

Modélisation mathématique de la coinfection au VIH et au ZIKV chez les femmes enceintes en Amérique latine et dans les Caraïbes



Sika-Rose Coffi ^a, Jhoana. P. Romero-Leiton ^b, Idriss Sekak ^a, Rado Ramasy ^a, Bouchra Nasri ^a

^a École de Santé Publique, Université de Montréal, Montréal, Canada. ^b Department of Mathematics, University of Manitoba, Winnipeg, MB R3T 1E9, Canada

Mise en contexte

- Le virus de Zika est un arbovirus, transmissible par les moustiques *Aedes spp* et par voie sexuelle (1).
- Dans la population générale il cause des syndromes généraux (maux de tête, fièvre..) et il a aussi été associé au syndrome de Guillain Barre dans de plus rares cas mais c'est chez les femmes enceintes qu'il est le plus dangereux puisqu'il est associé à un syndrome congénital affectant le système nerveux central des nouveau-nés (2).
- Son émergence en Amérique Latine et dans les Caraïbes (LAC) et plus particulièrement au Brésil en 2016 a entraîné la déclaration d'une urgence de santé publique de portée internationale par l'OMS (3).
- Entre janvier et août 2017, 217,000 infections et 3,400 cas de syndrome congénital associé ont été rapportés dans la région LAC (4).
- Le VIH représente un problème de santé publique à l'échelle mondiale et sa prévalence chez les femmes enceintes en Amérique latine est de 0.5% (5).

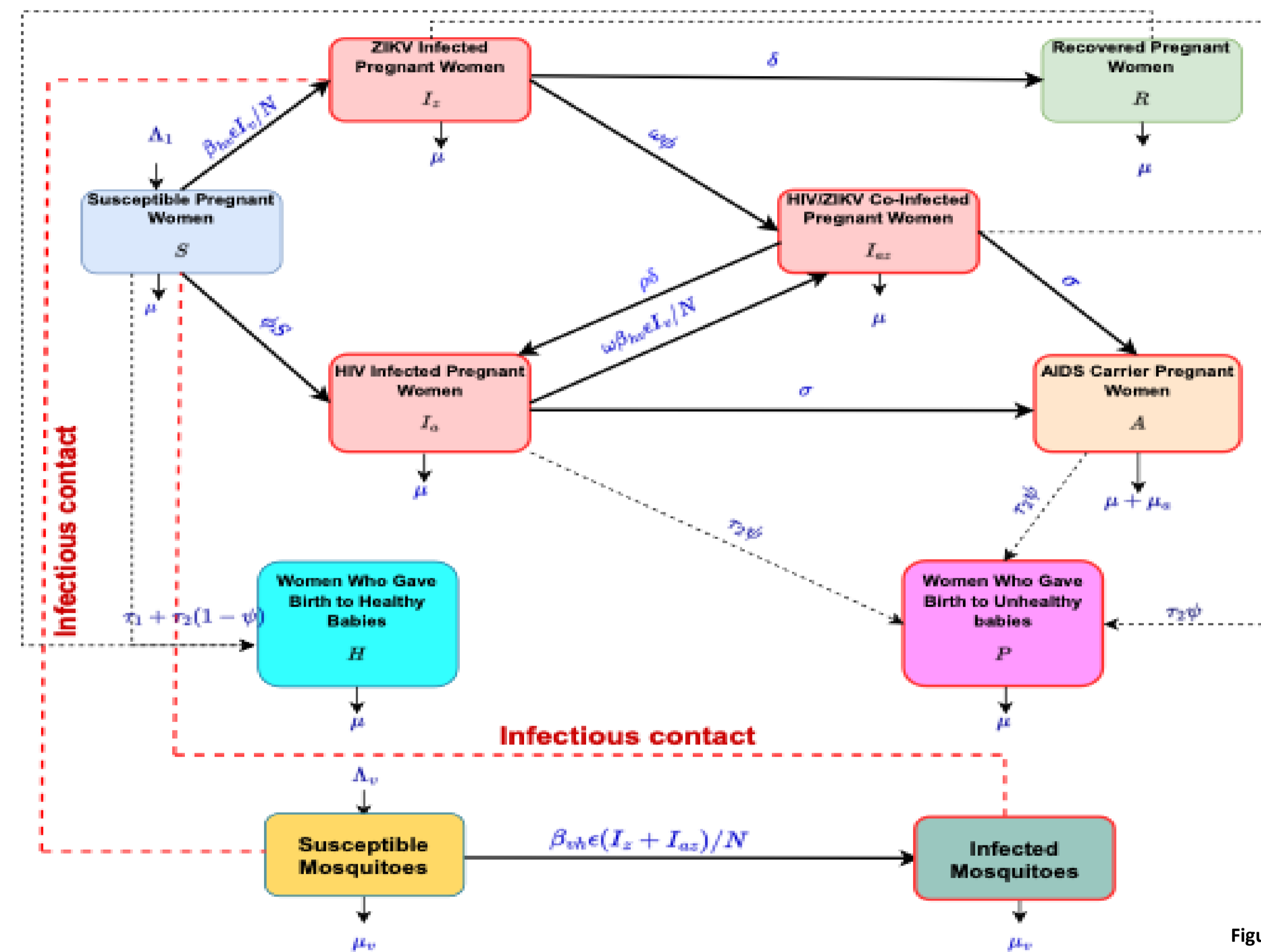
Objectifs

- Déterminer si la coinfection au VIH et au ZIKV chez les femmes enceintes augmente le risque d'altération de la santé du nouveau-né.
- Déterminer l'impact de plusieurs mesures de santé publique sur la santé néonatale.
- Développer un outil décisionnaire applicable à d'autres coinfections partageant les mêmes modes de transmission.

Méthodes

- Étude écologique basée sur la population de femmes enceintes ainsi que leurs nouveau-nés dans six pays d'Amérique latine.
- Modèle de type Susceptible-Infectés-Rétablis avec compartiments: des femmes enceintes; des nouveau-nés et des moustiques vecteurs compétents du ZIKV.
- Utilisation de la méthode « Next Generation » afin d'obtenir le nombre basique de reproduction du ZIKV et du VIH.
- Application de quatre variables afin de contrôler l'infections aux deux virus (protection contre les piqûres de moustiques, prévention de la transmission sexuelle, administration de traitement antirétroviral pour traiter le VIH et traitement médical du ZIKV) et utilisation du principe de Pontryagin afin de déceler la meilleure combinaison.

Le modèle multi compartimental



Discussion

- D'après nos résultats, le ZIKV a un effet plus délétère sur la santé néonatale comparativement au VIH.
- Lorsque la condition initiale concernant la transmission du ZIKV chez les femmes enceintes passe de 0% à 0.77%, le pourcentage d'enfants nés avec des problèmes de santé en lien avec l'infection maternelle à l'un des virus augmente entre 436% au Guatemala et 1022% à Porto Rico.
- Le nombre basique de reproduction maximum calculé pour la coinfection au VIH et au ZIKV chez les femmes enceintes, nous informant sur le nombre d'infection secondaires, est proche ou inférieur à 1 pour chaque pays d'étude ce qui signifie qu'il est possible de contrôler leur transmission.
- L'application de mesure de contrôle de la transmission des deux virus à notre modèle a permis de déceler qu'il est nécessaire de combiner les méthodes mais aussi de les implémenter sur le long terme.

Conclusions

- Il est nécessaire de conserver des mesures de surveillance active concernant le ZIKV et le VIH chez les femmes enceintes.
- Garantir l'accès aux soins anténataux mais aussi le suivi des femmes enceintes séropositives aux virus devrait être une priorité pour les organismes de santé publique.
- Agir contre le changement climatique devrait aussi être au cœur des préoccupations régionales mais aussi internationale puisque le climat a un impact direct sur la transmission vectorielle du ZIKV (6).

1. Plourde AR, Bloch EM. A Literature Review of Zika Virus. *Emerg Infect Dis.* 2016 Jul;22(7):1185-92. doi: 10.3201/eid2207.151990. Epub 2016 Jul 15. PMID: 27070380; PMCID: PMC4918175.
2. Masmajan S, Musso D, Vouga M, Pomar L, Dashraath P, Stojanov M, Panchoa A, Baud D. Zika Virus. *Pathogens.* 2020 Oct 28;9(11):898. doi: 10.3390/pathogens9110898. PMID: 33126413; PMCID: PMC7692141.
3. Heymann DL, Hodgson A, Sall AA, Freedman DO, Staples JE, Althabe F, Baruah K, Mahmud G, Kandun N, Vasconcelos PF, Bino S, Menon KU. Zika virus and microcephaly: why is this situation a PHEIC? *Lancet.* 2016 Feb 20;387(10020):719-21. doi: 10.1016/S0140-6736(16)00320-2. Epub 2016 Feb 11. PMID: 26876373; PMCID: PMC7134564.
4. Colón-González FJ, Peres CA, Steiner São Bernardo C, Hunter PR, Lake IR. After the epidemic: Zika virus projections for Latin America and the Caribbean. *PLoS Negl Trop Dis.* 2017 Nov 1;11(11):e0006007. doi: 10.1371/journal.pntd.0006007. PMID: 29091713; PMCID: PMC5683651.
5. García PJ, Bayer A, Cárcamo CP. The changing face of HIV in Latin America and the Caribbean. *Curr HIV/AIDS Rep.* 2014 Jun;11(2):146-57. doi: 10.1007/s11904-014-0204-1. PMID: 24824881; PMCID: PMC4136548.
6. Tunali M, Radin AA, Başibüyük S, Musah A, Borges IVG, Yenigun O, Aldosery A, Kostkova P, Dos Santos WP, Massoni T, Dutra LMM, Moreno GMM, de Lima CL, da Silva ACG, Ambrizzi T, da Rocha RP, Jones KE, Campos LC. A review exploring the overarching burden of Zika virus with emphasis on epidemiological case studies from Brazil. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2021 Oct;28(40):55952-55966. doi: 10.1007/s11356-021-15984-y. Epub 2021 Sep 8. PMID: 34495471; PMCID: PMC8500866.

Résultats

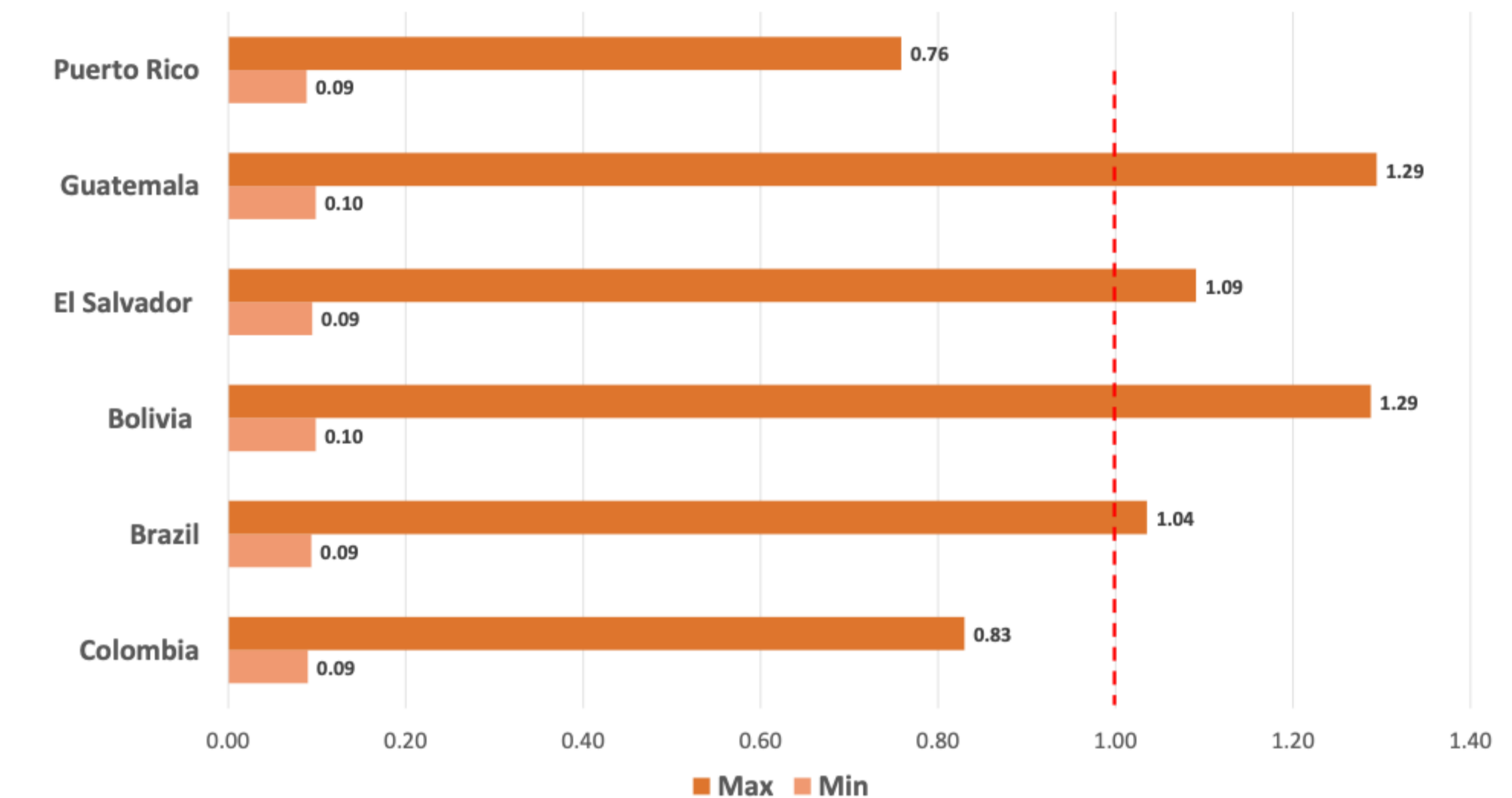


Figure 1. Minimum et maximum du nombre basique de reproduction du VIH et du ZIKV chez les femmes enceintes.

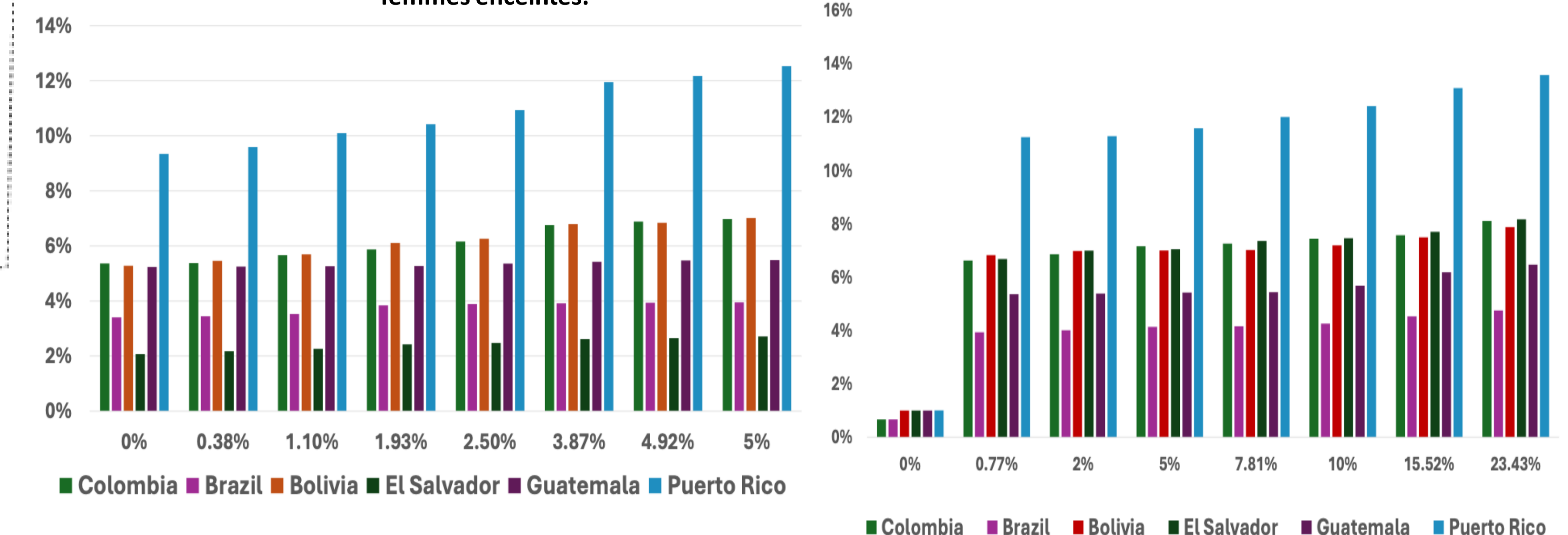


Figure 2. Pourcentage cumulé d'augmentation du nombre de femmes qui donnent naissance à des bébés en mauvaise santé en fonction des différents niveaux d'infection par le VIH parmi les femmes enceintes sur 1 000 jours.

Figure 3. Pourcentage cumulé d'augmentation du nombre de femmes qui donnent naissance à des bébés en mauvaise santé en fonction des différents niveaux d'infection par le ZIKV parmi les femmes enceintes sur 1 000 jours.

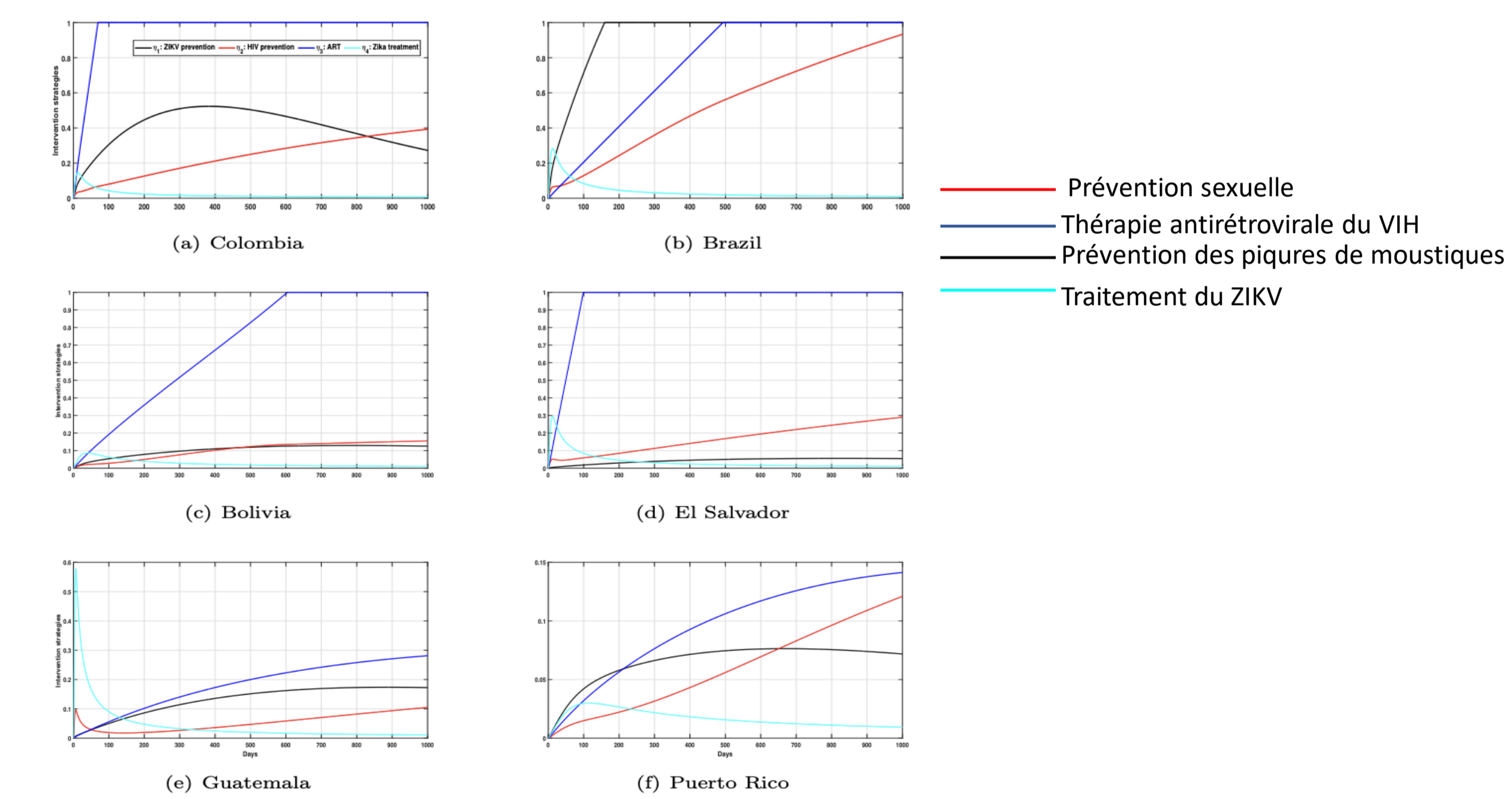


Figure 4. Simulations de la mise en œuvre de stratégies de contrôle au fil du temps. Dans ce contexte, η_1 représente la prévention du virus Zika, η_2 la prévention du VIH, η_3 représente la thérapie antirétrovirale et η_4 représente le traitement médical du virus Zika.

le CReSP est issu d'un partenariat entre

Université de Montréal

Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal Québec