

Evaluation de StopCovid – données jusqu'à la semaine 41

Chiara Poletto, Pierre-Yves Boelle, Vittoria Colizza

INSERM, Sorbonne Université, Institut Pierre Louis d'Epidémiologie et de Santé Publique, Paris, France

[English version below]

Cette note vise à évaluer la performance de StopCovid en adoption et son impact épidémiologique.

Résumé

Même avec une faible adoption, chaque personne se déclarant comme cas de Covid-19 dans l'application StopCovid a permis de lutter contre la transmission. En effet, avec le niveau d'adoption actuel, dès qu'un cas de Covid-19 se déclare dans StopCovid il permet déjà à 5% de ses contacts de ne pas retransmettre le virus à son tour. Avec une adoption de l'appli par 30% de la population, chaque personne se déclarant comme un cas de COVID-19 dans cette application permettrait à 37% de ses contacts de ne pas retransmettre le virus, démontrant tout l'intérêt d'une large adoption et utilisation.

Définitions

Nous adoptons les notations suivantes :

q_w : le nombre de cas index qui déclenchent l'envoi d'une notification dans la semaine w . Ceci est défini comme la somme des codes courts et des codes longs utilisés dans la semaine correspondante.

n_w : Le nombre de notifications reçues durant la semaine w . Ceci est calculé comme la somme des premières notifications reçues par les utilisateurs et des notifications supplémentaires reçues par des utilisateurs déjà notifiés.

u_w : Le nombre moyen d'utilisateurs dans la semaine w . Ceci est calculé comme $C_w^d - C_w^r$, où C_w^d est la somme cumulée des nouveaux téléchargements à la semaine w et C_w^r le nombre cumulé de désinstallations à cette même semaine.

a_w : le pourcentage d'adoption dans la semaine w , obtenu comme $a_w = \frac{u_w}{POP}$, avec $POP = 67M$ pour la population française.

c_w : nombre de cas rapportés au système SIDEP dans la semaine w

Utilisation de l'App

Le nombre de cas index signalé dans StopCovid q_w devrait être le produit de l'incidence observée dans le système SIDEP et du pourcentage d'utilisation de l'application en cas d'adoption et d'utilisation uniforme dans la population. Dans ce cas, le nombre de cas index attendu est $q_w^{pred} = c_w a_w$. Ce calcul donne des résultats qui correspondent environ au double des cas effectivement rapportés dans StopCovid (Figure1).

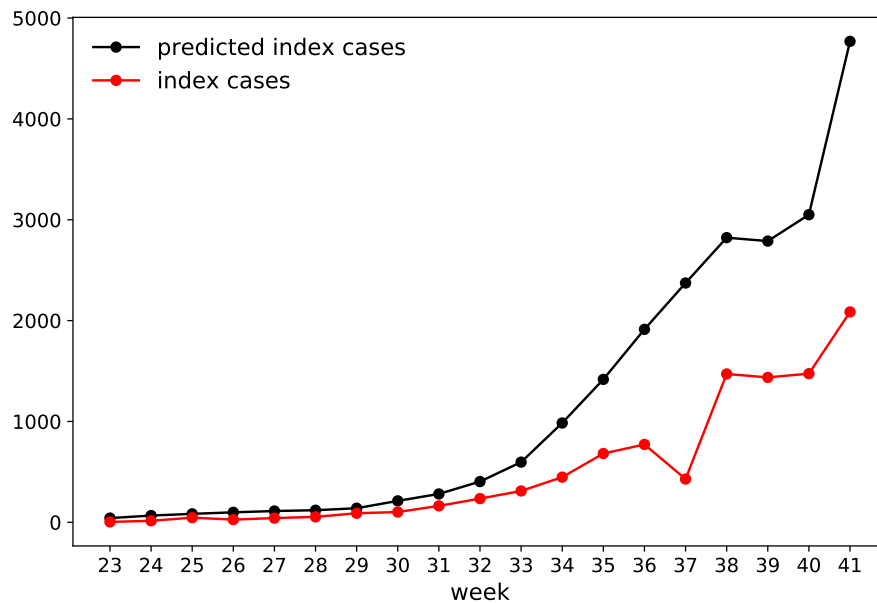


Figure 1. Nombre de cas index attendu d'après l'incidence en France SIDEP et les téléchargements de StopCovid et nombre de cas signalé dans StopCovid (rouge). Données agrégées par semaine.

Si l'on fait l'hypothèse que ce décalage est dû à la différence entre téléchargement et utilisation effective de StopCovid, le pourcentage moyen d'utilisation effective s'établit à $\bar{u} = \langle \frac{q_w}{q_w^{pred}} \rangle = 47\%$, et le pourcentage d'utilisateurs effectifs à $\bar{u} a_w$ dans la semaine w .

Sur cette base, on peut calculer le nombre de notifications qui devraient être reçues par les utilisateurs de StopCovid dans la semaine w : ce nombre est $n_w^{pred} = k q_w \bar{u} a_w$, où k est le nombre de contacts à risque (>15') établis par un individu durant la période enregistrée par stopCovid (deux semaines). Le nombre de tels contacts n'est pas connu avec certitude. Beraud et al rapportent 8 contacts de plus de 15' par jour, dont 30% sont récurrents¹. Nous explorons donc une gamme pour k entre 10 à 50.

Avec ces hypothèses, le nombre de notifications de contact envoyé par StopCovid est en accord avec le nombre de notifications attendu. Le principe de fonctionnement de l'application est donc validé.

¹ Béraud G, Kazmierczak S, Beutels P, Levy-Bruhl D, Lenne X, Mielcarek N, et al. (2015) PLoS ONE 10(7): e0133203

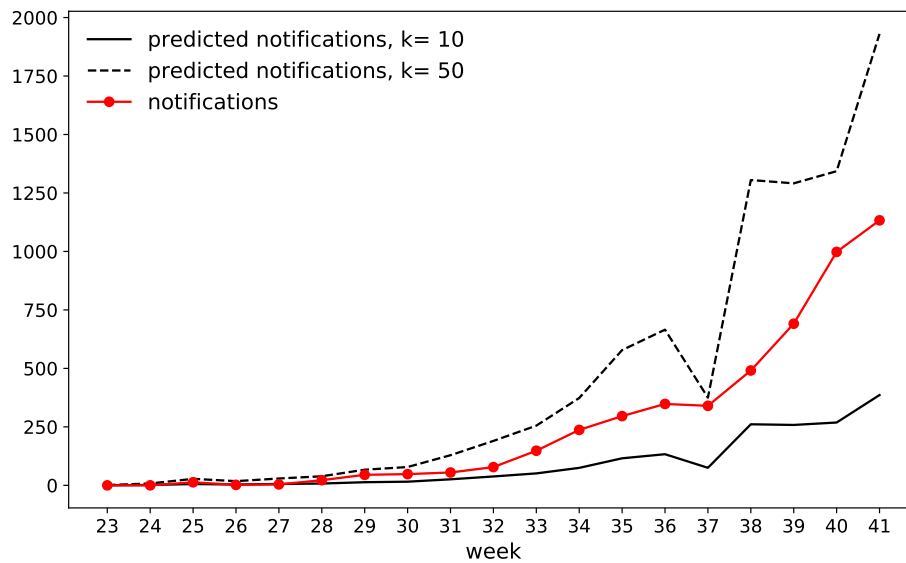


Figure 2. Notifications de contact reçues par les utilisateurs de StopCovid et notifications attendues selon le nombre de contacts à risque.

Fraction de transmission évitée dans la population

On note i le pourcentage des contacts notifiés par StopCovid qui sont effectivement infectés et R_t le taux de reproduction dépendant du temps (le nombre de cas secondaire causé par un individu infecté à la date t). La fraction F de transmission évitée par l'utilisation de l'application peut être calculée comme suit :

- Le nombre de cas infectés parmi les contacts identifiés par de StopCovid est $n_w i$.
- Le nombre de cas causés par les cas index notifiés dans StopCovid est $q_w R_t$.
- Le ratio de ces deux quantités,

$$F_w = \frac{\min(n_w i, q_w R_t)}{q_w R_t} \quad (1)$$

est donc le pourcentage de cas secondaires qui ne participeront pas à la transmission. Le calcul de ce pourcentage fait l'hypothèse que (1) le cas notifié rapidement ses contacts en flashant son Qr code; (2) les utilisateurs notifiés s'isolent dès qu'ils reçoivent la notification.

La quantité F_w est une mesure de l'impact de l'application. Cette valeur est comprise entre 0 et 1, et est d'autant plus proche de 1 que l'impact est important.

On note que F_w est proportionnel au taux d'adoption de l'application StopCovid. Ceci permet de donner une prédiction de ce que serait le rôle de l'application à un niveau d'adoption différent. Ceci s'écrit sous la forme

$$F(a, R, i) = F_w(R, P, i) \frac{a}{a_w} \quad (2)$$

où a_w est le pourcentage d'adoption de StopCovid dans la semaine w et a un taux hypothétique d'adoption. Pour les autres variables, nous prenons les valeurs épidémiologiques de la semaine 41: $i = 12.2\%$ comme probabilité de transmission aux contacts en accord avec les données de SI-DEP (positivité du test parmi tous les cas, en

absence de données sur les cas contacts, données de la semaine 41) et $R_t = 1.35$ (basé sur les données SI-DEP de la semaine 41); à noter que les estimations fournis par SpF sur la dernière semaine sont à consolider dans les semaines à venir. **Avec ces valeurs la fraction de transmission évitée s'établit à $F_w = 5\%$ aujourd'hui.** Les valeurs possibles $F(a, R, i)$ pour des niveaux d'adoption différents sont données dans le tableau suivant.

Tableau 1: Fraction de transmission évitée selon le pourcentage d'adoption de l'application StopCovid pour un ratio de reproduction=1.35 et un taux d'infection des contacts notifiés de 12.2%.

ADOPTION (a)	REDUCTION DE TRANSMISSION $F(a, R_t = 1.35, i = 12.2\%)$
4%	5%
5%	6%
10%	12%
15%	18%
20%	25%
25%	31%
30%	37%

Avec un taux d'adoption à 4%, la fraction de transmission évitée changerait avec la valeur du ratio de reproduction et le taux d'infection des contacts comme indiqué dans le tableau suivant. *A noter que les valeurs des paramètres sont considérées comme indépendantes, alors que R_t et i sont liés, c'est-à-dire qu'une circulation plus élevée du virus (signalée par un R_t plus grand) conduit généralement à un taux de positivité du test plus élevé. En l'absence de relation quantitative entre les deux quantités, nous montrons dans le tableau ci-dessous la réduction de la transmission pour la variation de R_t , en supposant que le taux de positivité du test reste constant.*

Tableau 2 : Fraction de transmission évitée avec StopCovid selon le taux de transmission aux contacts et le ratio de reproduction. Cette estimation est basée sur un taux de positivité i constant; en réalité, i augmente généralement avec R_t .

		REDUCTION DE TRANSMISSION $F(a = 4\%, R_t, i)$			
$i \backslash R_t$		1.1	1.3	1.5	1.7
3%		1.4%	1.2%	1.0%	0.9%
7%		3.4%	2.9%	2.5%	2.2%
10%		4.9%	4.1%	3.6%	3.1%
20%		9.8%	8.3%	7.2%	6.3%
30%		15%	13%	11%	9.5%

Conclusions

Avec le niveau d'adoption actuel et dans le contexte épidémique actuel, dès qu'un cas de Covid-19 se déclare dans StopCovid il permet déjà à 5% de ses contacts de ne pas retransmettre le virus à son tour. Avec une adoption plus élevée, par exemple de 30% de la population, la réduction de la transmission serait de 37%.

Remerciements

L'étude est, en part, financée par le projet ANR, DATAREDUX (ANR-19-CE46-0008-01) ; les projets EU H2020 MOOD (H2020-874850) et RECOVER (H2020-101003589) ; la ville de Paris (<https://www.paris.fr/>) dans le cadre du programme Émergence(s) ; l'ANR et la Fondation de France, projet NoCOV (00105995).

Evaluation of StopCovid – data up to week 41

Chiara Poletto, Pierre-Yves Boelle, Vittoria Colizza

INSERM, Sorbonne Université, Pierre Louis Institute of Epidemiology and Public Health, Paris, France

This report evaluates the performance of the app StopCovid in terms of activity and epidemiological impact.

Summary

Even with low adoption, every person reporting themselves as a Covid-19 case in the StopCovid app has helped fight transmission. Indeed, with the current level of adoption, as soon as a case of Covid-19 occurs in StopCovid it already allows 5% of its contacts not to retransmit the virus on their turn. With an adoption of the app by 30% of the population, each person declaring themselves as a case of COVID-19 in this app would allow 37% of their contacts not to retransmit the virus, demonstrating the interest of a wide adoption and use.

Definitions

We define the following quantities

q_w : the number of index cases triggering app notifications during week w (i.e. the sum of the number of long codes and the number of short codes used)

n_w : the number of notifications received during week w (i.e. aggregation of the number of notifications received for the first time and the number of notifications received by individuals who already received notifications before),

u_w : the average number of app owners during week w (computed as $C_w^d - C_w^r$, where C_w^d is the cumulative of the number of new weekly download and C_w^r is the cumulative of the number of app deletions)

a_w : app adoption during week w , computed as $a_w = \frac{u_w}{POP}$, where $POP = 67M$ is the French population

c_w : number of cases registered during week w from SI-DEP

App activity

The number of index cases reported in StopCovid q_w should be the product of the observed incidence in the SIDEP system and the percentage of use of the application when adopted and uniform use in the population. In this case, the expected number of index cases is

$q_w^{pred} = c_w a_w$. This calculation provides an estimate that is approximately twice the number of cases reported in StopCovid. (Figure 1).

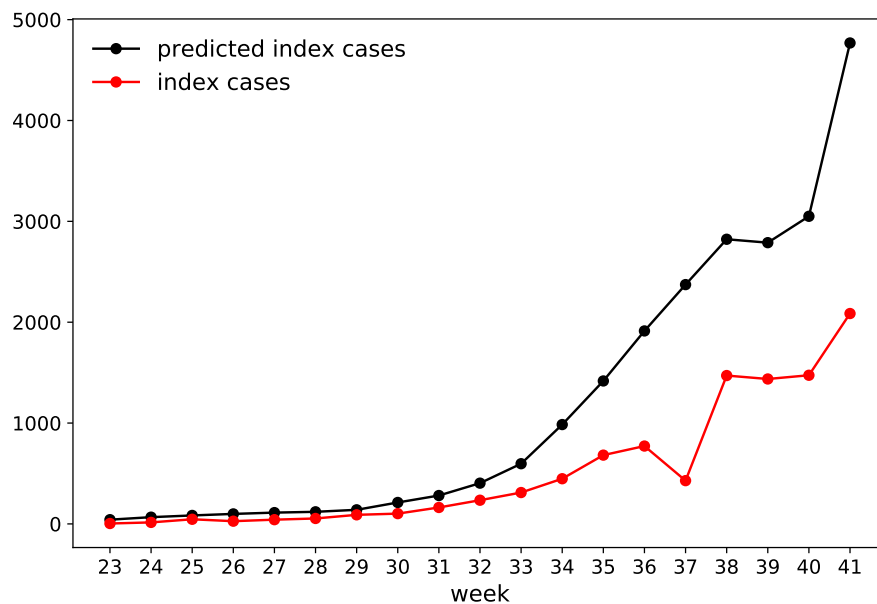


Figure 1. Number of index cases based in the number of downloads of StopCovid and SIDEP incidence in France (red). Data aggregated by week.

If we assume that this discrepancy is entirely due to the difference between the download of the app and its active use, then the expected proportion of app users, \bar{u} , in week w , is given by $\bar{u} = \langle \frac{q_w}{q_w^{pred}} \rangle = 47\%$, and the percentage of effective users by $\bar{u} a_w$ in the week w .

On this basis, we can compute the number of notifications that should be received by StopCovid users in the week w : this number is $n_w^{pred} = k q_w \bar{u} a_w$, where k is the number of contacts at risk (> 15 ') established by an individual during the period recorded by stopCovid (two weeks). The number of such contacts is not known with certainty. Beraud et al report 8 contacts over 15 'per day, 30% of which are recurrent². We therefore explore a range for k between 10 to 50.

With these assumptions, the number of notifications sent by StopCovid is in line with the expected number of notifications. The operating principle of the application is therefore validated.

^{2 2} Béraud G, Kazmierczak S, Beutels P, Levy-Bruhl D, Lenne X, Mielcarek N, et al. (2015) PLoS ONE 10(7): e0133203

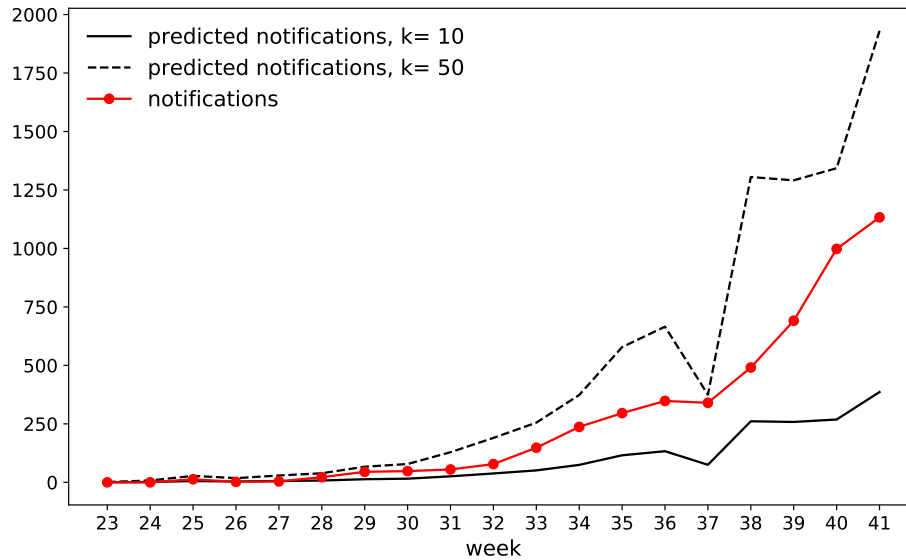


Figure 2. Notifications received by StopCovid users and notifications expected according to the number of contacts at risk.

Estimated fraction of prevented transmissions

We denote with i the percentage of contacts notified by StopCovid who are infected and R_t the time-dependent reproduction rate (the number of secondary cases caused by an infected individual at date t). The transmission fraction F avoided by using the application can be calculated as follows:

- The number of infected cases among contacts identified by StopCovid is $n_w i$.
- The number of cases caused by index cases notified in StopCovid is $q_w R_t$.
- The ratio of these two quantities,

$$F_w = \frac{\min(n_w i, q_w R_t)}{q_w R_t} \quad (1)$$

is therefore the percentage of secondary cases that will not participate in transmission. *This estimation assumes that (1) the case can quickly notify its contacts by flashing its Qr code; (2) notified users can isolate as soon as they receive the notification.*

The quantity F_w is a measure of the impact of the application. This value is between 0 and 1, and is closer to 1 for higher impact.

Note that F_w is proportional to the adoption rate of the StopCovid application. This helps to give a prediction about the role that the application would have at a different adoption level. This is written in the form

$$F(a, R, i) = F_w(R, P, i) \frac{a}{a_w} \quad (2)$$

where a_w is the adoption of StopCovid in week w and a is a generic adoption rate. For the other variables, we take the epidemiological values for week 41 $i = 12.2\%$ as the probability of transmission to contacts, in agreement with the SI-DEP data (positivity of the test among all cases, in the absence of data on contacts only, data from week 41) and $R_t = 1.35$ (based

on SI-DEP data from week 41). Note that the estimates provided by SpF for the last week need to be consolidated in the coming weeks. **With these values the estimated fraction, today, of transmission avoided is $F_w = 5\%$.** The possible values $F(a, R, i)$ for different adoption levels are given in the following table.

Table 1: Fraction of transmission avoided according to the percentage of adoption of the StopCovid application for a reproduction ratio = 1.35 and an infection rate of notified contacts of 12.2% (data of week 41)

ADOPTION (a)	RÉDUCTION OF TRANSMISSION $F(a, R_t = 1.35, i = 12.2\%)$
4%	5%
5%	6%
10%	12%
15%	18%
20%	25%
25%	31%
30%	37%

With an adoption rate of 4%, the fraction of transmission prevented would change with the value of the reproduction ratio and the contact infection rate as shown in the following table. *To note that parameter values are considered as independent, whereas R_t and i are linked, i.e. a higher circulation of the virus (signaled by a larger R_t) generally leads to a higher test positivity rate. In absence of a quantitative relationship between the two measures, we show in the Table below the reduction of transmission for varying R_t , assuming that the test positivity rate remains constant.*

Table 2: Fraction of transmission prevented with StopCovid according to the rate of transmission to contacts and the reproduction ratio. This estimate is based on a constant test positivity rate i ; in reality, i generally increases with R_t

		REDUCTION DE TRANSMISSION $F(a = 4\%, R_t, i)$			
$i \backslash R_t$		1.1	1.3	1.5	1.7
3%		1.4%	1.2%	1.0%	0.9%
7%		3.4%	2.9%	2.5%	2.2%
10%		4.9%	4.1%	3.6%	3.1%
20%		9.8%	8.3%	7.2%	6.3%
30%		15%	13%	11%	9.5%

Conclusions

With the current level of adoption and in the current epidemic context, as soon as a case of Covid-19 occurs in StopCovid it already allows 5% of its contacts not to retransmit the virus

on their turn. With higher adoption, for example of 30% of the population, the reduction in transmission would be of 37%.

Acknowledgements

This study was partially supported by the ANR project DATAREDUX (ANR-19-CE46-0008-01); EU H2020 grants MOOD (H2020-874850), and RECOVER (H2020-101003589); the Municipality of Paris (<https://www.paris.fr/>) through the programme Emergence(s); the ANR and Fondation de France through the project NoCOV (00105995).