hsrbpress.ac.za/product.php?productid=2011&freedownload=1>
(consulté le 28 août 2015).
- 30 O Shisana , T Rehle , LC Simbayi , *et al.*
Enquête nationale sur la prévalence du VIH en Afrique du Sud, incidence du VIH, comportement et communication, 2005 , HSRC Press , Cape Town (2005)
<http://www.hsrbpress.ac.za/product.php?productid=2134>
(consulté le 28 août 2015).
- 31 O Shisana , T Rehle , LC Simbayi , *et al.*
Enquête nationale sud-africaine sur la prévalence, l'incidence, le comportement et la communication du VIH 2008: une vague de retournement chez les adolescents? , HSRC Press , Le Cap (2009)
<http://www.health-e.org.za/wp-content/uploads/2013/05/2966e129fc39e07486250fd47fcc266e.pdf>
(consulté le 28 août 2015).
- 32 YT Duong , M Qiu , AK De , *et al.*
Détection d'une infection récente au VIH-1 à l'aide d'un nouveau test d'avidité limitative-antigène: potentiel d'estimation de l'incidence du VIH-1 et d'études de maturation de l'avidité
PLoS One , 7 (2012) , p. e33328
[CrossRef](#)
- 33 R Dorrington , D Bradshaw , R. Laubscher
Rapport de surveillance rapide de la mortalité 2012 , South African Medical Research Council , Le Cap (2014)
<http://www.mrc.ac.za/bod/RapidMortalitySurveillanceReport2012.pdf>
(consulté le 28 août 2015).
- 34 Statistiques Afrique du Sud
Mortalité et causes de décès en Afrique du Sud, 2011: résultats de la notification de décès
<http://beta2.statssa.gov.za/publications/P03093/P030932011.pdf> (2014)
(consulté le 28 août 2015).
- 35 Département de la santé de l'Afrique du Sud
L'enquête nationale anténatale de prévalence du VIH et de l'herpès simplex de type 2 menée en 2012 en Afrique du Sud , Département national de la santé , Pretoria (2012)

http://www.health-e.org.za/wp-content/uploads/2014/05/ASHIVHerp_Report2014_22May2014.pdf
(consulté le 28 août 2015).

- 36 JW Eaton , TM Rehle , S Jooste , AA Kim , M Mahy , TB Hallett
Tendances récentes de la prévalence du VIH chez les femmes enceintes et toutes les femmes en Afrique subsaharienne: implications pour les estimations du VIH
AIDS , 28 (suppl 4) (2014) , pp. S507 - S514
[CrossRef](#) [Afficher Record en Scopus](#)
- 37 MS Cohen , YQ Chen , M McCauley , *et al.*
Prévention de l'infection par le VIH-1 avec un traitement antirétroviral précoce
N Engl J Med , 365 (2011) , p. 493 - 505
[CrossRef](#) [Afficher Record en Scopus](#)
- 38 SM Hammer , KE Squires , MD Hughes , *et al.*
Un essai contrôlé de deux analogues nucléosidiques plus indinavir chez les personnes infectées par le virus de l'immunodéficience humaine et des comptes de CD4 de 200 par millimètre cube ou moins. AIDS Clinical Trials Group 320 Équipe d'étude
N Engl J Med , 337 (1997) , pp. 725 - 733
[CrossRef](#) [Afficher Record en Scopus](#)
- 39 RM Gulick , JW Mellors , D Havlir , *et al.*
Traitement par l'indinavir, la zidovudine et la lamivudine chez les adultes infectés par le virus de l'immunodéficience humaine et antirétroviraux antérieurs
N Engl J Med , 337 (1997) , pp. 734 - 739
[CrossRef](#) [Afficher Record en Scopus](#)
- 40 S Attia , M Egger , M Müller , M Zwahlen , N Faible
Transmission sexuelle du VIH en fonction de la charge virale et de la thérapie antirétrovirale: revue systématique et méta-analyse
AIDS , 23 (2009) , pp. 1397 - 1404
[CrossRef](#) [Afficher Record en Scopus](#)
- 41 D Donnell , JM Baeten , J Kiarie , *et al.*
Transmission hétérosexuelle du VIH-1 après le début du traitement antirétroviral: une analyse prospective de cohorte
Lancet , 375 (2010) , pp. 2092 - 2098
[Article](#) [Télécharger le PDF](#) [Afficher le dossier dans Scopus](#) 
- 42 A Jahn , S Floyd , AC Crampin , *et al.*
Effet au niveau de la population du VIH sur la mortalité adulte et signes précoces d'inversion après l'introduction du traitement antirétroviral au Malawi
Lancet , 371 (2008) , pp. 1603 - 1611
[Article](#) [Télécharger le PDF](#) [Afficher le dossier dans Scopus](#) 
- 43 Centres pour le contrôle et la prévention des maladies (CDC)

Différences entre les hommes et les femmes infectés par le VIH dans les résultats de la thérapie antirétrovirale - six pays africains, 2004-2012

MMWR Morb Mortal Wkly Rep , 62 (2013) , pp. 945 - 952

- 44 CC Iwuji , J Orne-Gliemann , F Tanser , *et al.*
Évaluation de l'impact de l'initiation du traitement antirétroviral guidé par les recommandations de l'OMS sur l'incidence du VIH: essai ANRS 12249 TasP (traitement en prévention) dans le sous-district de Hlabisa, KwaZulu-Natal, Afrique du Sud: protocole d'étude
Trials , 14 (2013) , p. 230
[CrossRef](#) [Afficher Record en Scopus](#)
- 45 R Hayes , H Ayles , N Beyers , *et al.*
HPTN 071 (PopART): justification et conception d'un essai randomisé en grappes sur l'impact sur la population d'une intervention de prévention de l'association du VIH, y compris un test et un traitement universels - un protocole d'étude pour un essai randomisé en grappes
Essais , 15 (2014) , p. 57
[CrossRef](#)
- 46 N McGrath , JW Eaton , TW Bärnighausen , F Tanser , ML Newell
Comportement sexuel dans une prévalence rurale élevée du VIH Communauté sud-africaine: les tendances temporelles à l'ère du traitement antirétroviral
AIDS , 27 (2013) , pp. 2461 - 2470
[CrossRef](#) [Afficher Record en Scopus](#)
- 47 S Johnson , D Kincaid , M Figueroa , R Delate , L Mahlasela , S Magni
La troisième enquête nationale sur la communication sur le VIH, 2012 , JHHESA , Pretoria (2013)

† Auteurs classés par ordre alphabétique

Copyright © 2015 Eaton et al. Article en libre accès distribué sous les termes de CC BY-NC-ND. Publié par Elsevier Ltd.

À propos de ScienceDirect Accès à distance Panier d'achat Coordonnées et assistance
Conditions générales de vente Politique de confidentialité

Les cookies sont utilisés par ce site. Pour plus d'informations, visitez la [page des cookies](#) .

Copyright © 2018 Elsevier BV ou ses concédants ou contributeurs. ScienceDirect ® est une marque déposée d'Elsevier BV