

Note d'éclairage du 29 janvier 2021

**POINT DE SITUATION SUR LES VARIANTS
MODELISATIONS
PERSPECTIVES POUR LE MOIS DE MARS**

**Vittoria Colizza, Simon Cauchemez, Pierre-Yves Boelle,
Arnaud Fontanet, Yazdan Yazdanpanah, Jean-François Delfraissy**

POINT DE SITUATION

I. VARIANT ANGLAIS

Confirmation des données sur la transmissibilité accrue du variant anglais :

- Royaume-Uni : +50%
- Danemark : R à 1,4

On observe une **progression du variant anglais** en France et en Europe dans les pays n'ayant pas encore adopté des mesures de confinement strict :

- France :
 - Au niveau national, enquête Flash n°1 des 8 et 9 Janvier 2021 : **3,3%** avec une hétérogénéité régionale ;
 - Au niveau de la région Ile-de-France, enquêtes IDF/APHP : **6%** le 8-9 janvier, **10-11%** le 20-24 janvier, **16%** le 27-28 janvier 2021.
- Belgique (20%), Suisse (10%), Espagne (9 à 20% selon les régions), Pays-Bas (20 à 25%)

Les pays les plus touchés n'ont pu arrêter le variant anglais qu'avec un confinement strict : Royaume-Uni (confinement strict national le 4 janvier), **Irlande** (confinement strict national le 30 décembre), et **Portugal** (confinement strict national débuté le 15 janvier et complété par la fermeture des écoles le 21 janvier ; en attente de résultats).

II. VARIANT SUD-AFRICAIN

- Présent dans 1% des prélèvements positifs dans l'enquête IDF du 20-24 janvier 2021.
- Même s'il n'existe pas de données quantifiées sur une plus grande transmissibilité du variant sud-africain (sa prolifération en Afrique du Sud pourrait être due à son avantage sélectif dans une population à très haute prévalence d'infection par le SARS-CoV-2 traditionnel), la présence de la mutation N501Y associée à une plus grande capacité à infecter les cellules, et la survenue d'un cluster de plus de 100 cas à Ostende (Belgique), plaident en faveur d'une plus grande transmissibilité.
- Les résultats de l'**essai Novavax** (sous-unitaire) estiment l'efficacité vaccinale à 89% dans l'essai réalisé en Angleterre (avec une efficacité estimée à 86% sur le variant anglais), mais seulement 50% en Afrique de sud (93% des cas étaient dus au variant SA ; 94% de la population d'étude est VIH- ; un tiers de la population de l'essai avait une sérologie positive pour le SARS-CoV-2). Ces données font craindre un **échappement vaccinal** avec le variant sud-africain qui pourrait limiter la portée de la campagne vaccinale en cours en France si le variant sud-Africain se propageait.
- Les données avec les vaccins **Pfizer** et **Moderna** montrent également une **diminution de l'ordre de 30 à 40% de l'efficacité vaccinale** sur le variant sud-africain.

MODELISATIONS

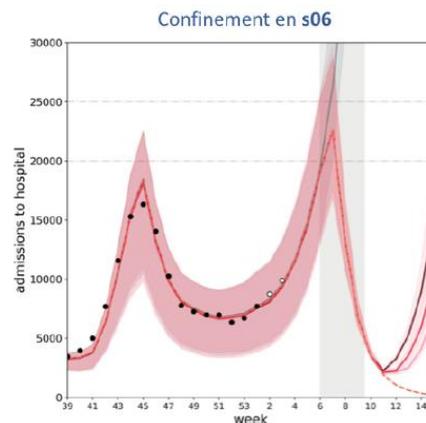
Modélisation d'une stratégie de confinement dans le contexte de l'émergence du VOC 2020/01.

Deux études ont été réalisées indépendamment pour anticiper l'effet d'un confinement dans le contexte d'émergence du coronavirus variant anglais VOC 2020/01, à partir des modèles développés par l'Institut Pasteur et par l'Institut Pierre Louis d'Epidémiologie et de Santé Publique (INSERM, Sorbonne Université).

Les stratégies testées sont un confinement d'une durée d'un mois, avec une efficacité comparable à celle du confinement de Mars/Avril 2020, avec deux dates de mise en œuvre : 1er Février (semaine 5 - 2021) ou 8 Février 2021 (semaine 6 - 2021).

Les deux modèles donnent des résultats convergents. Les résultats principaux sont:

- L'augmentation rapide et importante du nombre de cas et des hospitalisations si les mesures actuellement en œuvre ne sont pas renforcées. Si l'on reste sur la trajectoire actuelle, on peut s'attendre à ce que le nombre d'hospitalisations dépasse rapidement celui observé durant la première vague de la pandémie. Ce scénario correspond à la trajectoire grise dans la figure ci-dessous (issue de la Figure 3 du rapport de l'INSERM):



- Avec un confinement strict de 4 semaines, on observe une décroissance forte de l'incidence et des besoins hospitaliers, avec environ 5000 cas détectés à son issue;
- L'augmentation contenue de la prévalence du VOC au cours du confinement mais reprenant son cours à la hausse en sortie;
- Si le confinement est retardé d'une semaine, il faudra une semaine de plus pour atteindre l'objectif de 5000 cas. Cela veut dire que la remontée des cas sera également décalée d'une semaine, laissant plus de temps pour la mise en place d'une stratégie de contrôle et traitement en sortie de confinement.

- Les scénarios de reprise montrent que l'augmentation du nombre de cas reprendra à l'issue du confinement, d'autant plus vite que le relâchement des mesures serait rapide. Cette tendance pourrait être ralentie s'il était possible d'améliorer encore l'efficacité du dépistage des nouvelles infections, en le portant à 3 cas sur 4 plutôt que 1 cas sur 2 actuellement, et en accélérant l'identification des cas pour leur isolement.

Un confinement précoce permet de gagner du temps à un moment critique. La reprise de la circulation épidémique à l'issue du confinement aura lieu dans un contexte où vaccination et nouveaux traitements seront davantage disponibles et pourront réduire l'impact de la circulation du virus sur le système de santé. Ces éléments, qui ne sont actuellement pas pris en compte dans les modèles, font que les scénarios de sortie représentent une limite haute sur l'évolution de la situation au mois d'Avril.

Ces analyses montrent que l'émergence de variants du virus va rendre le contrôle de l'épidémie en France encore plus difficile dans les mois qui viennent. Si nous ne réussissons pas à endiguer la progression du virus avec des mesures fortes, nous risquons d'être confrontés à des pics épidémiques similaires à ceux observés en mars-avril et novembre 2020 voir plus élevés. La vaccination, l'arrivée de nouvelles stratégies thérapeutiques et un renforcement important du tester-tracer-isoler pourrait contribuer à contenir l'impact de l'épidémie à la sortie du confinement. Concernant le renforcement de la stratégie de tests que nous modélisons, il faut cependant bien garder à l'esprit que l'objectif d'isoler dans des délais très rapides 3 personnes infectées sur 4 reste extrêmement ambitieux et optimiste. On ne peut donc malheureusement pas exclure à ce stade les scénarios plus pessimistes sur la reprise de l'épidémie après le confinement.

Voir les modélisations en annexe.

CONCLUSIONS

1. Avec beaucoup d'incertitudes et d'humilité.
2. Un confinement strict sur une période de 4 semaines à partir de début février (vacances scolaires) permet de :
 - Ramener la circulation du virus autour de 5 000 contaminations journalières ;
 - Ralentir la pénétration du variant VOC et probablement du variant sud-africain ;
 - Mais, il ne permet pas d'éviter une reprise de la circulation du virus avec le variant VOC dans le mois de mars. Cette reprise peut être ralentie par une stratégie très stricte de « Tester-Tracer-Isoler ».
3. Un confinement strict en février permet de « gagner du temps » :
 - Construction d'un dépistage des variants alliant RT-PCR et séquençage ;
 - Construction d'une stratégie de dépistage dans des lieux à risque de circulation s'appuyant sur de nouveaux tests (prélèvements salivaires...) ;
 - Permet à la vaccination de se terminer dans les EHPAD ;
 - Mise en place d'une nouvelle stratégie pour la prise en charge des personnes âgées (>70 ans) ou à risque ==> « **Tester, Tracer, Isoler, TRAITER** ».
 - L'objectif est de traiter PRECOCEMENT dès début mars un maximum de personnes âgées à risque avec des **anticorps monoclonaux**, quelle que soit leur situation clinique pour leur éviter d'évoluer vers une forme grave (voir discussion en cours sur les traitements). Ceci se fait dans un cadre administratif à définir (TATU de cohorte ou plutôt Article 31-31).
 - Dans un second temps, le relais pourrait être pris par d'autres anticorps monoclonaux, l'interféron ou du sérum provenant de sujets COVID+ ayant été vaccinés récemment (EFS).

ANNEXES

Document du 28/01/2021

Rapport #27 “Estimated impact of lockdown against VOC-202012/01 circulation in France” 24/01/2021

(ci-joint)

Laura Di Domenico¹, Chiara E. Sabbatini¹, Giulia Pullano^{1,2}, Pierre-Yves Boëlle¹, Vittoria Colizza¹

¹INSERM, Sorbonne Université, Pierre Louis Institute of Epidemiology and Public Health, Paris, France

²Orange Labs, Sociology and Economics of Networks and Services (SENSE), Chatillon, France

En utilisant le modèle développé par l'INSERM pour répondre à la pandémie du COVID-19¹⁻³, dans le **Rapport #27 (24/01/2021)** nous avons évalué l'impact attendu d'un confinement strict (comme en mars-avril) ou d'un confinement souple (comme en octobre-novembre) sur les trajectoires de propagation du «variant britannique» (variant B.1.1.7 ou VOC 202012/01, ici appelé «VOC»). Le confinement était mis en place à partir de la semaine 4, 6, ou 8, sur 3 scenarii du contexte épidémique en France (Reff(non-VOC)=1, 1.1, 1.2, correspondants a une situation épidémique stable ou en croissance à des vitesses différentes) et pour 3 niveaux de prévalence du VOC en début d'année (1.4%, 2%, 4%).

Cette Annexe s'intéresse plus attentivement au confinement strict, prenant en compte l'estimation finale de la première *Enquête flash* sur la prévalence VOC en France au 8 janvier (3,3%, source: Santé publique France). La circulation du non-VOC avant le confinement est décrite par Reff(non-VOC)=1.2, compatible avec les dernières données d'hospitalisations.

Légende:

- « VOC » = variant B.1.1.7, VOC 202012/01, «variant britannique »
- « non-VOC » = souche dominant en France en 2020

Table des matières

1. Confinement strict et durée estimée pour attendre 5,000 infections journalières
2. Scenarii de sortie après 1 mois de confinement strict
3. Résultats clés
4. Limites
5. Méthodes
6. Bibliographie

A noter: ces estimations ne prennent pas encore en compte un éventuel relâchement dans l'adhérence aux restrictions tout au long du confinement (ce qui a été observé après ~1 mois pendant le 1er confinement mais plus rapidement pendant le 2eme confinement^{4,5})

1. Confinement strict et durée estimée pour attendre 5,000 infections journalières

Nous avons envisagé un *confinement strict*, comme en mars-avril, avec en plus la stratégie de dépistage-traçage-isolément actuellement en place, estimée à un taux de détection de ~50% de cas, correspondant à dépister et isoler 1 infection sur 2 en moyenne (lignes en continue en **Figure 1**). Puis, nous avons considéré une possible augmentation de l'efficacité du confinement strict à travers un renforcement de la stratégie de dépistage-traçage-isolément, avec une hypothèse d'un taux de détection de ~75%, correspondant à dépister et isoler 3 infections sur 4 en moyenne (lignes en pointillé en **Figure 1**). Les trajectoires projetées du nombre d'admissions à l'hôpital et du nombre d'infections sont montrées en **Figure 1**. Le confinement est mis en œuvre à partir de la semaine 5 (courbes bleues) ou 6 (courbes rouges) sans interruption jusqu'à la semaine 12 pour estimer la date attendue pour atteindre 5,000 infections journalières (réels ou détectées) (**Tableaux 1 et 2**).

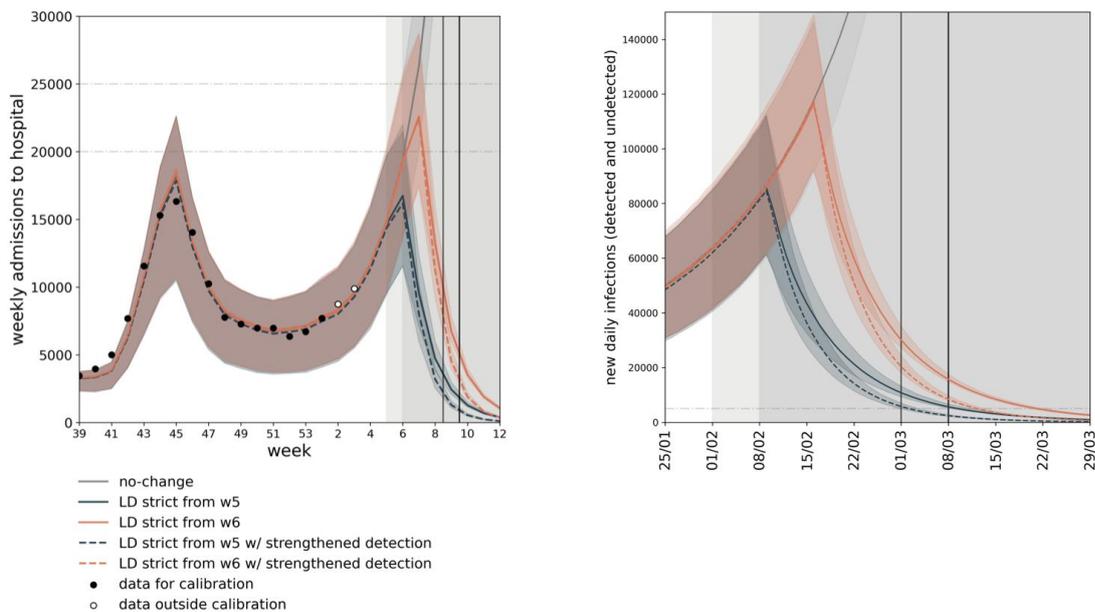


Figure 1. Trajectoires épidémiques du nombre hebdomadaire d'admission à l'hôpital (gauche), du nombre journalier des nouvelles infections (droite) projetées compte tenu de la circulation du VOC et de la mise en œuvre d'un confinement strict. Les points noirs correspondent aux données d'hospitalisation utilisées pour la calibration du modèle. Les points blancs correspondent aux données plus récentes, en dehors de la fenêtre de calibration. La courbe grise correspond au scénario sans changement, c'est-à-dire sans interventions supplémentaires à ceux mises en place jusqu'au 10 janvier (couvre-feu à 18h00 dans 15 départements). Les courbes colorées continues correspondent à la trajectoire attendue avec

un confinement strict et stratégie de dépistage-traçage-isolément actuellement en place, estimée à un taux de détection de ~50%. Les courbes en pointillé correspondent à la trajectoire attendue avec confinement strict et stratégie renforcée de dépistage-traçage-isolément, avec une hypothèse d'un taux de détection de ~75% (c'est-à-dire dépister et isoler 3 infections sur 4 en moyenne). La couleur des courbes indique la date de début du confinement: semaine 5 (bleue), semaine 6 (rouge). La zone grisée indique la période du confinement, les deux lignes verticales indiquent 1 mois après le début du confinement. La ligne horizontale dans le graphique à droite indique 5,000 nouvelles infections journalières réels (pour celles détectées, voir Tableaux 1 et 2).

Tableau 1. Date estimée pour atteindre 5,000 nouvelles infections quotidiennes (réels ou détectées).

		Strict lockdown starting from w5		Strict lockdown starting from w6	
		Detecting and isolating 1 infection out of 2 (50% detection rate)	Detecting and isolating 3 infections out of 4 (75% detection rate)	Detecting and isolating 1 infection out of 2 (50% detection rate)	Detecting and isolating 3 infections out of 4 (75% detection rate)
VOC 3.3%	5,000 real infections	10 Mar [09 Mar-11Mar]	03 Mar [01 Mar-04 Mar]	22 Mar [21 Mar-23Mar]	13 Mar [12 Mar-14 Mar]
	5,000 detected infections	02 Mar [01 Mar-04 Mar]	28 Feb [27 Feb-02 Mar]	14 Mar [13 Mar-14 Mar]	10 Mar [10 Mar-11 Mar]

Tableau 2. Durée du confinement nécessaire pour atteindre 5,000 nouvelles infections quotidiennes (réels ou détectées).

		Strict lockdown starting from w5		Strict lockdown starting from w6	
		Detecting and isolating 1 infection out of 2 (50% detection rate)	Detecting and isolating 3 infections out of 4 (75% detection rate)	Detecting and isolating 1 infection out of 2 (50% detection rate)	Detecting and isolating 3 infections out of 4 (75% detection rate)
VOC 3.3%	5,000 real infections	38 [37-39] days	31 [29-32] days	43 [42-44] days	34 [33- 35] days
	5,000 detected infections	30 [29-32] days	28 [27-30] days	35 [34- 35] days	31 [31-32] days

2. Scenarii de sortie après 1 mois de confinement strict

Nous considérons un confinement strict, comme dans la section précédente, de la durée d'un mois, suivi ou pas d'une période d'adaptation progressive à la sortie ($R_0(\text{non-VOC})=1$, durée: 0, 1 ou 2 semaines), puis suivi d'un scénario comme en début janvier, en terme de transmissibilité et de niveau de télétravail. Ce schéma de stratégie de sortie est illustré à la **Figure 2**.

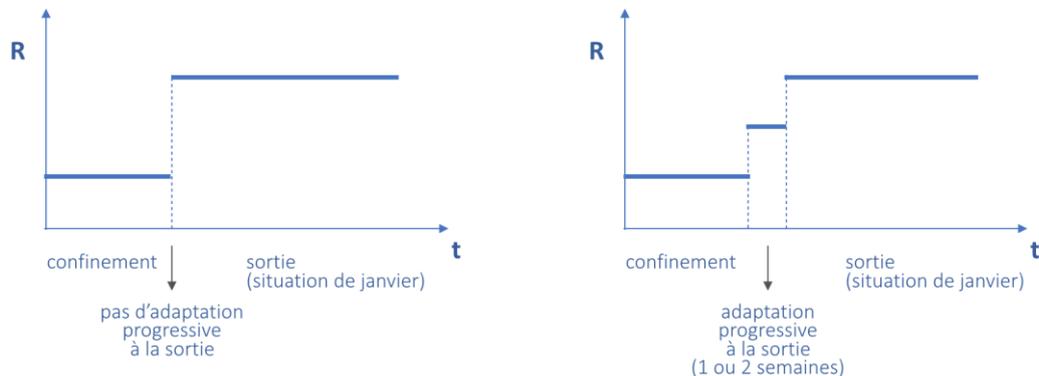


Figure 2. Schéma de la stratégie de sortie. Gauche: sortie du confinement sans période d'adaptation progressive. Droite: sortie du confinement en passant à travers une phase d'adaptation progressive d'une durée de 1 à 2 semaines. La sortie est basée sur la transmissibilité et niveau de télétravail du début janvier.

Nous simulons la trajectoire épidémique attendue selon ces conditions jusqu'à la mi-avril (**Figures 3 et 4**). Le nombre de nouvelles infections journalières attendues à la fin d'un confinement strict d'1 mois est indiqué en **Tableau 3**. La prévalence attendue du VOC est montrée en **Figure 5**.

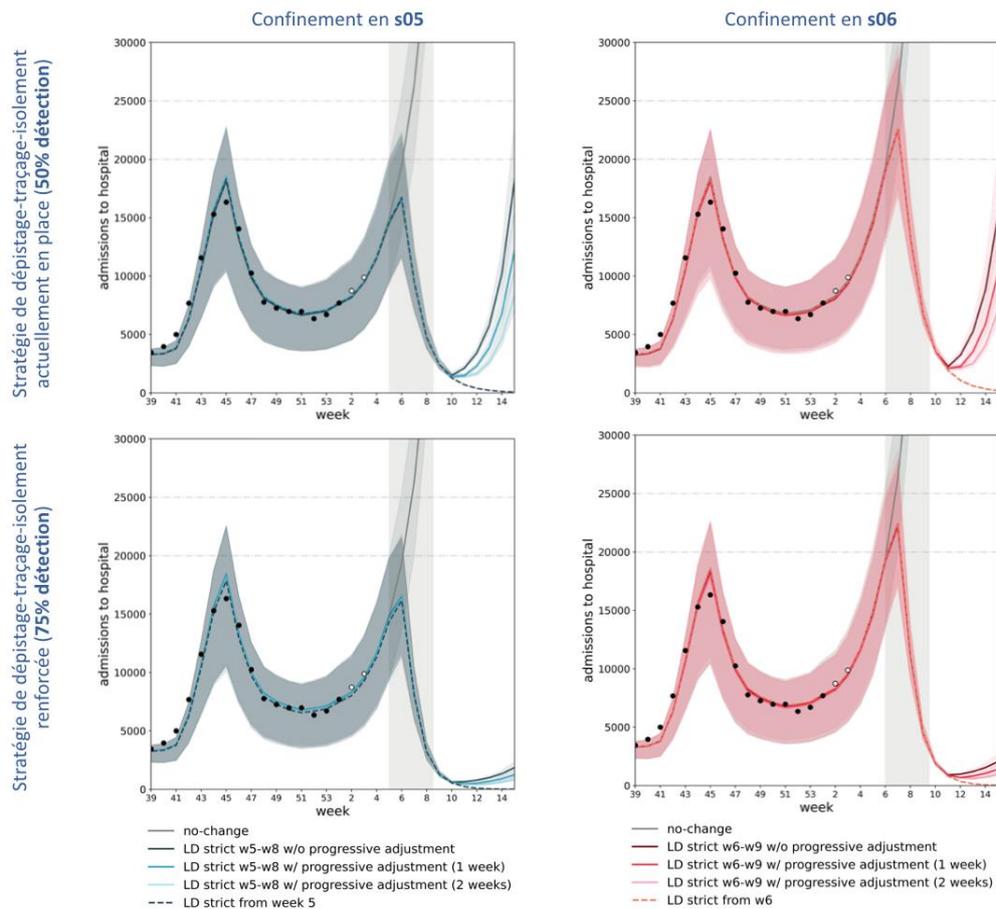


Figure 3. Trajectoires épidémiques du nombre hebdomadaire d'admission à l'hôpital projetées pour un confinement strict d'un mois suivi des scenarii de sortie. Gauche: confinement en s05; droite: confinement en s06. Haut: stratégie de dépistage-traçage-isolément actuellement en place, estimée à un taux de détection de ~50%; bas: stratégie renforcée de dépistage-traçage-isolément, avec une hypothèse d'un taux de détection de ~75% (c'est-à-dire dépister et isoler 3 infections sur 4 en moyenne). Les points noirs correspondent aux données d'hospitalisation utilisées pour la calibration du modèle. Les points blancs correspondent aux données plus récentes, en dehors de la fenêtre de calibration. La courbe grise correspond au scénario sans changement, c'est-à-dire sans interventions supplémentaires à ceux mises en place jusqu'au 10 janvier (couvre-feu à 18h00 dans 15 départements). Les gradations de bleu ou rouge correspondent aux courbes obtenues sans période d'adaptation progressive a la sortie, ou avec 1 ou 2 semaines d'adaptation progressive a la sortie. La zone grisée indique la durée du confinement.

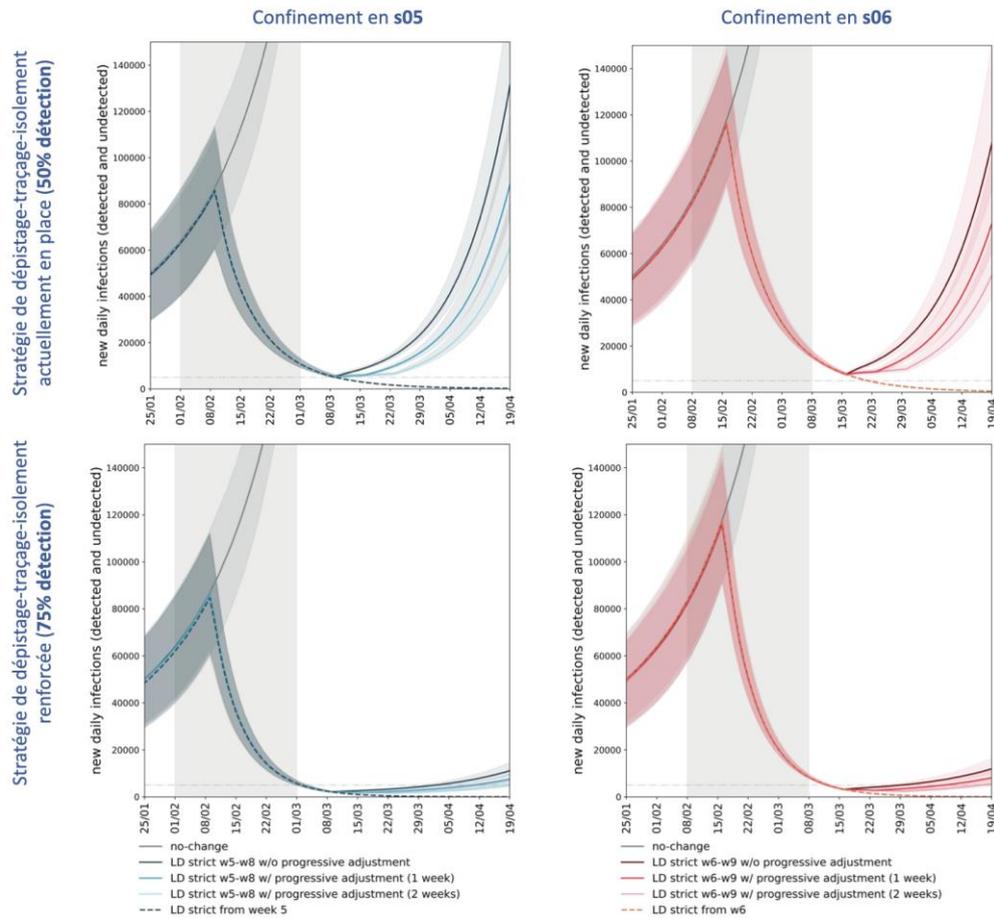


Figure 4. Trajectoires épidémiques du nombre d'infections journalières projetées pour un confinement strict d'un mois suivi des scenarii de sortie. Gauche: confinement en s05; droite: confinement en s06. Haut: stratégie de dépistage-traçage-isolément actuellement en place, estimée à un taux de détection de ~50%; bas: stratégie renforcée de dépistage-traçage-isolément, avec une hypothèse d'un taux de détection de ~75% (c'est-à-dire dépister et isoler 3 infections sur 4 en moyenne). La courbe grise correspond au scénario sans changement, c'est-à-dire sans interventions supplémentaires à ceux mises en place jusqu'au 10 janvier (couvre-feu à 18h00 dans 15 départements). Les gradations de bleu ou rouge correspondent aux courbes obtenues sans période d'adaptation progressive a la sortie, ou avec 1 ou 2 semaines d'adaptation progressive a la sortie. La zone grisée indique la durée du confinement. La ligne horizontale dans chaque graphique indique 5,000 nouvelles infections journalières réels (pour celles détectées, voir Tableau 3).

Tableau 3. Nombre de nouvelles infections journalières attendu à la fin du confinement strict d'un mois.

		Strict lockdown starting from w5		Strict lockdown starting from w6	
		Detecting and isolating 1 infection out of 2 (50% detection rate)	Detecting and isolating 3 infections out of 4 (75% detection rate)	Detecting and isolating 1 infection out of 2 (50% detection rate)	Detecting and isolating 3 infections out of 4 (75% detection rate)
VOC 3.3%	5,000 real infections	10,784 [9,315 – 13,190]	5,754 [4,912 – 6,965]	15,697 [14,794 – 17,576]	8,422 [7,805 – 9,693]
	5,000 detected infections	5,392 [4,658 – 6,595]	1,439 [1,228 – 1,741]	7,849 [7,397 – 8,788]	2,106 [1,951 – 2,423]

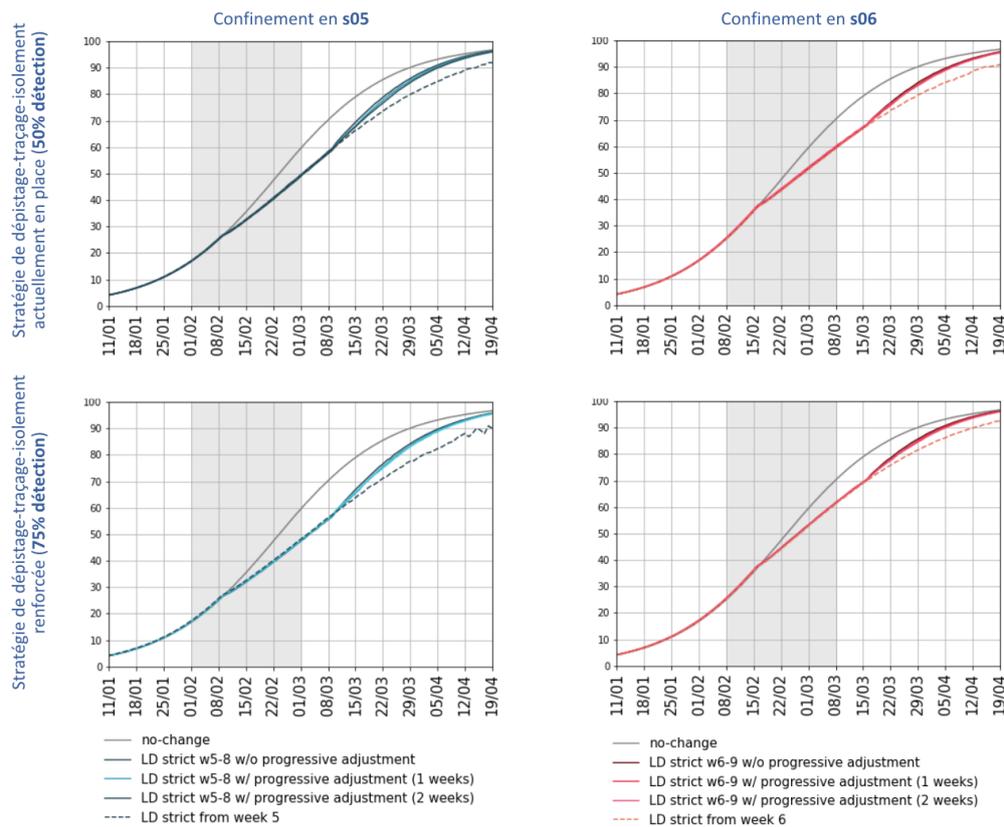


Figure 5. Prévalence du VOC projetée pour un confinement strict d'un mois suivi des scénarii de sortie. Gauche: confinement en s05; droite: confinement en s06. Haut: stratégie de dépistage-traçage-isolement actuellement en place, estimée à un taux de détection de ~50%; bas: stratégie renforcée de dépistage-traçage-isolement, avec une hypothèse d'un taux de

détection de ~75% (c'est-à-dire dépister et isoler 3 infections sur 4 en moyenne). La courbe grise correspond au scénario sans changement, c'est-à-dire sans interventions supplémentaires à ceux mises en place jusqu'au 10 janvier (couvre-feu à 18h00 dans 15 départements). Les gradations de bleu ou rouge correspondent aux courbes obtenues sans période d'adaptation progressive à la sortie, ou avec 1 ou 2 semaines d'adaptation progressive à la sortie. La zone grisée indique la durée du confinement.

3. Résultats clés

- **Le confinement strict comme en mars-avril serait en mesure de réduire fortement la circulation épidémique, réduisant rapidement le nombre d'hospitalisations.** Ceci est conforme aux trajectoires épidémiques observées au Royaume-Uni et en Irlande après la mise en œuvre d'un confinement strict avec écoles fermées. Cependant, le confinement d'un mois ne sera pas capable de supprimer l'épidémie.
- Un confinement à partir de la semaine 5 devrait atteindre un niveau d'hospitalisations similaire à celui de la deuxième vague. Un confinement à partir de la semaine 6 est prévu atteindre un niveau d'hospitalisations entre le pic de la première et le pic de la deuxième vague. Les fluctuations sont cependant compatibles avec le pic de la première vague et au-delà.
- La durée du confinement nécessaire pour atteindre 5,000 nouvelles infections détectées par jour (avec le taux de détection courant estimé à ~50%) est estimée à 30 [29-32] jour, si le confinement est mis en place la s05. La durée pour attendre 5,000 nouvelles infections quotidiennes (infections réelles) est estimée à 38 [37-39] jours. **Ces durées s'allongent d'environ une semaine avec un confinement mis en place la s06.**
- **Renforcer la stratégie de dépistage-tracement-isolement pendant le confinement est un point clé pour accélérer la diminution de l'incidence.** Une stratégie renforcée de dépistage et isolement de 3 infections sur 4 en moyenne pourrait réduire de moitié le niveau d'incidence atteint par la stratégie actuelle (dépistage et isolement d'environ 1 infection sur 2) à la fin du confinement. Plus important encore, **cela permettrait une augmentation plus lente du nombre de cas après la sortie du confinement.** Cependant, *ce scénario reste optimiste dans la mesure où le modèle considère un isolement rapide au jour de l'apparition de symptômes.*
- **Dans les conditions actuelles de dépistage et d'isolement (d'environ 1 infection sur 2), la sortie du confinement avec le taux de croissance épidémique et le niveau de télétravail enregistré en janvier est attendue entraîner une résurgence rapide des cas de mi-mars à avril.** La vaccination jouera un rôle essentiel pour ralentir l'augmentation des cas dans ces conditions.
- Le confinement strict comme en mars montre une capacité de ralentir la croissance de la prévalence du VOC dans le pays.

- Ces résultats montrent la nécessité de mesures rigoureuses de distanciation sociale pour faire face à la menace du variant VOC. Ces mesures auront un triple objectif: (i) réduire l'activité épidémique globale (non-VOC et VOC), (ii) retarder l'augmentation de la prévalence du VOC, (iii) gagner du temps critique pour augmenter la couverture vaccinale.

4. Limites

- L'efficacité des interventions est estimée sur la base de la circulation du VOC et de l'expérience antérieure en France lors du premier confinement. ***Une mise en place différente des restrictions, ou une adhésion différente de la population par rapport à ce qui a été enregistré dans la première vague^{2,6} peut modifier ces résultats.*** Les vacances d'hiver ne sont pas prises en compte dans l'analyse.
- Le modèle considère un isolement très rapide, au jour de l'apparition de symptômes. Pour cette raison, le renforcement du système de traçage est essentiel pour identifier les cas à risque bien avant le début des symptômes.
- Le modèle ne prend pas en compte la vaccination des individus. Dans la fenêtre temporelle explorée ici, le nombre d'individus vaccinés serait encore très limité pour ralentir efficacement l'épidémie. La vaccination devrait avoir un effet sur la dynamique épidémique à partir du mois d'avril.
- Le modèle ne tient pas compte du couvre-feu anticipé à 18h et étendu au territoire national le 16 janvier 2021, car sa calibration s'arrête au 10 janvier. Les données jusqu'à la semaine 3 suivent la trajectoire estimée pour R_{eff} (non-COV) = 1.2, considérée dans cette analyse.
- Différentes évolutions de la trajectoire épidémique dans les semaines à venir dépendant par exemple des comportements adaptatifs des individus ne peuvent pas être anticipées, et peuvent altérer la dynamique projetée.
- Les résultats dépendent de l'estimation de la première Enquête flash, de l'augmentation estimée de la transmissibilité du VOC, et de l'estimation de la dynamique épidémique actuelle en France. Les estimations de la deuxième enquête flash seront importantes pour affiner les projections de la circulation du VOC.
- Nous considérons que la seule différence entre le variant et la souche actuellement en circulation réside dans l'augmentation de la transmissibilité, estimée à aujourd'hui à 50%^{7,8}.
- Cette analyse ne prend pas en compte d'autres variants, comme le variant 501.V2, également appelée variante sud-africaine, déjà détectée en France.

5. Méthodes

Nous avons utilisé un modèle stratifié par âge développé par l'INSERM pour répondre à la crise sanitaire du COVID-19¹⁻³. Le modèle est paramétré avec des données de contact, utilise des données de mesures préventives et des données de mobilité pour tenir compte des mesures de distanciation sociale (par exemple, le télétravail) au fil du temps. Il considère qu'un pourcentage d'infections est testé et isolé au jour de l'apparition de symptômes pour casser les chaînes de transmission. L'isolement correspond à une réduction de 90% des contacts.

Le modèle est calibré sur les données d'hospitalisation et validé sur les données sérologiques (immunité acquise) des enquêtes conduites après la première vague¹. Les détails du modèle sont disponibles à la Ref.⁴.

Le modèle considère la circulation de 2 souches de SARS-CoV-2, celle actuellement dominante (ici appelée non-VOC) et le variant B.1.1.7 (ou VOC 202012/01, «variant britannique», ici appelée VOC), caractérisé par une augmentation de 50% de la transmissibilité^{7,8}. Une immunité croisée complète est considérée selon les connaissances disponibles⁸. Le modèle est calibré aux données d'admission à l'hôpital jusqu'au 10 janvier pour la souche actuellement dominante. La circulation du variant VOC est calibré pour que sa prévalence soit égale à 3,3% des nouveaux cas au 8 janvier 2021, correspondant à l'estimation finale de la première *Enquête flash*.

6. Bibliographie

1. Pullano, G. *et al.* Underdetection of COVID-19 cases in France threatens epidemic control. *Nature* (2020) doi:10.1038/s41586-020-03095-6.
2. Di Domenico, L., Pullano, G., Sabbatini, C. E., Boëlle, P.-Y. & Colizza, V. Impact of lockdown on COVID-19 epidemic in Île-de-France and possible exit strategies. *BMC Med.* **18**, 240 (2020).
3. Di Domenico, L., Pullano, G., Sabbatini, C. E., Boëlle, P.-Y. & Colizza, V. Modelling safe protocols for reopening schools during the COVID-19 pandemic in France. *Nature Communications* (2021).
4. Pullano, G., Valdano, E., Scarpa, N., Rubrichi, S. & Colizza, V. Population mobility reductions during COVID-19 epidemic in France under lockdown. *Lancet Digit. Health* 2020.05.29.20097097 (2020) doi:10.1101/2020.05.29.20097097.
5. Valdano, E., Lee, J., Rubrichi, S. & Colizza, V. Mobility during the first week of the second lockdown in France. *medRxiv* 12.30.20249034 (2021).
6. Salje, H. *et al.* Estimating the burden of SARS-CoV-2 in France. *Science* (2020) doi:10.1126/science.abc3517.
7. Volz, E. *et al.* Transmission of SARS-CoV-2 Lineage B.1.1.7 in England: Insights from linking epidemiological and genetic data. <http://medrxiv.org/lookup/doi/10.1101/2020.12.30.20249034> (2021) doi:10.1101/2020.12.30.20249034.
8. Davies, Nicholas *et al.* Estimated transmissibility and severity of novel SARS-CoV-2 Variant of Concern 202012/01 in England. *CMMID Repository* <https://cmmid.github.io/topics/covid19/uk-novel-variant.html> (2020).

Annexe 1 : Estimated impact of lockdown against VOC-202012/01 circulation in France - January 2021

Report #27 [previous reports at: www.epicx-lab.com/covid-19.html]

Chiara E. Sabbatini¹, Laura Di Domenico¹, Giulia Pullano^{1,2}, Vittoria Colizza^{1,*}

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

2 Orange Labs, Sociology and Economics of Networks and Services (SENSE), Chatillon, France

*[*vittoria.colizza@inserm.fr](mailto:vittoria.colizza@inserm.fr)*

24/01/2021 (DATA UP TO 10/01/2021)

RESUME

Un nouveau variant du SARS-CoV-2 (VOC-202012/01, dit «variant britannique», ici désignée VOC) est apparue fin 2020 au Royaume-Uni. Notre [précédent rapport](#) fournissait les trajectoires épidémiques attendues en raison de la circulation du VOC et la date estimée de la dominance du VOC. Ici, nous évaluons l'impact attendu d'un confinement strict (comme en mars-avril) ou d'un confinement souple (comme en octobre-novembre) sur ces trajectoires, en tenant compte de l'incertitude actuelle sur la prévalence du VOC dans le pays. Un confinement strict permettrait de réduire fortement la circulation épidémique, de façon similaire à ce qui a été récemment observé au Royaume-Uni et en Irlande. Une plus grande incertitude est trouvée sur l'impact attendu d'un confinement léger, qui pourrait permettre de gagner quelque semaine de temps avec une réduction plus lente des admissions à l'hôpital, mais au risque d'observer rapidement un rebond dû à l'augmentation de la circulation du VOC. Une mise en œuvre plus précoce du confinement aurait un impact plus important sur la réduction de l'activité épidémique. Cela devient encore plus important en raison de la circulation croissante du VOC dans le pays. Des données consolidées sur la prévalence du VOC à différents moments seront essentielles pour réduire une partie de l'incertitude. Ces résultats montrent la nécessité de mesures rigoureuses de distanciation sociale pour faire face à la menace du variant VOC. Ces mesures auront un triple objectif: (i) réduire l'activité épidémique globale (non-VOC et VOC), (ii) retarder l'augmentation de la prévalence du VOC, (iii) gagner du temps critique pour augmenter la couverture vaccinale.

SUMMARY

A new variant of SARS-CoV-2 (VOC-202012/01, so-called 'British variant', here indicated as VOC) emerged in late 2020 in the United Kingdom. Our [previous report](#) provided the expected epidemic trajectories due to VOC circulation and estimated date of VOC dominance. Here, we evaluate the expected impact of a strict lockdown (as in March-April) or a mild lockdown (as in October-November) on these trajectories, accounting for current uncertainty on VOC prevalence in the country. A strict lockdown would be able to strongly reduce the epidemic

circulation, similarly to what recently observed in the UK and in Ireland. Larger uncertainty is found on the expected impact of a mild lockdown, which may allow gaining few weeks of time with a slower reduction in hospital admissions, but at the risk of rapidly observing a rebound due to the increased VOC circulation. An earlier implementation of the lockdown would reach a larger impact in the reduction of the epidemic activity. This becomes even more important due to the increasing circulation of VOC in the country. Consolidated data on VOC prevalence in the country at different time points will be essential to reduce some of the uncertainty. These results support the need for rigorous social distancing measures to face the threat of the VOC variant. These measures will have a three-fold objective: (i) reduce the overall epidemic activity (non-VOC and VOC), (ii) delay the increase of VOC prevalence, (iii) buy critical time to increase vaccination coverage.

INTRODUCTION

A new variant of SARS-CoV-2 (VOC-202012/01, here called VOC) emerged in late 2020 in the United Kingdom¹ and has been recently detected in France. Preliminary analyses of the results of RT-PCR tests performed on January 8 suggest that 1-2% of new diagnosed COVID-19 cases in the country are due to the VOC variant². This report builds on the results of [Report #26](#) on the projected VOC circulation in France to show the expected impact of lockdown scenarios on the epidemic. Lockdowns of different nature (strict as in March-April, or mild with schools open as in October-November) and implemented with different timing are explored. Three values of the VOC prevalence in w01 are considered: 1.4%, 2%, 4%.

METHODS

Transmission model. We used the model developed by INSERM to respond to the COVID-19 pandemic³⁻⁵. The model was shown to capture the transmission dynamics of the epidemic^{3,4}, was used to assess the impact of lockdown, exit strategies and reopening of schools^{4,5}, and to evaluate the performance of the test-trace-isolate strategy.³ The model was validated region by region against the estimates of three independent serological studies conducted in France³. It is based on a stochastic age-stratified transmission model, integrating demographic, age profile, and social contact data of mainland France, to account for age-specific contact activity and role in COVID-19 transmission. Disease progression is specific to COVID-19 and parameterized with current knowledge to include pre-symptomatic transmission, asymptomatic and symptomatic infections with different degrees of severity (paucisymptomatic, with mild symptoms, with severe symptoms requiring hospitalization). Four age classes are considered: [0-11), [11-19), [19-65), and 65+ years old (children, adolescents, adults, seniors). A reduced susceptibility was considered for children and adolescents, along with a reduced relative transmissibility of children, following available evidence. Details of the model can be found in Ref³.

SARS-CoV-2 non-VOC strain model calibration. The model is parameterized with mobility data and data on the use of preventive measures to account for social distancing measures,

including telework³. It is fitted to daily hospital admission data through a maximum likelihood approach. The model is fit to full history of the epidemic in France, up to January 10, 2021.

Model projections. We explore different scenarios of epidemic activity starting January 11 with $R_{\text{eff}}(\text{non-VOC})=1, 1.1, 1.2$, based on the current epidemic activity in the country. The curfew of January 16 anticipated at 6pm and extended on the national territory is not considered here, as it is too early to estimate its effect.

VOC strain model calibration. We assume a 50% increase in transmissibility with respect to the non-VOC strain, based on currently available estimates^{6,7}. This corresponds to an effective reproductive number $R_{\text{eff}}(\text{VOC}) = 1.5, 1.65, 1.8$ corresponding to the three scenarios analyzed. The model assumes the same generation time as for the SARS-CoV-2 variant originally circulating in the country. It is calibrated so that the prevalence of the VOC strain corresponds to 1.4%, 2%, or 4% of new cases on January 8, 2021. The first two values correspond to the range of currently available estimates of the 'Enquête flash'²; 4% is considered to provide a more conservative scenario, while waiting for data consolidation and preliminary estimates from the second 'Enquête flash'.

Lockdown scenarios. For each epidemic scenario represented by $R_{\text{eff}}(\text{non-VOC})$ and the VOC prevalence on January 8, we explore the following intervention options with a lockdown:

- Lockdown strict, as in March-April during the first wave. The efficacy of this lockdown is estimated on the epidemic trajectory during the first lockdown⁴. In addition, it considers the mitigating effects of the test-trace-isolate strategy³ that is currently in place (and which was not available during the first wave).
- Lockdown mild, as in October-November during the second wave, with schools open⁸. The efficacy of this lockdown is estimated on the epidemic trajectory during the second lockdown⁹ and accounts for the test-trace-isolate strategy.
- Date of implementation of the lockdown. We consider a lockdown starting on w4, w6, w8. The delay from starting date to peak in the hospitalizations is assumed to be 10 days, similarly to estimates in the first wave³.

RESULTS

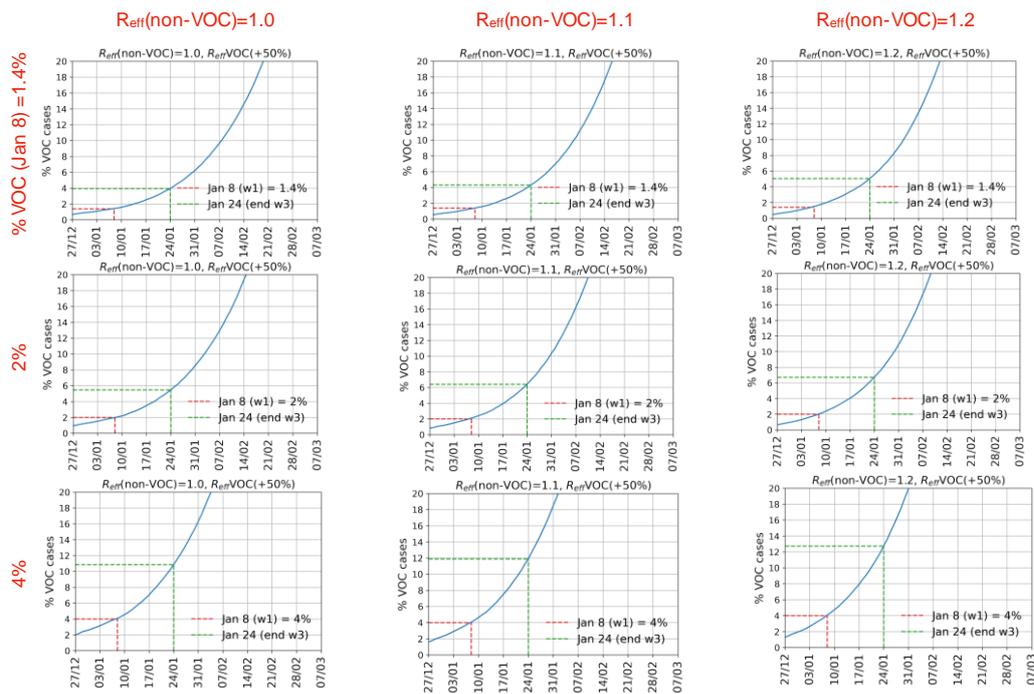


Figure 1. Projected circulation of the VOC 202012/01 (“British variant”, here called ‘VOC’) in France. Each row corresponds to a different VOC prevalence on January 8 (from top to bottom: 1.4%, 2%, 4%). Each column corresponds to different scenarios for the non-VOC circulation (from left to right: $R_{eff}(\text{non-VOC})=1$, 1.1, 1.2). January 8 and January 24 are indicated for reference.

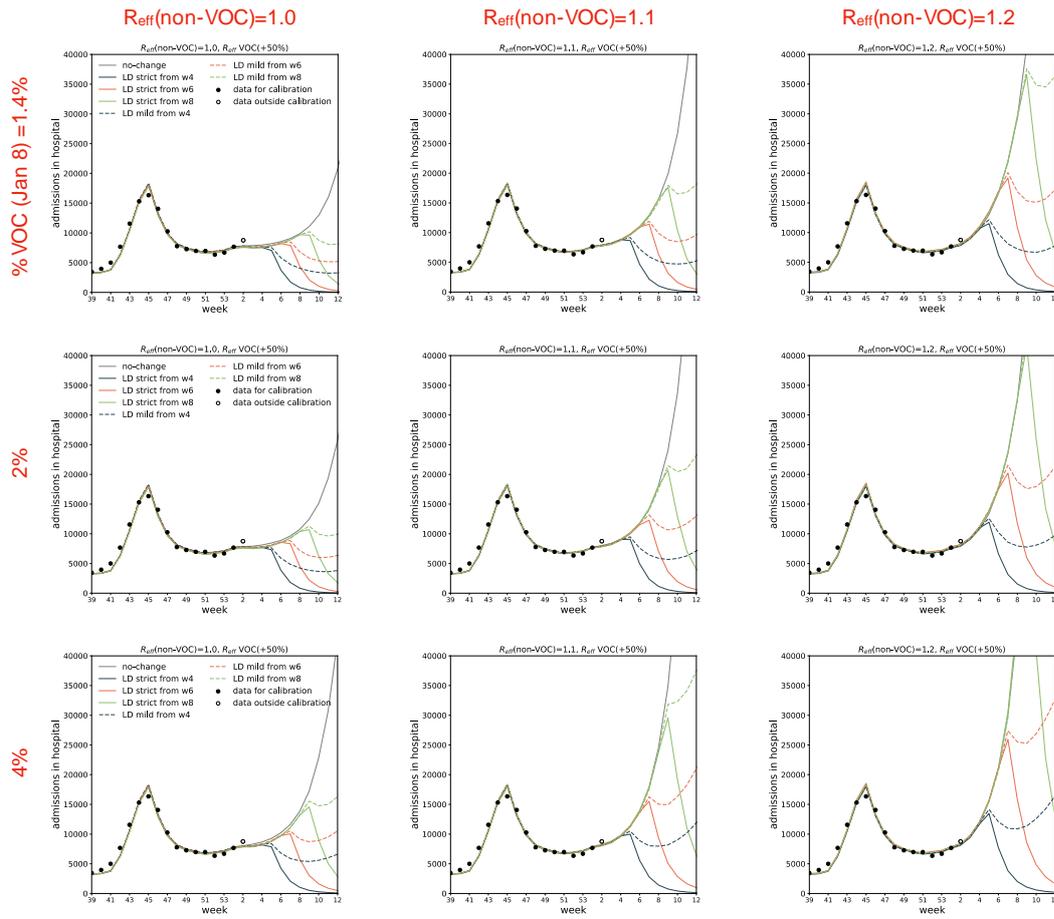


Figure 2. Projected epidemic trajectories considering the VOC 202012/01 (“British variant”, here called ‘VOC’) circulation and the implementation of a lockdown. Each row corresponds to a different VOC prevalence on January 8 (from top to bottom: 1.4%, 2%, 4%). Each column corresponds to different scenarios for the non-VOC circulation (from left to right: $R_{\text{eff}}(\text{non-VOC})=1, 1.1, 1.2$). Black dots correspond to hospital admission data used for calibration of the model. The white dot corresponds to more recent data, outside the calibration window. The grey line corresponds to the no-change scenario, i.e. without intervention. The colored lines correspond to the expected trajectory with lockdown in place. The color indicates the date of start of the lockdown: week 4 (blue), week 6 (red), week 8 (green). Continuous colored lines correspond to a strict lockdown (as in March-April). Dashed colored lines correspond to a mild lockdown (as in October-November).

KEY FINDINGS

- Results of Figure 2 show that a strict lockdown would be able to strongly reduce the epidemic circulation, rapidly reducing the number of hospital admissions. This is in line with epidemic trajectories observed in the UK and in Ireland after the implementation of a strict lockdown with schools closed.

- A mild lockdown, with schools open, may allow gaining 2-3 weeks of time with a slower reduction in hospital admissions, but at the risk of rapidly observing a rebound due to the increased VOC circulation. It should be noted that this timeframe may pose operational issues. It may be too short to clearly confirm the impact of the measures on the data, given the inevitable delay of surveillance (cases, hospitalizations). Meanwhile, a resurgence of cases may occur unobserved.
- Large uncertainties are associated with the scenarios with mild lockdowns. Possible outcomes also include less probable but more favorable situations with an efficacy of the measure that persists longer in time. This depends on several factors, including the acquired immunity (on which there remains a degree of uncertainty, and a large heterogeneity across regions) and the adhesion of the population to the measures (which may be affected by ‘coronavirus fatigue’, after two lockdowns).
- It is important to note that strict and mild lockdown do not differ only for the closure/opening of schools, but also for the mobility levels and presence at workplace estimated in the two periods (about twice as much during the second lockdown compared to the first¹⁰).
- An earlier implementation of the lockdown would reach a larger impact in the reduction of the epidemic activity. This is a well-known scientific result based on the experience of 2020¹¹. Here, it becomes even more important due to the increasing circulation of VOC in the country. Indeed, delaying the implementation of the lockdown may lead to a sudden surge of cases due to VOC increasing prevalence on the territory, putting at risk the management of the epidemic and possibly reaching saturation of the hospitals. This has been observed in the UK and in Ireland, and more recently in Spain and Portugal.
- Scenarios critically depend on the estimated prevalence of VOC in the country. Consolidated estimates of the first ‘Enquête flash’² and preliminary estimates from the second one will be essential to quantify more accurately the presence and speed of circulation of the variant in France.
- These results support the need for rigorous social distancing measures to face the threat of the VOC variant. These measures will have a three-fold objective: (i) reduce the overall epidemic activity (non-VOC and VOC), (ii) delay the increase of VOC prevalence, (iii) buy critical time to increase vaccination coverage.

LIMITATIONS

- These are preliminary analysis based on current knowledge on VOC circulation in France, still affected by large uncertainty. The efficacy of the interventions is estimated on the basis of VOC circulation and of prior experience in France during the first and

second lockdown. Different adhesion of the population to what registered in the first^{4,12} or second⁹ wave may alter these results. Winter holidays are not accounted for in the analysis.

- The model does not take into account the vaccination of individuals. In the time window explored here, the number of vaccinated individuals would be still very limited to effectively slow down the epidemic. Also, we consider that the only difference between the VOC strain and the currently circulating strain is in the increase of transmissibility^{6,7}.
- The model does not account for the curfew anticipated to 6pm and extended to the national territory on January 16, 2021, as it is too early to evaluate its effect. For this reason, we provide a more optimistic scenario assuming a stable epidemic activity. This could be the result of effective measures able to contrast, in the short term, the increase of cases observed in the last days in France.
- This report does not take into account other variants, such as the variant 501.V2, also called South African variant, already detected in France.

ACKNOWLEDGMENTS

We thank Santé publique France, the Conseil Scientifique, Pascal Crepey, Pierre-Yves Boëlle for useful discussions on the design and results of these scenarios. This study is partially funded by: ANR projects DATAREDUX (ANR-19-CE46-0008-03), EVALCOVID-19 (ANR-20-COVI-0007); EU H2020 grants MOOD (H2020-874850) and RECOVER (H2020-101003589); REACTing COVID-19 modeling grant.

REFERENCES

1. GOV.UK. Investigation of novel SARS-CoV-2 variant: Variant of Concern 202012/01. <https://www.gov.uk/government/publications/investigation-of-novel-sars-cov-2-variant-variant-of-concern-20201201>.
2. Santé publique France. COVID-19 : point épidémiologique du 14 janvier 2021. <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-et-infections-respiratoires/infection-a-coronavirus/documents/bulletin-national/covid-19-point-epidemiologique-du-14-janvier-2021>.
3. Pullano, G. *et al.* Underdetection of COVID-19 cases in France threatens epidemic control. *Nature* (2020) doi:10.1038/s41586-020-03095-6.
4. Di Domenico, L., Pullano, G., Sabbatini, C. E., Boëlle, P.-Y. & Colizza, V. Impact of lockdown on COVID-19 epidemic in Île-de-France and possible exit strategies. *BMC Med.* **18**, 240 (2020).
5. Di Domenico, L., Pullano, G., Sabbatini, C. E., Boëlle, P.-Y. & Colizza, V. Modelling safe protocols for reopening schools during the COVID-19 pandemic in France. *Nature Communications*, *in press* (2021) doi:10.1101/2020.05.08.20095521.

6. Davies, N. G. *et al.* Estimated transmissibility and severity of novel SARS-CoV-2 Variant of Concern 202012/01 in England. *medRxiv* (2020) doi:10.1101/2020.12.24.20248822.
7. Volz, E. *et al.* Transmission of SARS-CoV-2 Lineage B.1.1.7 in England: Insights from linking epidemiological and genetic data. *medRxiv* 2020.12.30.20249034 (2021) doi:10.1101/2020.12.30.20249034.
8. Pullano, G., Di Domenico, L., Sabbatini, C. E. & Colizza, V. *Expected impact of a lockdown with schools in session - France, Nov 2020.* https://www.epicx-lab.com/uploads/9/6/9/4/9694133/inserm_covid-19-lockdown_schools_open-20201108.pdf.
9. Pullano, G., Di Domenico, L., Sabbatini, C. E. & Colizza, V. *Expected impact of exit strategies after the second lockdown - France, Nov 2020.* https://www.epicx-lab.com/uploads/9/6/9/4/9694133/inserm_covid-19-lockdown_schools_open-20201117.pdf.
10. Valdano, E., Lee, J., Rubrichi, S. & Colizza, V. *Mobility during the first week of the second lockdown in France.* https://www.epicx-lab.com/uploads/9/6/9/4/9694133/inserm_covid-19-lockdown2-mobility_20201112.pdf.
11. Cauchemez, S., Kiem, C. T., Paireau, J., Rolland, P. & Fontanet, A. Lockdown impact on COVID-19 epidemics in regions across metropolitan France. *The Lancet* **396**, 1068–1069 (2020).
12. Salje, H. *et al.* Estimating the burden of SARS-CoV-2 in France. *Science* (2020) doi:10.1126/science.abc3517.

Impact de différents types de confinements et stratégies de sortie sur l'épidémie de COVID-19 dans le contexte d'émergence du variant VOC en France

28 janvier 2021

Alessio Andronico, Paolo Bosetti, Simon Cauchemez

Unité de Modélisation Mathématique des Maladies Infectieuses, Institut Pasteur

Correspondance: simon.cauchemez@pasteur.fr

AVERTISSEMENTS: Ces scénarios sont faits sur la base de données incomplètes et d'hypothèses incertaines. La propagation du virus SARS-CoV-2 reste difficile à anticiper; et la dynamique de l'épidémie peut changer rapidement. L'émergence de variants, notamment le VOC anglais, augmente encore les incertitudes.

Objectif

Nous présentons des scénarios de trajectoire pour le nombre de cas et les hospitalisations COVID-19, pour différents types de confinements et stratégies de sortie du confinement, dans le contexte d'émergence du variant VOC anglais en France.

Modèle

Nous utilisons un modèle mathématique développé pour anticiper la trajectoire de l'épidémie et son impact sur le système de santé. Une description détaillée du modèle est fournie dans Andronico et al (Andronico et al. 2020). Ce modèle a été utilisé pour évaluer en juin-juillet 2020 l'impact qu'aurait pu avoir un confinement de courte durée en Guyane (Andronico et al. 2020) et pour informer la planification des ressources hospitalières en France métropolitaine durant la deuxième vague de la pandémie COVID-19. Le modèle a été adapté pour prendre en compte l'émergence du variant VOC en France.

Hypothèses et scénarios

- **Dynamique actuelle du virus historique (non-VOC):** A partir des données d'hospitalisations récentes, nous estimons que la dynamique actuelle de croissance des hospitalisations correspond à un nombre de reproduction effectif pour le virus actuel égal à 1.2.
- **Prévalence du variant VOC le 8 janvier:** Étant donné les résultats de l'enquête flash, nous faisons l'hypothèse que la prévalence de VOC était égale à 3.3% le 8 janvier.
- **Dynamique du variant VOC par rapport au virus historique:** Il a été estimé qu'au Royaume-Uni, le taux de transmission du variant VOC était 50% (40%-70%) supérieur à celui du virus historique (Volz et al. 2021). Ce scénario de 50% d'augmentation de la transmission associée à VOC semble se confirmer dans d'autres pays européens. Nous

retenons donc un scénario de 50% d'augmentation de la transmission associée au variant VOC.

- **Scénarios de confinement:** Nous considérons des confinements d'une durée d'un mois commençant le 1er ou le 8 février. Nous considérons plusieurs types de confinements:
 - *Confinement strict* conduisant à un taux de transmission similaire à celui mesuré durant le confinement de mars-avril 2020 (voir Annexes).
 - *Confinement allégé* conduisant à un taux de transmission similaire à celui mesuré durant le confinement de novembre 2020 (voir Annexes).
- **Scénarios de sortie de confinement:** Nous explorons l'impact de 3 scénarios de sortie de confinement:
 - *Identique* - conditions identiques à celles observées ces dernières semaines, conduisant à un nombre de reproduction effectif pour le virus historique similaire à ce qui est mesuré actuellement ($R_{\text{eff-non-VOC}}=1.2$).
 - *Assouplissement* - léger assouplissement des mesures par rapport à ce qui est mis en œuvre actuellement, conduisant à un taux de transmission légèrement plus élevé $R_{\text{eff-non-VOC}}=1.3$.
 - *Renforcement* - léger renforcement du contrôle de l'épidémie par rapport à ce qui est mis en œuvre actuellement, conduisant à un taux de transmission légèrement inférieur $R_{\text{eff-non-VOC}}=1.1$.

Résultats

Les figures ci-dessous montrent les trajectoires attendues pour un confinement strict démarrant le 1er (Fig 1) et le 8 février (Fig 2) et un confinement allégé démarrant le 1er (Fig 3) et le 8 février (Fig 4). Chaque figure montre le nombre d'admissions journalières à l'hôpital (panneau A) et en soins critiques (panneau B), le nombre de cas détectés par la surveillance (panneau C) et la proportion de VOC parmi les cas (panneau D), en considérant différents taux de transmission à la sortie du confinement.

Ces analyses suggèrent que:

- Les mesures de confinement permettent de ralentir la progression du VOC sans toutefois la stopper. De ce fait, à la sortie du confinement, on peut s'attendre à ce qu'entre 30% et 50% des cas soient infectés par le variant VOC.
- Une fois le confinement levé, la proportion de VOC parmi les cas augmentera plus rapidement, ce qui pèsera sur la situation épidémiologique. A la sortie du confinement, on risque donc d'observer une reprise rapide de l'épidémie si le confinement est remplacé par des mesures similaires à celles qui sont mises en œuvre actuellement. La dégradation sera encore plus rapide si les mesures de contrôle en sortie de confinement sont moins fortes que celles mises en œuvre actuellement.

Limites et discussion

- **Variant VOC:** Il continue à y avoir des incertitudes importantes sur le variant VOC. En particulier, nous n'avons pas encore pu quantifier la vitesse de pénétration du variant en France. Pour l'instant, nous faisons l'hypothèse que cette vitesse est identique à ce qui a été mesuré au Royaume-Uni. Lorsque les résultats de la deuxième enquête flash seront connus, nous pourrions estimer la vitesse de pénétration du variant en France et ajuster nos modèles en fonction des résultats.
- **Impact de la vaccination:** Nous ne prenons pas en compte à ce stade l'impact de la vaccination. Nos projections s'arrêtent le 1er avril et il est donc possible qu'à la fin de la période d'étude, nous surestimions l'impact de l'épidémie sur le système de santé du fait de l'avancement de la vaccination des personnes fragiles.
- **Impact du couvre-feu et changements de comportements:** Il est possible que nous n'ayons pas encore complètement capté l'impact du couvre-feu ou des changements récents dans les comportements. Cela pourrait nous conduire à surestimer la dynamique de croissance sur le court terme.
- **Impact des différents types de confinements:** Nous faisons l'hypothèse que la mise en œuvre des mêmes mesures produira les mêmes effets sur la transmission du virus historique. Mais l'impact d'un confinement identique à celui de mars 2020 pourrait être moindre si les Français y adhèrent moins. Par ailleurs, nous avons paramétré l'impact des différents types de confinements en utilisant les estimations du taux de transmission en mars et en novembre 2020. Nous n'évaluons pas ici quelle combinaison de mesures permettraient d'atteindre ce type de réductions (par exemple s'il est nécessaire de fermer les écoles ou pas).

Références

Andronico, Alessio, Cécile Tran Kiem, Juliette Paireau, Tiphonie Succo, Paolo Bosetti, Noémie Lefrancq, Mathieu Nacher, et al. 2020. "Evaluating the Impact of Curfews and Other Measures on SARS-CoV-2 Transmission in French Guiana." *medRxiv*, October, 2020.10.07.20208314.

Volz, Erik, Swapnil Mishra, Meera Chand, Jeffrey C. Barrett, Robert Johnson, Lily Geidelberg, Wes R. Hinsley, et al. 2021. "Transmission of SARS-CoV-2 Lineage B.1.1.7 in England: Insights from Linking Epidemiological and Genetic Data." January, 2020.12.30.20249034.

Fig 1. Prévalence VOC le 8 janvier = 3.3%, confinement strict démarrant le 1 février. Les lignes pointillées montrent les niveaux atteints au pic de la première (haut) et de la deuxième (bas) vague. Les observations sont indiquées en noir.

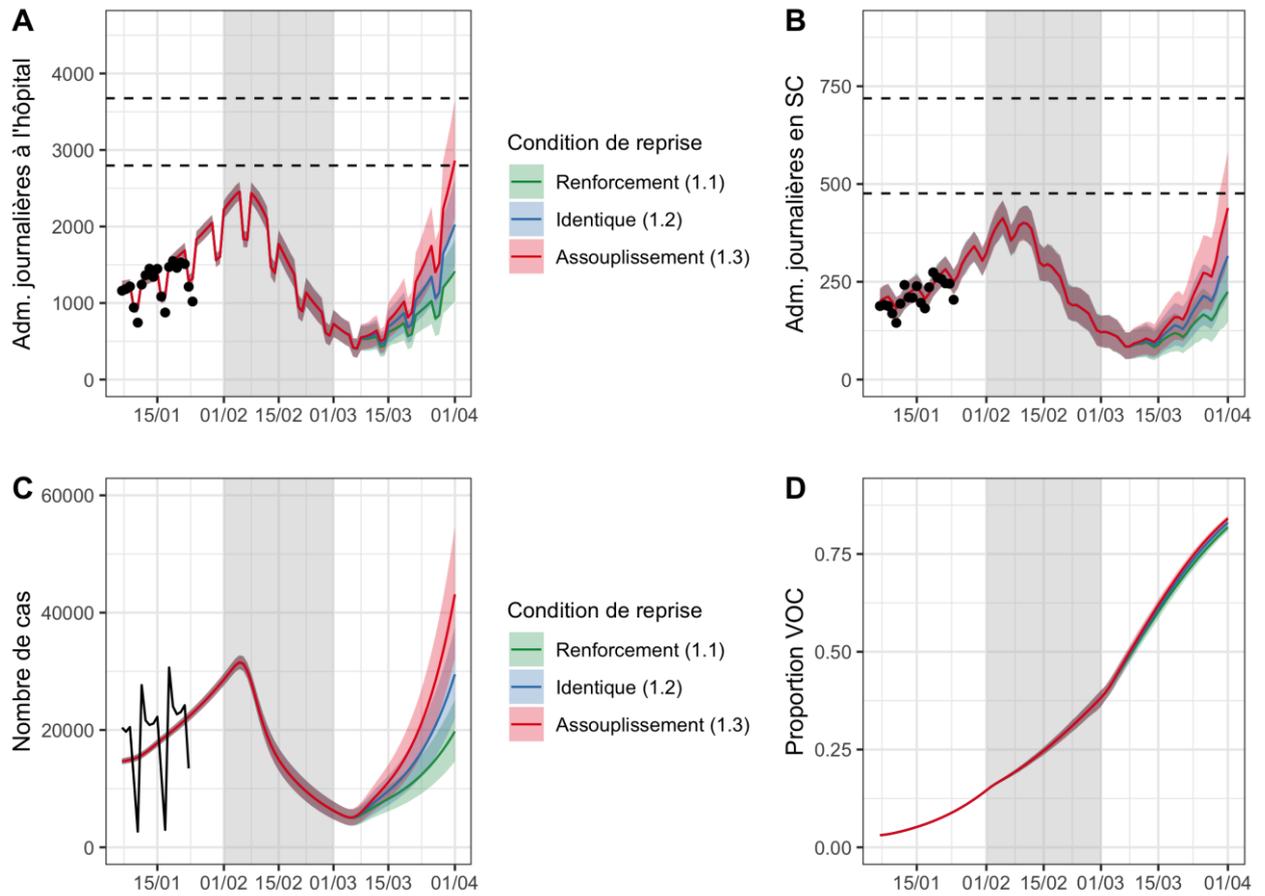


Fig 2. Prévalence VOC le 8 janvier = 3.3%, confinement strict démarrant le 8 février. Les lignes pointillées montrent les niveaux atteints au pic de la première (haut) et de la deuxième vague. Les observations sont indiquées en noir.

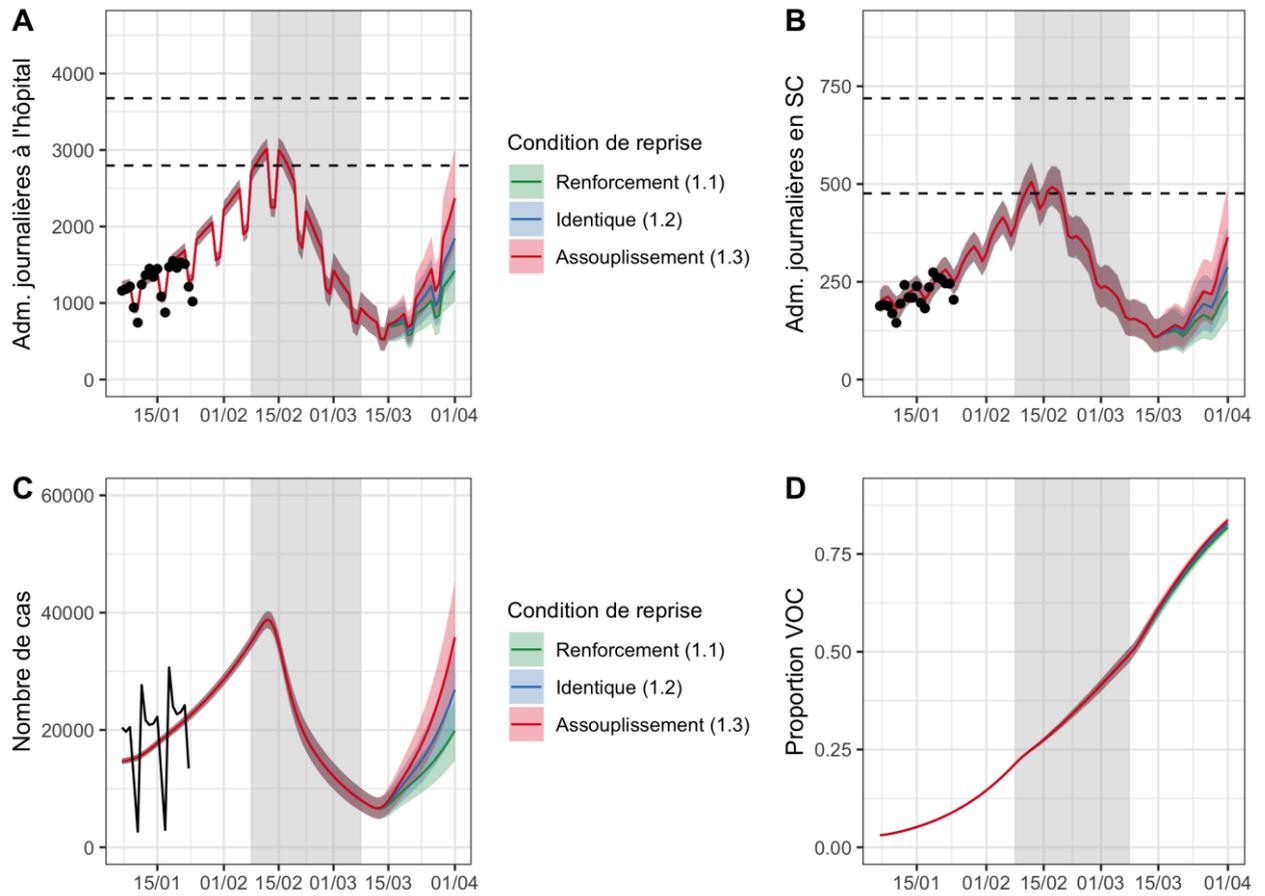


Fig 3. Prévalence VOC le 8 janvier = 3.3%, confinement allégé démarrant le 1 février. Les lignes pointillées montrent les niveaux atteints au pic de la première (haut) et de la deuxième (bas) vague. Les observations sont indiquées en noir.

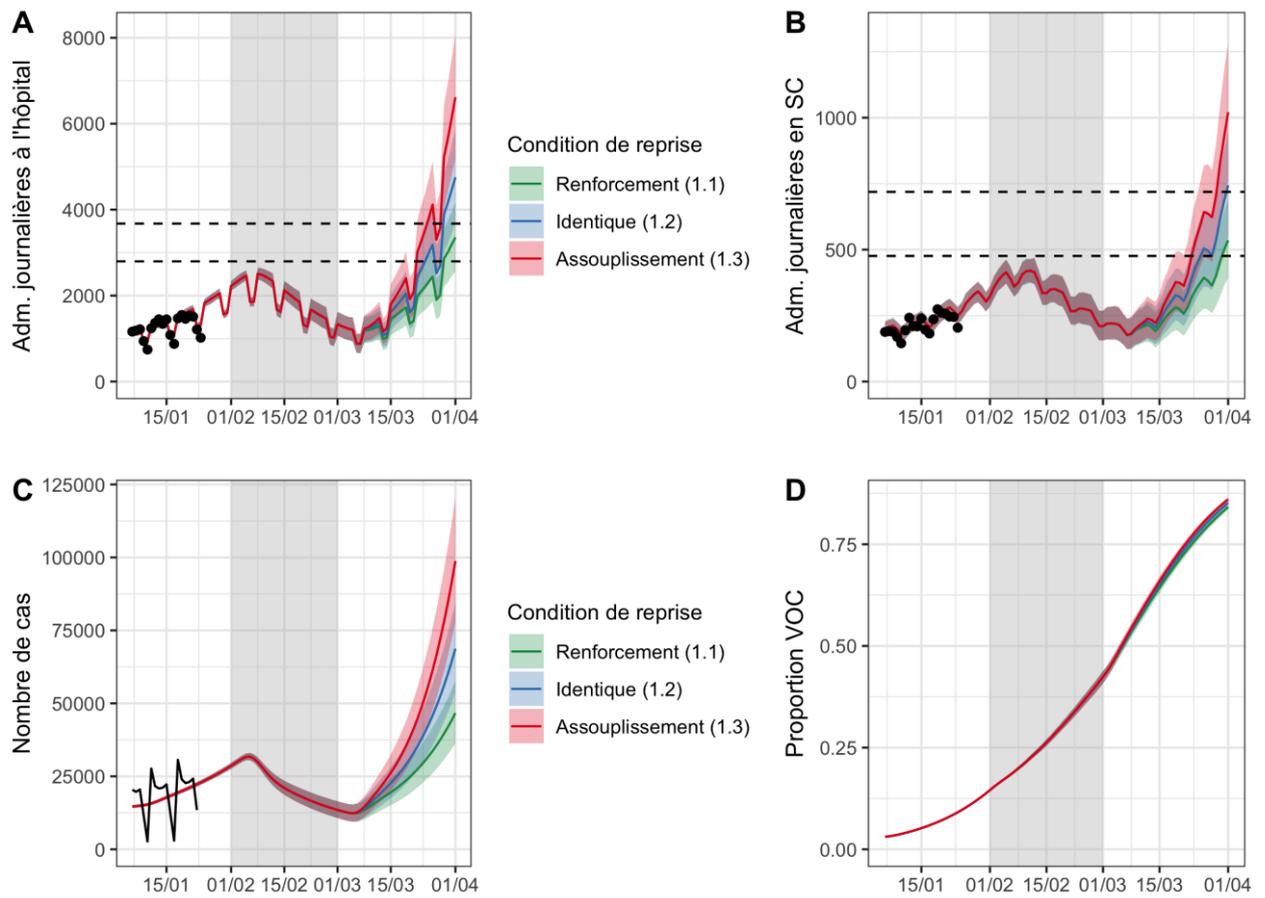
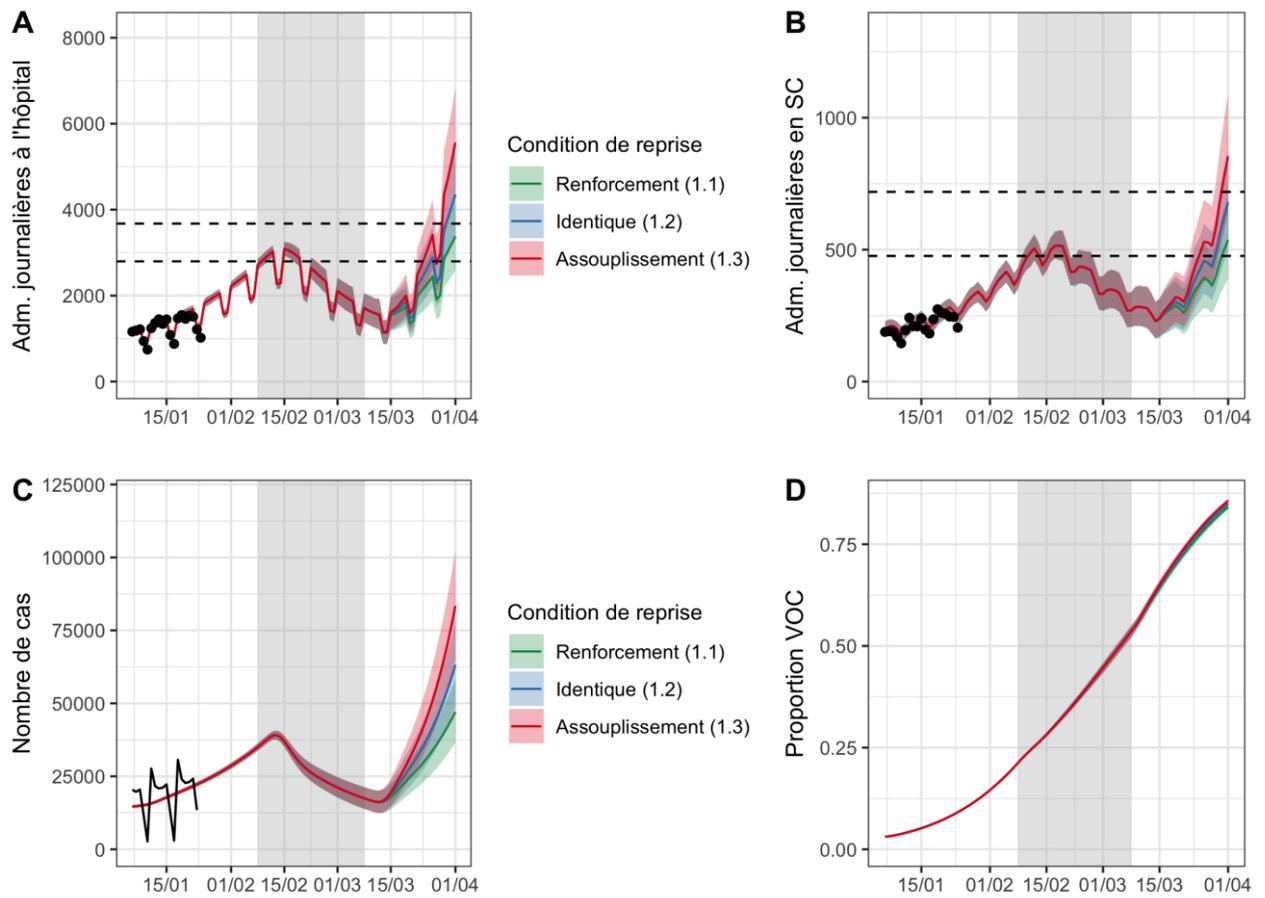


Fig 4. Prévalence VOC le 8 janvier = 3.3%, confinement allégé démarré le 8 février. Les lignes pointillées montrent les niveaux atteints au pic de la première (haut) et de la deuxième (bas) vague. Les observations sont indiquées en noir.



Annexes

Deux paramètres peuvent être utilisés pour décrire la dynamique de croissance et de décroissance de l'épidémie:

- *Le nombre de reproduction de base R_0* correspond au nombre moyen de personnes qui seraient infectées par un cas si personne n'était immunisé dans la population.
- *Le nombre de reproduction effectif R_{eff}* , qui corrige du fait qu'une proportion de la population a été immunisée et ne contribue donc plus à la transmission. De ce fait, $R_{eff} \leq R_0$.

Nous utilisons le nombre de reproduction de base R_0 pour définir l'intensité du confinement. Cela permet de prendre en compte le fait qu'il y a aujourd'hui davantage de personnes immunisées qu'en mars 2020. Nous considérons plusieurs types de confinements:

- *Confinement strict équivalent à celui de mars 2020*: En mars 2020, on estime que R_0 était égal à 0.6-0.7 pour le virus historique. Notre scénario de confinement strict est donc basé sur l'hypothèse $R_{0-non-VOC}=0.6-0.7$.
- *Confinement allégé équivalent à celui de novembre 2020*: En novembre 2020, on estime que R_0 était égal à 0.8-0.9 pour le virus historique. Notre scénario de confinement strict est donc basé sur l'hypothèse $R_{0-non-VOC}=0.8-0.9$.