

Dynamiques régionales des hospitalisations liées au variant Delta

5 août 2021

Alessio Andronico¹, Paolo Bosetti¹, Cécile Tran Kiem¹, Nathanaël Hozé¹, Juliette Paireau^{1,2},
Simon Cauchemez¹

¹ Unité de Modélisation Mathématique des Maladies Infectieuses, Institut Pasteur

² Santé Publique France

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 est difficile à anticiper; et la dynamique de l'épidémie peut changer rapidement. Les trajectoires décrites dépendent des hypothèses faites; si les hypothèses ne se réalisent pas, la dynamique observée pourra être différente des projections.

Résumé:

- **Objectifs et méthode:** Nous complétons nos projections du [9 juillet](#) et du [26 juillet](#) en étudiant la dynamique des hospitalisations dans les régions de France métropole et en présentant des projections par région. Ces projections prennent en compte l'impact de la vaccination sur l'épidémie ainsi qu'une réduction possible du taux de transmission liée à un renforcement des mesures non-pharmaceutiques (gestes barrières, port du masque, pass sanitaire) et/ou un effet été/vacances. Nous présentons plusieurs études de sensibilité pour prendre en compte différents types d'incertitudes:
 - Taux de transmission: Pour anticiper la dynamique future des hospitalisations, nous explorons tout d'abord un scénario où le taux de transmission reste inchangé dans les semaines qui viennent. Gardant bien à l'esprit que le taux de transmission peut connaître des évolutions importantes (et qu'il a récemment diminué), nous présentons également des scénarios où, à compter du 1er août, le taux de transmission est réduit de 10%, 25% et 40% par rapport au taux de transmission estimé actuellement dans la région.
 - Vaccination: Nous présentons des scénarios où l'on distribue 600,000, 700,000 ou 800,000 doses de vaccins par jour au niveau national et où l'adhésion vaccinale, c'est-à-dire la proportion de Français acceptant de se faire rapidement vacciner est de 30% chez les 12-17 ans, 90% chez les 18-59 ans et 95% chez les 60+.
 - Séjour en hospitalisation conventionnelle et en soins critiques: Nous faisons l'hypothèse que la probabilité d'admission en soins critiques dans les différents groupes d'âge est la même que celle qui a été estimée parmi les patients admis à l'hôpital au cours du mois de mars 2021 (Tran Kiem et al.). Nous présentons des scénarios où les durée de passage en hospitalisation conventionnelle et en soins critiques sont de 10, 14 ou 17 jours.
- **Résultats:**
 - A partir de l'analyse des données d'hospitalisation SIVIC, nous estimons que le taux de transmission a diminué dans plusieurs régions dont Ile de France, Normandie, Occitanie et Provence-Alpes-Côte d'Azur.

- Les projections les plus inquiétantes sont actuellement obtenues pour les régions Occitanie et PACA. Des réductions, même petites, du taux de transmission liées au renforcement des mesures non-pharmaceutiques (gestes barrières, port du masque, pass sanitaire) et/ou un possible effet été/vacances pourraient avoir un impact important sur la taille du pic des hospitalisations.
- **Discussion et limites:**
 - La dynamique de l'épidémie peut rapidement changer. Les modèles montrent que de petits changements dans les taux de transmission peuvent avoir un impact important sur l'activité hospitalière. Il est donc important de mettre à jour les projections au fur et à mesure que de nouvelles données sont disponibles et que des changements de tendance sont détectés.
 - L'effet combiné de l'accélération de la vaccination et d'une réduction, même petite, du taux de transmission peut avoir un impact important sur la taille de la quatrième vague dans les régions les plus affectées. Il est donc essentiel que l'accélération de la vaccination continue avec une adhésion massive de la population et que les taux de transmission diminuent en population générale, grâce notamment au maintien des gestes barrières, au port du masque et au pass sanitaire.
 - Notre modèle ne prend pas en compte la réduction d'efficacité observée chez les primo-vaccinés pour le variant Delta. Cela pourrait conduire à présenter des projections trop optimistes pour le mois d'août, du fait d'une surestimation de l'impact de l'accélération de la vaccination sur la dynamique à court terme de l'épidémie.
 - Il est possible que le climat et/ou les vacances modifient le taux de transmission sur la période août-octobre par rapport à ce qu'il était fin juin-début juillet. Par exemple, il pourrait diminuer au cœur de l'été et réaugmenter cet automne. Cette possibilité doit être considérée, notamment si le signal de ralentissement de l'épidémie observé dans certains pays européens comme l'Angleterre se confirme. Cela laisserait davantage de temps pour vacciner les Français; l'augmentation du taux de transmission cet automne du fait de facteurs climatiques moins favorables pourrait prolonger l'épidémie au-delà de ce qui est annoncé par le modèle.
 - Il est possible que les personnes infectées par le variant Delta présentent un risque accru d'hospitalisation par rapport aux personnes infectées par le variant Alpha; mais les données ne sont pas encore claires sur ce point. Dans nos analyses, nous faisons l'hypothèse que les variants Alpha et Delta conduisent au même risque d'hospitalisation qui est 64% supérieur à celui des lignées historiques.
 - Nous faisons l'hypothèse que les personnes infectées par SARS-CoV-2 sont immunisées. Une proportion de ces personnes auront toutefois perdu leur immunité. Cela pourra conduire à faire des projections trop optimistes du fait d'une surestimation de la proportion de Français immunisés.

Modèle et hypothèses

Les hypothèses clés du modèle sont:

- Efficacité des vaccins : 15 jours après avoir reçu leur première dose, les personnes vaccinées ont un risque d'hospitalisation qui décroît de 90%, un risque d'infection qui décroît de 80% et un risque de transmission si elles sont infectées qui décroît de 50%.
- Scénario de distribution des vaccins : Nous faisons l'hypothèse que les vaccins sont distribués à un rythme de 600k, 700k ou 800k doses par jour au niveau national (50,000 Vaxzevria et 50,000 Janssen et le reste pour les vaccins à ARNm) à partir du 17 juillet avec un délai entre les doses de 6 semaines pour les vaccins à ARNm et de 12 semaines pour Vaxzevria. A peu près 600,000 doses sont actuellement distribuées par jour. Nous faisons l'hypothèse que l'adhésion vaccinale dans les différents groupes d'âge est de 95% chez les plus de 60 ans, 90% chez les 18-59 ans et 30% chez les 12-17 ans.
- Taux de transmission: Pour chaque région, notre modèle est calibré sur les données d'hospitalisation SIVIC du 2 août (voir Annexe). Nous estimons séparément le taux de transmission du variant Delta sur les deux périodes suivantes: du 20 juin au 4 juillet et du 5 au 31 juillet. Le taux de transmission est caractérisé par le nombre de reproduction de base R_0 du variant Delta, c'est à dire le nombre moyen de personnes infectées par un cas s'il n'y avait pas de personnes immunisées dans la population. Dans un premier scénario, nous faisons l'hypothèse que le taux de transmission estimé entre le 5 et le 31 juillet restera inchangé jusqu'au 1er octobre. Afin de prendre en compte une réduction possible du taux de transmission liée à un renforcement des mesures non-pharmaceutiques (gestes barrières, port du masque, pass sanitaire) et un possible effet été/vacances, dans des études de sensibilité nous présentons également des scénarios où, à compter du 1er août, le taux de transmission est réduit de 10%, 25% et 40% par rapport au taux de transmission estimé actuellement dans la région. Nous estimons également l'avantage de transmission du variant Delta par rapport aux virus non-Delta.
- Séjour en hospitalisation conventionnelle et en soins critiques: Nous faisons l'hypothèse que la probabilité d'admission en soins critiques dans les différents groupes d'âge est la même que celle qui a été observée parmi les patients admis à l'hôpital au cours du mois de mars 2021 (Tran Kiem et al.). Nous présentons des scénarios où les durée de passage en hospitalisation conventionnelle et en soins critiques sont de 10, 14 ou 17 jours.

Les détails méthodologiques du modèle sont présentés dans l'article Bosetti et al¹.

Résultats

Le Tableau 1 présente l'estimation des taux de transmission par région réalisée à partir de la calibration du modèle aux données d'hospitalisation SIVIC. Nous estimons que le taux de transmission à diminuer dans plusieurs régions dont Ile de France, Normandie, Occitanie et Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Tableau 1: Estimations du nombre de reproduction de base R_0 du variant Delta entre le 20 juin et le 4 juillet et entre le 5 et le 31 juillet. Nous présentons également les estimations de l'avantage de compétition du variant Delta par rapport aux virus non-Delta sur la période du 20 juin au 31 juillet.

Région	R_0 (20 juin - 4 juil)	R_0 (5 - 31 juil.)	Avantage de transmission du variant Delta par rapport aux autres virus
France métropolitaine	4.11 [3.95, 4.26]	3.68 [3.60, 3.76]	126% [123%, 128%]
ARA	4.08 [3.62, 4.60]	3.99 [3.73, 4.25]	150% [141%, 159%]
BFC	3.45 [2.79, 4.14]	3.48 [3.06, 3.93]	149% [133%, 168%]
BRE	4.17 [3.40, 5.07]	2.99 [2.62, 3.40]	160% [142%, 178%]
CVL	4.54 [3.55, 5.76]	2.88 [2.30, 3.46]	112% [95%, 132%]
GES	3.82 [3.14, 4.55]	4.79 [4.38, 5.22]	126% [117%, 136%]
HDF	3.45 [2.96, 3.97]	3.42 [3.08, 3.75]	157% [143%, 172%]
IDF	4.95 [4.59, 5.34]	3.82 [3.62, 3.99]	117% [111%, 122%]
NAQ	2.56 [2.16, 2.96]	3.78 [3.51, 4.06]	92% [86%, 98%]
NOR	4.36 [3.57, 5.18]	2.76 [2.41, 3.13]	154% [138%, 173%]
OCC	6.59 [5.82, 7.28]	3.61 [3.42, 3.81]	106% [101%, 114%]
PAC	4.87 [4.35, 5.55]	4.11 [3.90, 4.32]	146% [137%, 155%]
PDL	4.53 [3.69, 5.54]	3.01 [2.69, 3.36]	177% [156%, 202%]

Dans la suite, nous présentons une fiche détaillant les projections pour chaque région, sous différentes hypothèses. Chaque fiche est structurée de la façon suivante:

Panneau A: Dynamique des admissions à l'hôpital, sous l'hypothèse que 600,000, 700,000 et 800,000 doses de vaccins sont distribuées chaque jour et que le taux de transmission reste constant dans les semaines qui viennent.

Panneau B: Dynamique des admissions en soins critiques, sous l'hypothèse que 600,000, 700,000 et 800,000 doses de vaccins sont distribuées chaque jour et que le taux de transmission reste constant dans les semaines qui viennent.

Panneau C: Dynamique des admissions à l'hôpital, sous l'hypothèse que le taux de transmission reste inchangé ou qu'il diminue de 10%, 25% et 40% à compter du 1er août. Ces projections sont réalisées sous l'hypothèse que 600,000 doses de vaccins sont distribuées chaque jour.

Panneau D: Dynamique des admissions en soins critiques, sous l'hypothèse que le taux de transmission reste inchangé ou qu'il diminue de 10%, 25% et 40% à compter du 1er août. Ces projections sont réalisées sous l'hypothèse que 600,000 doses sont distribuées chaque jour.

Panneau E: Dynamique du nombre de lits en hospitalisation conventionnelle, sous l'hypothèse que le taux de transmission reste inchangé ou qu'il diminue de 10%, 25% et 40% à compter du 1er août et pour des durées de séjour de 10, 14 ou 17 jours. Ces projections sont réalisées sous l'hypothèse que 600,000 doses sont distribuées chaque jour.

Panneau F: Dynamique du nombre de lits en soins critiques, sous l'hypothèse que le taux de transmission reste inchangé ou qu'il diminue de 10%, 25% et 40% à compter du 1er août et pour des durées de séjour de 10, 14 ou 17 jours. Ces projections sont réalisées sous l'hypothèse que 600,000 doses sont distribuées chaque jour.

Références

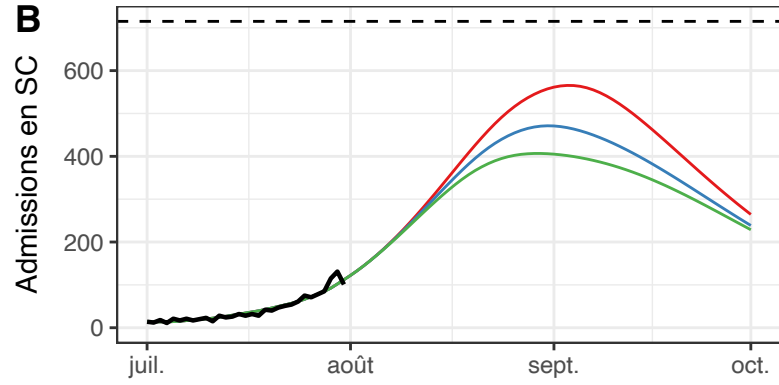
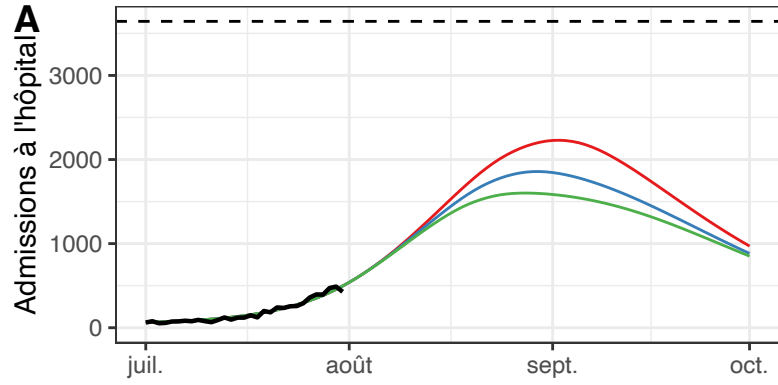
1. Bosetti, P. et al. Epidemiology and control of SARS-CoV-2 epidemics in partially vaccinated populations: a modeling study applied to France. (2021).
2. Tran Kiem, C. et al. Benefits and risks associated with different uses of the COVID-19 vaccine Vaxzevria: a modelling study, France, May to September 2021. *Eurosurveillance*. (2021)

Annexe: base de données SIVIC

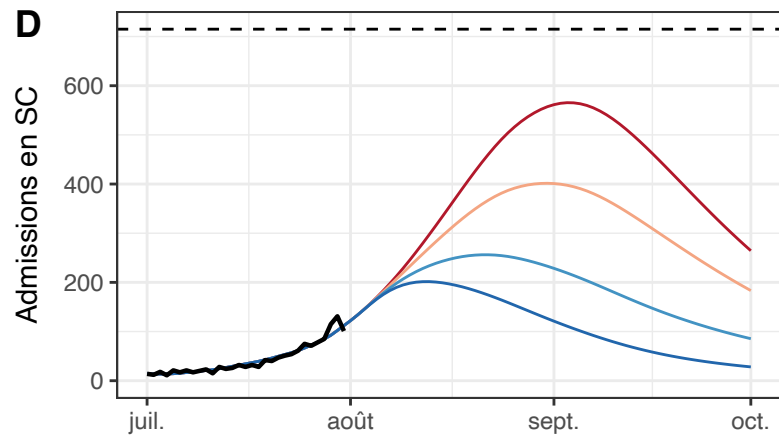
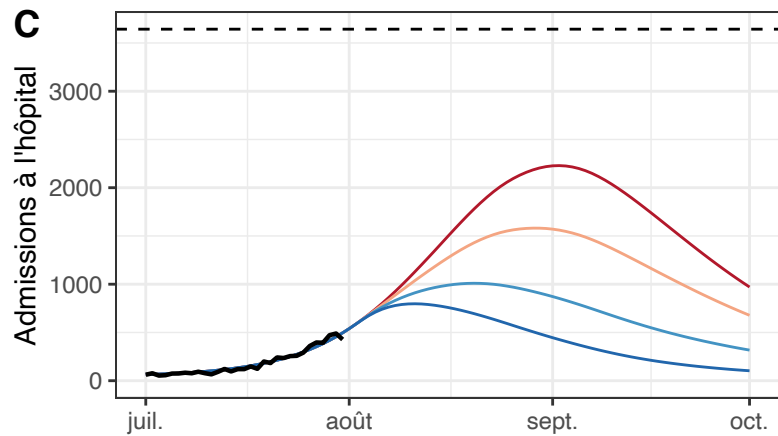
La base de données SI-VIC recense chaque jour les hospitalisations de patients infectés par le SARS-CoV-2 (cas confirmés par PCR ou TDM thoracique) dans les hôpitaux publics ou privés en France. Nous prenons en compte les patients enregistrés comme nouvellement hospitalisés en hospitalisation conventionnelle ou en soins critiques (incluant réanimation, soins intensifs et surveillance continue). Contrairement aux statistiques officielles, nous ne prenons pas en compte les patients en soins de suite et de réadaptation (SSR), en hospitalisation psychiatrique, ou en soins d'urgence. Par ailleurs, nous représentons les courbes en date d'évènement (date d'admission, date d'entrée en soins critiques...) et non en date d'enregistrement de l'évènement dans SI-VIC. Étant donné qu'il s'écoule un certain délai entre un évènement et son enregistrement dans SI-VIC, les admissions les plus récentes ne sont pas encore toutes enregistrées dans la base de données et leur nombre est par conséquent sous-estimé. Pour redresser ces données (c'est-à-dire estimer le nombre d'admissions que l'on observerait s'il n'y avait pas de délais de notification), nous calculons la distribution des délais de notification en fonction du jour de la semaine (les délais sont par exemple plus longs le week-end). En prenant en compte cette distribution et en faisant l'hypothèse que les délais vont rester stables dans le temps, nous pouvons calculer le nombre d'admissions attendues sachant le nombre d'admissions observées. Nous corrigeons de la même manière les nombres de lits occupés. Par ailleurs, nous retirons les deux derniers jours de données (non consolidées) de l'analyse. Pour ces raisons, le nombre de patients COVID-19 est légèrement différent dans nos analyses et dans les statistiques officielles.

France métropolitaine

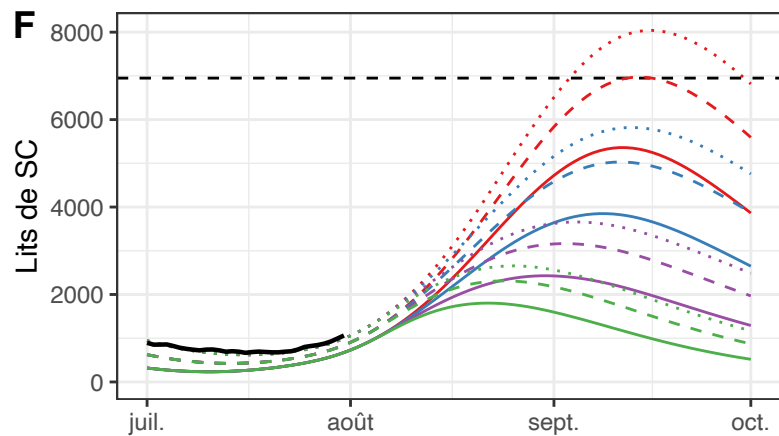
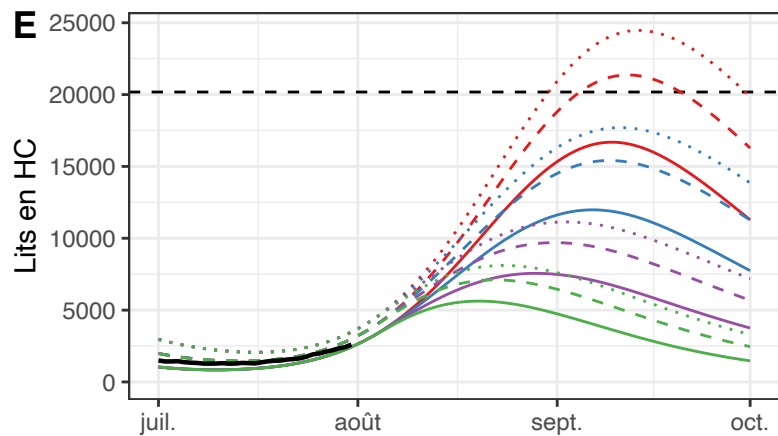
Vaccination Doses/j — 600k/j — 700k/j — 800k/j



Taux de transmission — Estimé (3.68) — -10% — -25% — -40%

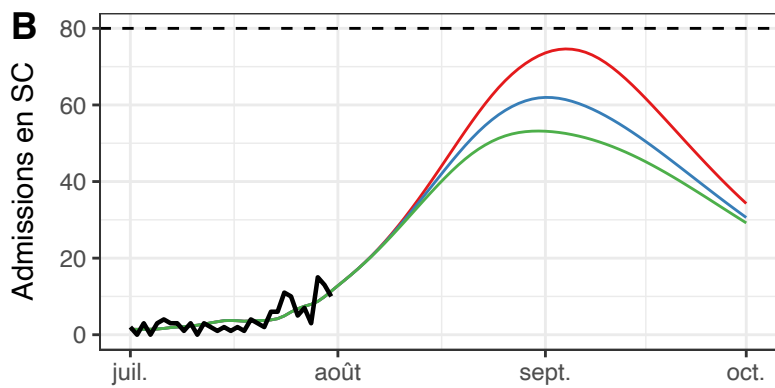
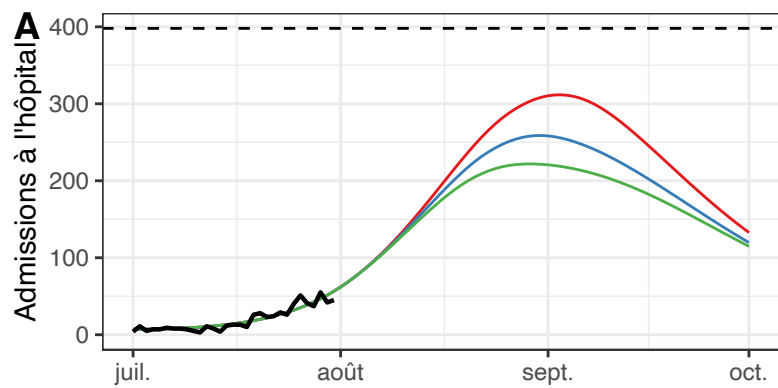


Taux de transmission — Estimé (3.68) — -10% — -25% — -40% — Durée de passage — 10j — 14j — 17j

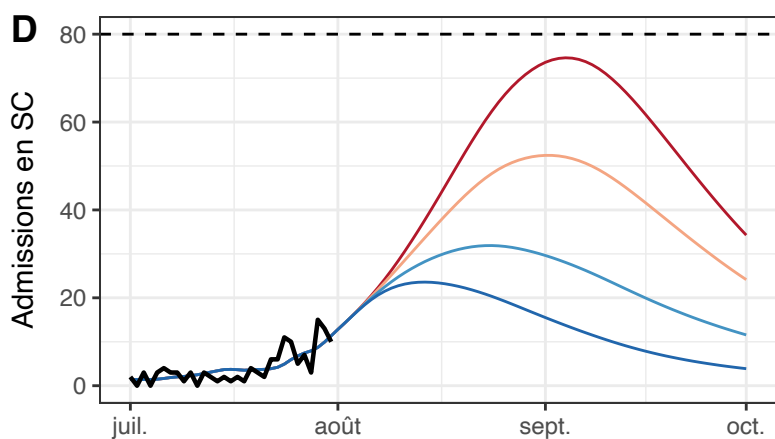
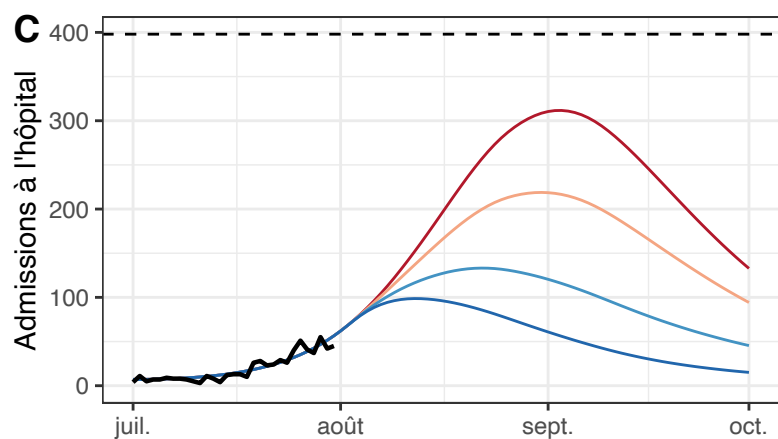


ARA

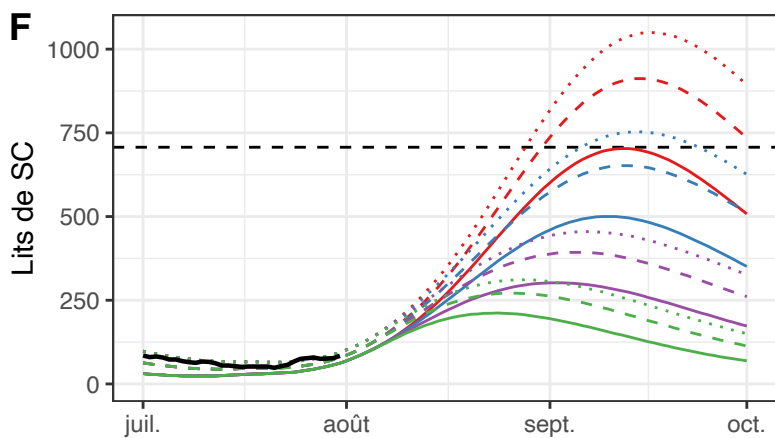
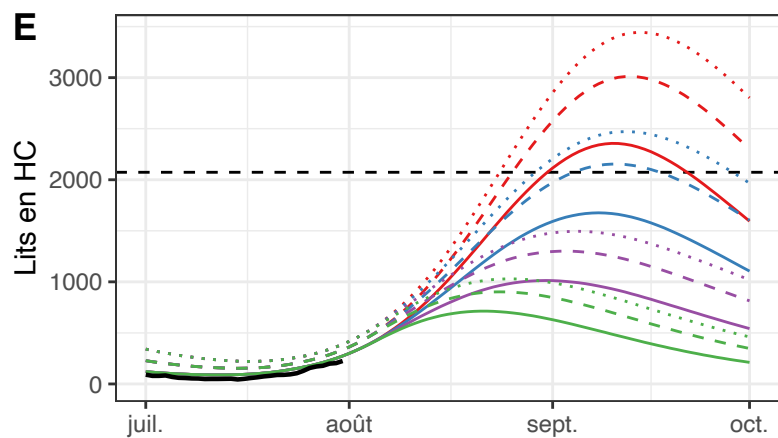
Vaccination Doses/j — 600k/j — 700k/j — 800k/j



Taux de transmission — Estimé (3.99) — -10% — -25% — -40%

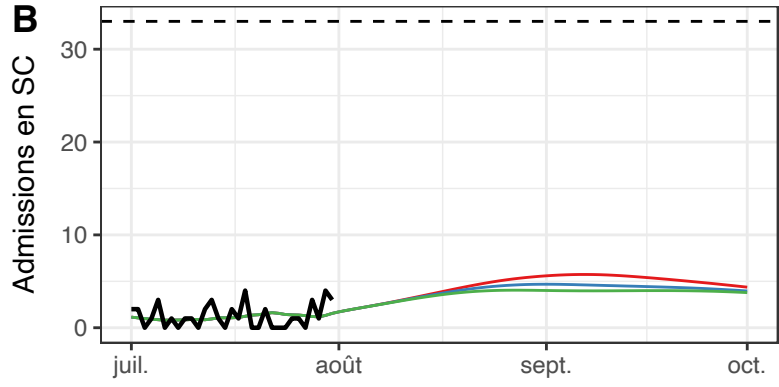
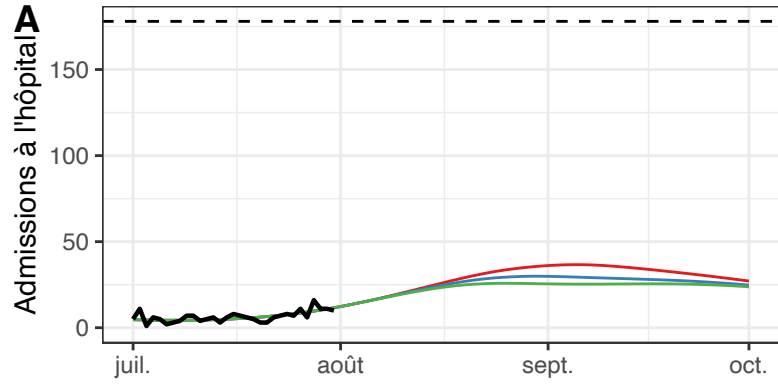


Taux de transmission — Estimé (3.99) — -10% — -25% — -40% — Durée de passage — 10j — 14j — 17j

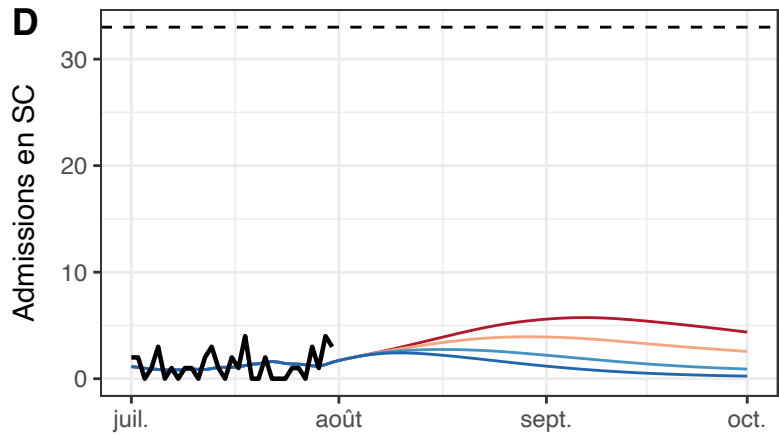
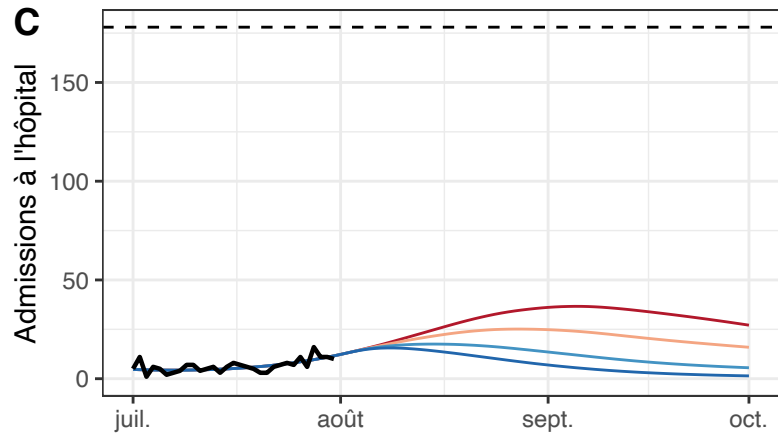


BFC

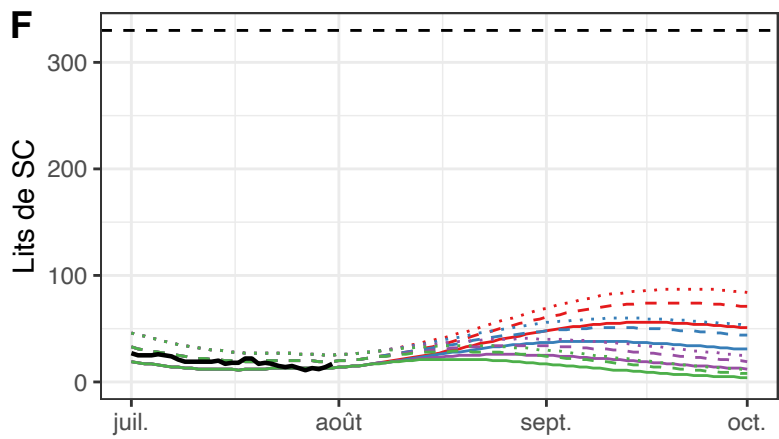
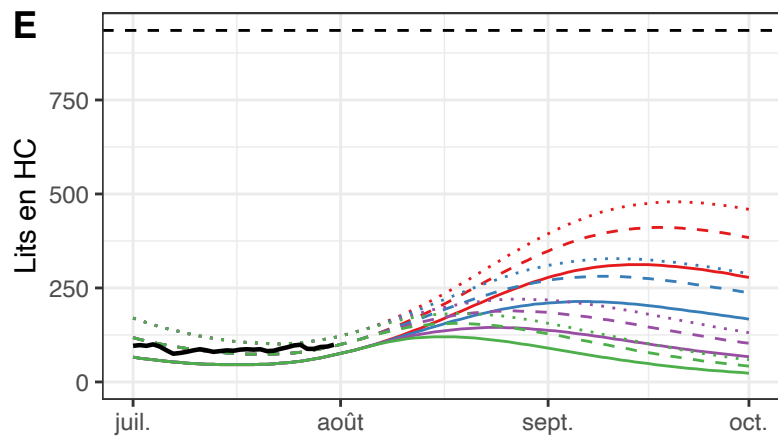
Vaccination Doses/j — 600k/j — 700k/j — 800k/j



Taux de transmission — Estimé (3.48) — -10% — -25% — -40%

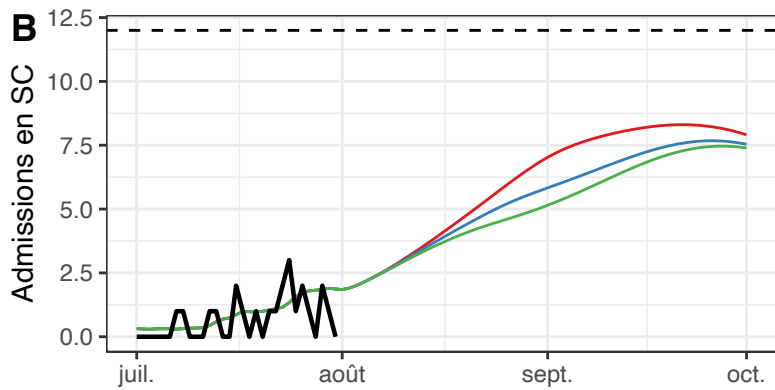
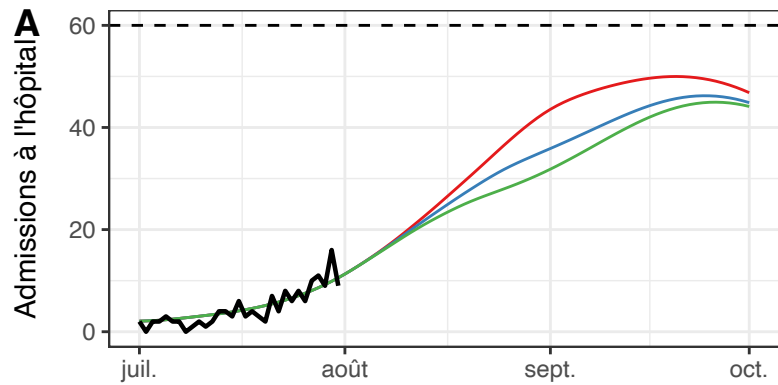


Taux de transmission — Estimé (3.48) — -10% — -25% — -40% Durée de passage — 10j — 14j — 17j

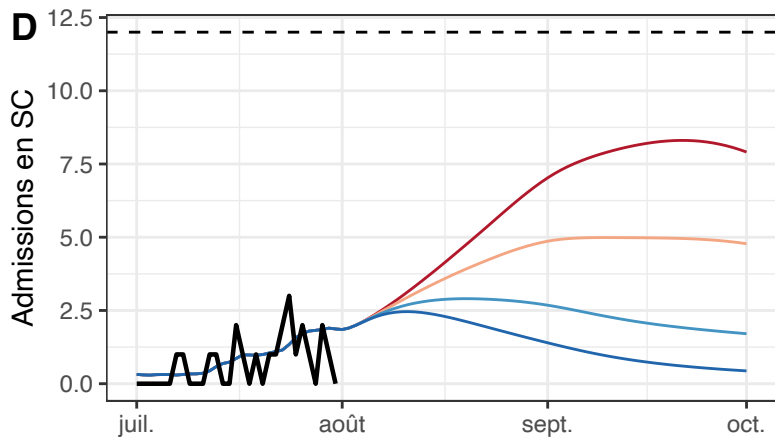
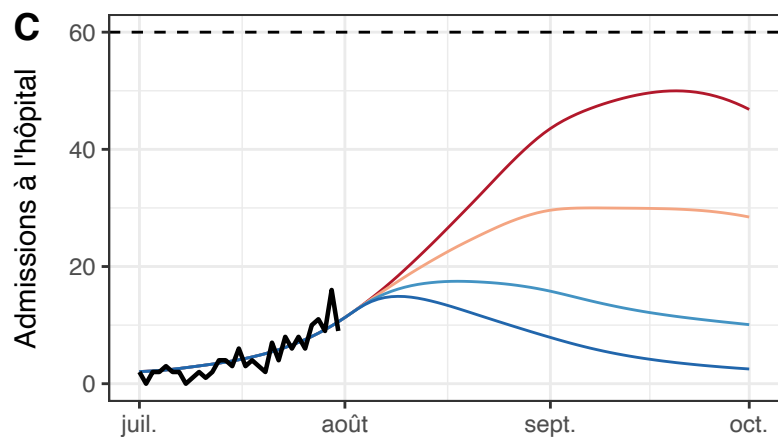


BRE

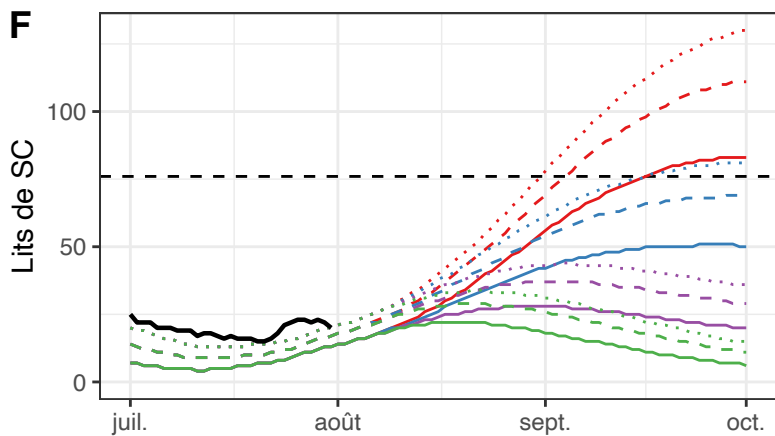
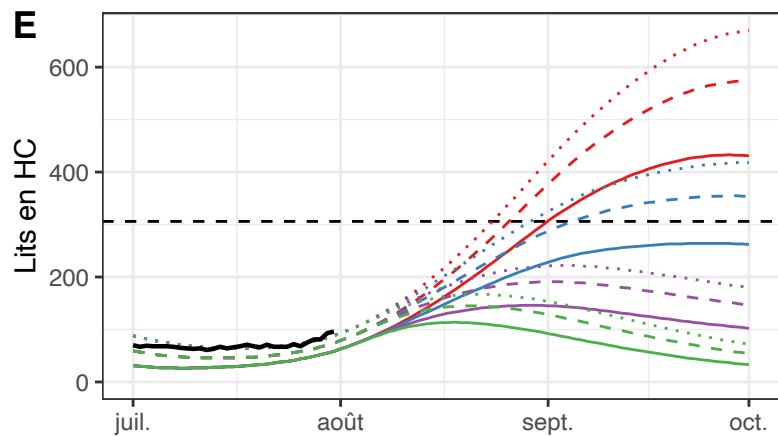
Vaccination Doses/j — 600k/j — 700k/j — 800k/j



Taux de transmission — Estimé (2.99) — -10% — -25% — -40%

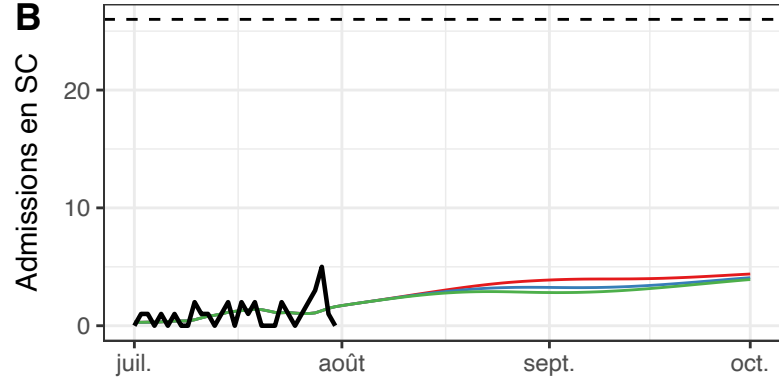
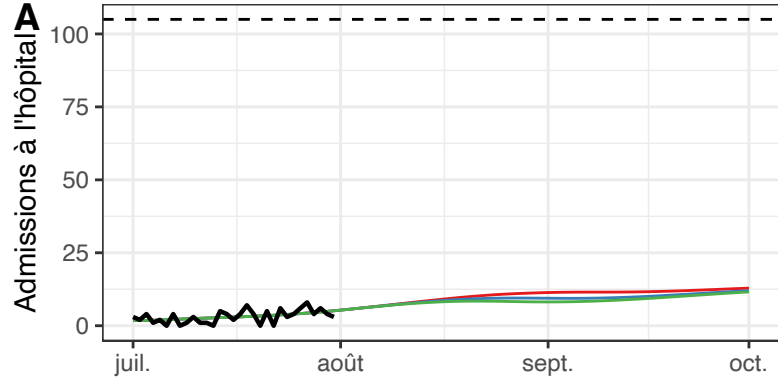


Taux de transmission — Estimé (2.99) — -10% — -25% — -40% Durée de passage — 10j — 14j — 17j

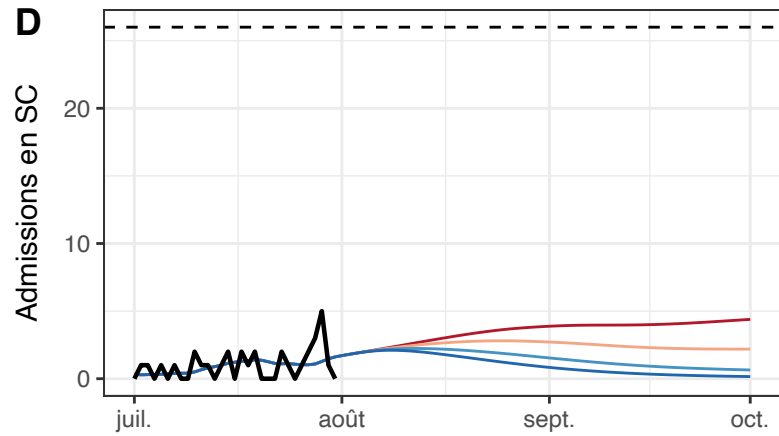
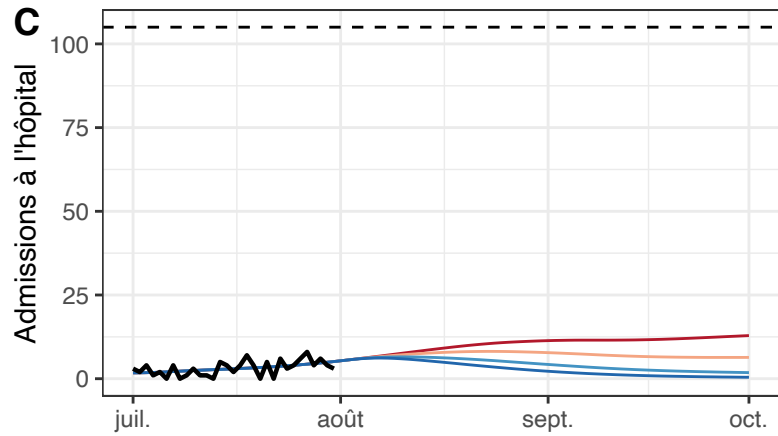


CVL

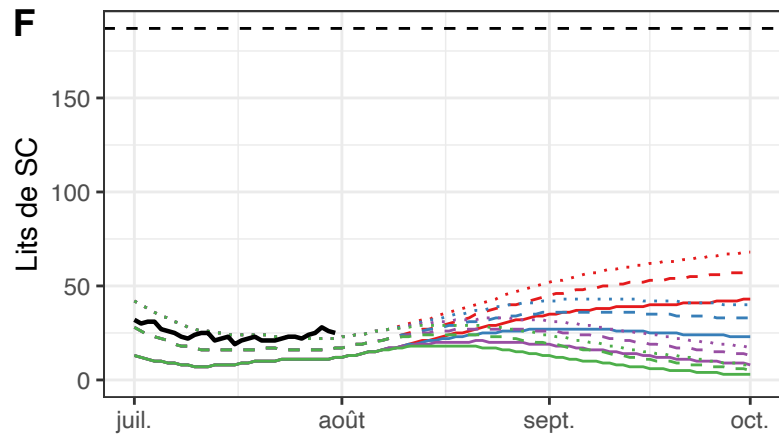
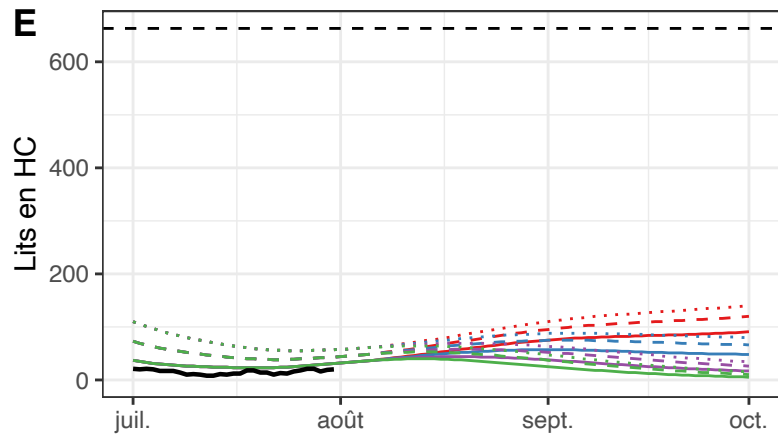
Vaccination Doses/j — 600k/j — 700k/j — 800k/j



Taux de transmission — Estimé (2.88) — -10% — -25% — -40%

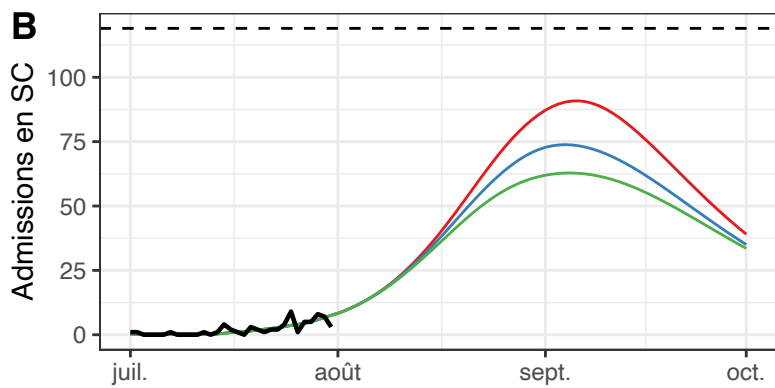
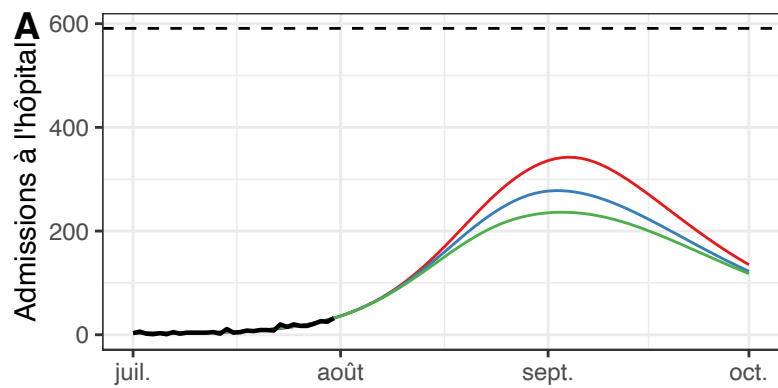


Taux de transmission — Estimé (2.88) — -10% — -25% — -40% — Durée de passage — 10j — 14j — 17j

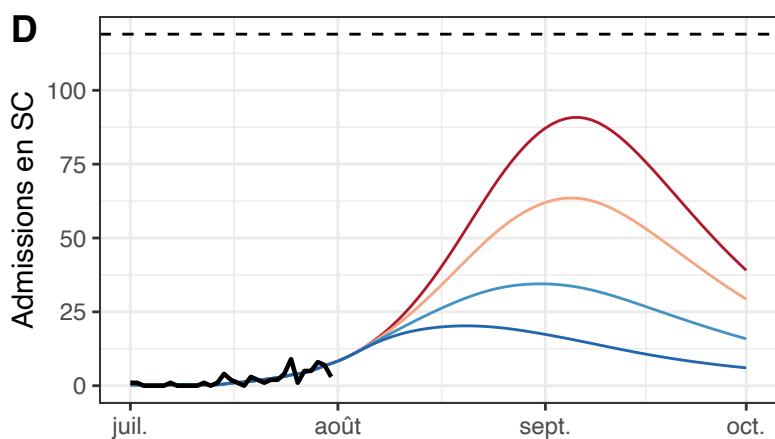
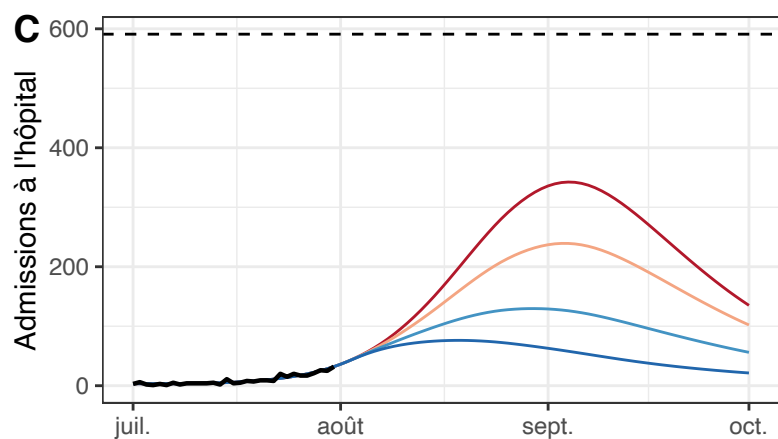


GES

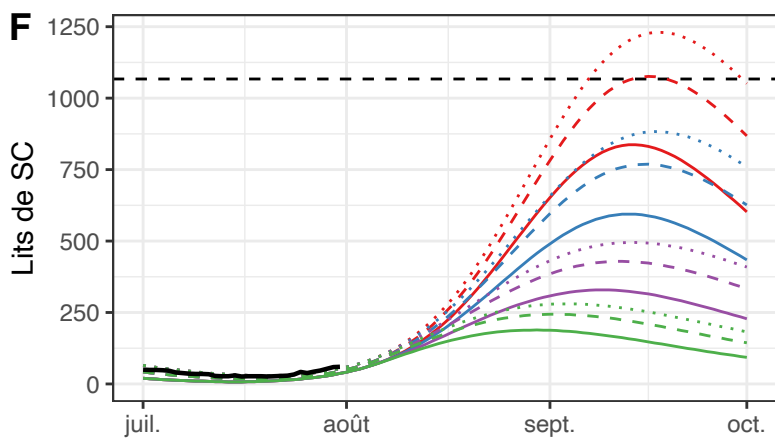
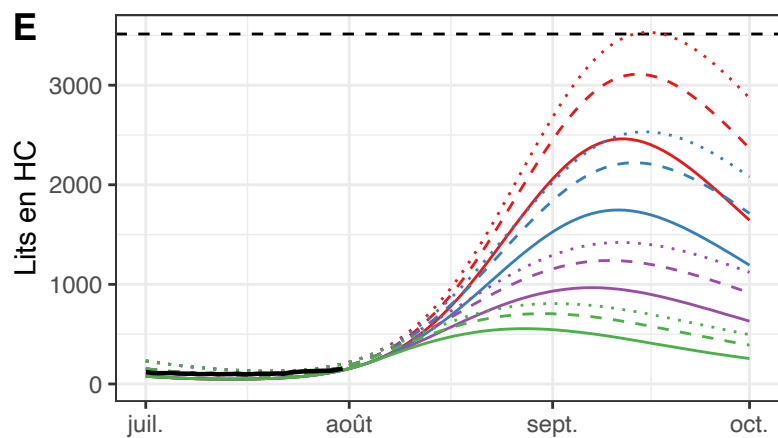
Vaccination 600k/j 700k/j 800k/j
Doses/j



Taux de transmission Estimé (4.79) -10% -25% -40%

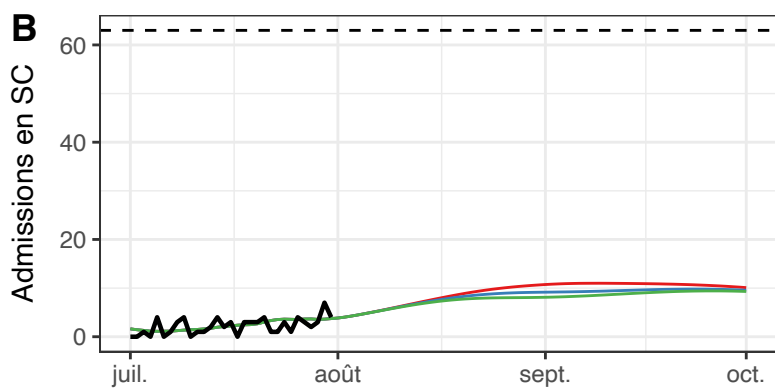
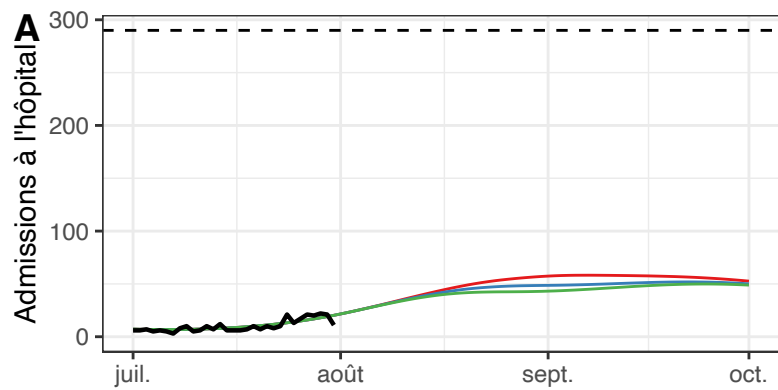


Taux de transmission Estimé (4.79) -10% -25% -40% Durée de passage 10j 14j 17j

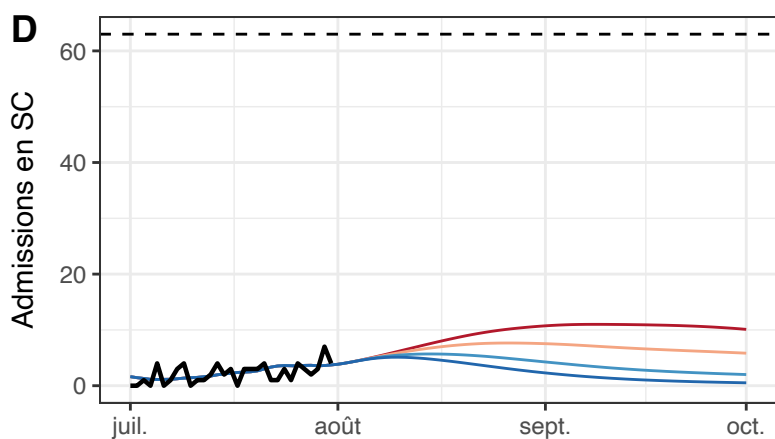
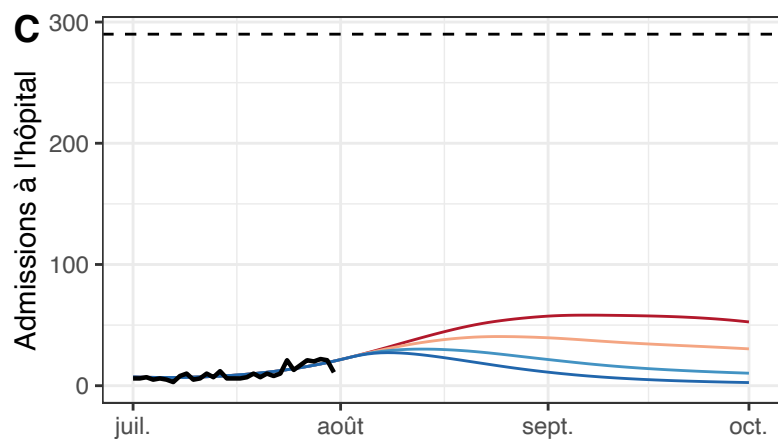


HDF

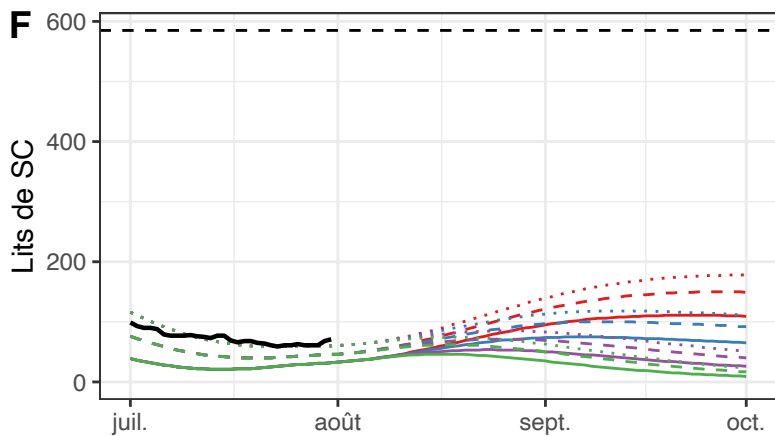
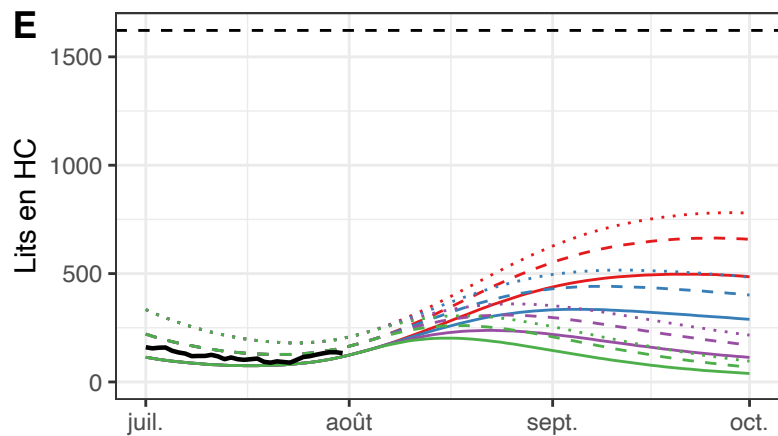
Vaccination Doses/j — 600k/j — 700k/j — 800k/j



Taux de transmission — Estimé (3.42) — -10% — -25% — -40%

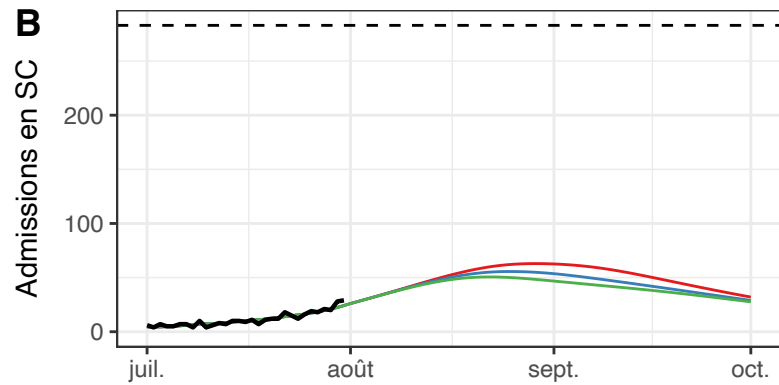
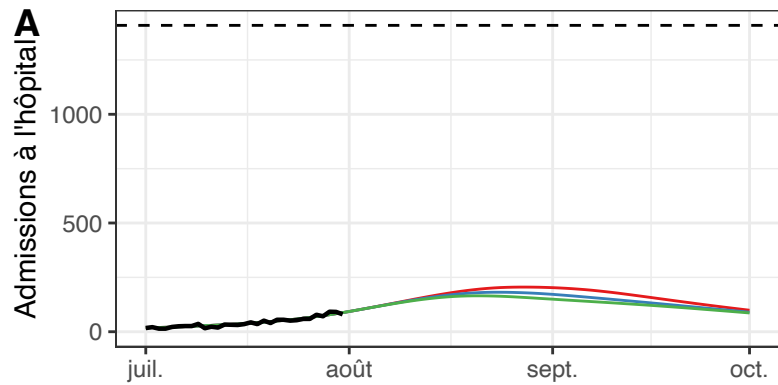


Taux de transmission — Estimé (3.42) — -10% — -25% — -40% — Durée de passage — 10j — 14j — 17j

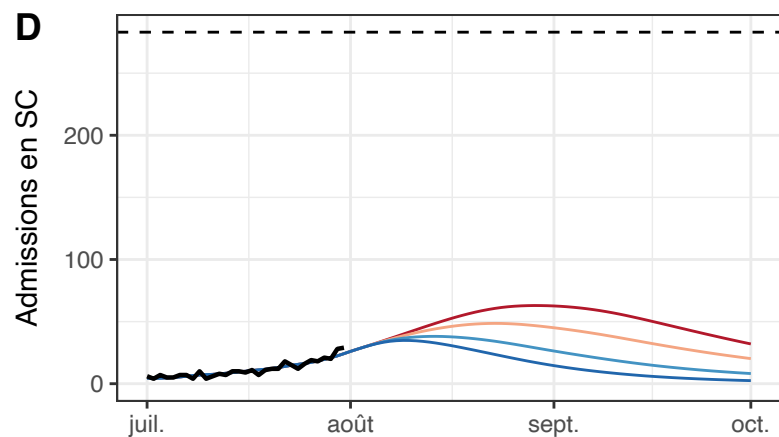
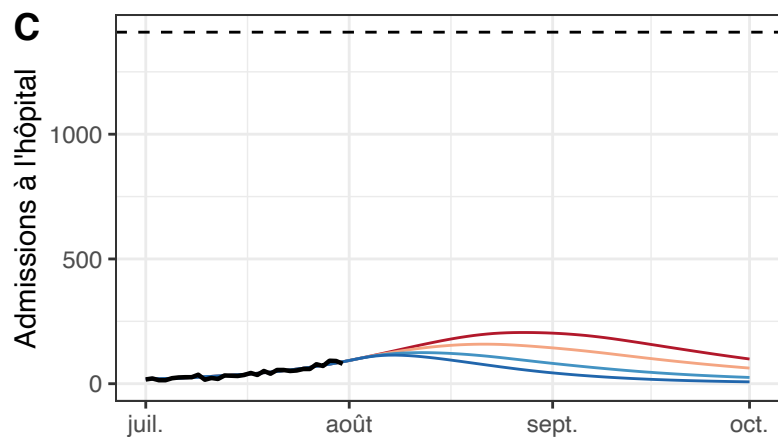


IDF

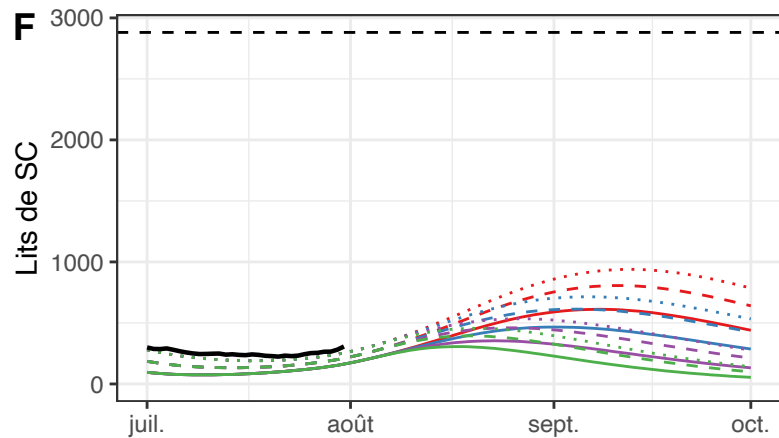
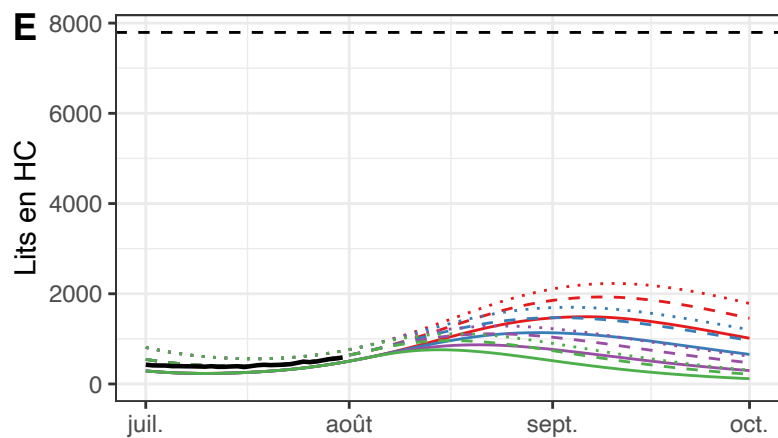
Vaccination Doses/j — 600k/j — 700k/j — 800k/j



Taux de transmission — Estimé (3.82) — -10% — -25% — -40%

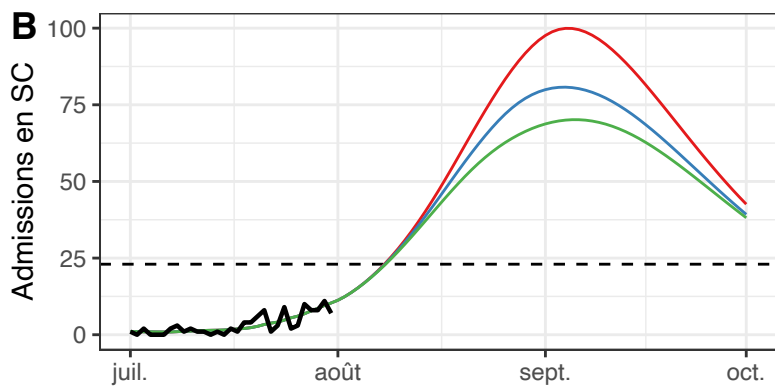
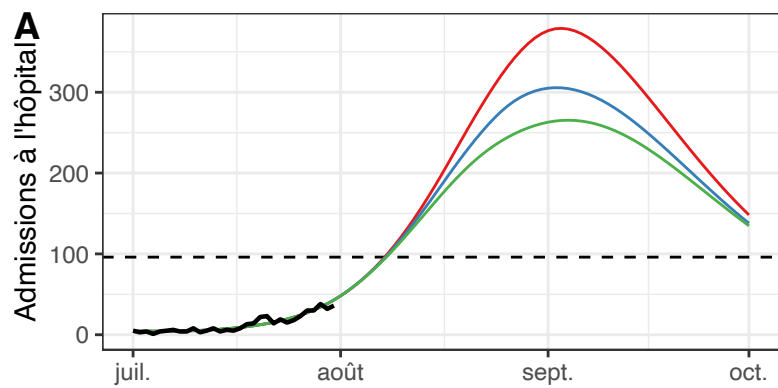


Taux de transmission — Estimé (3.82) — -10% — -25% — -40% — Durée de passage — 10j — 14j — 17j

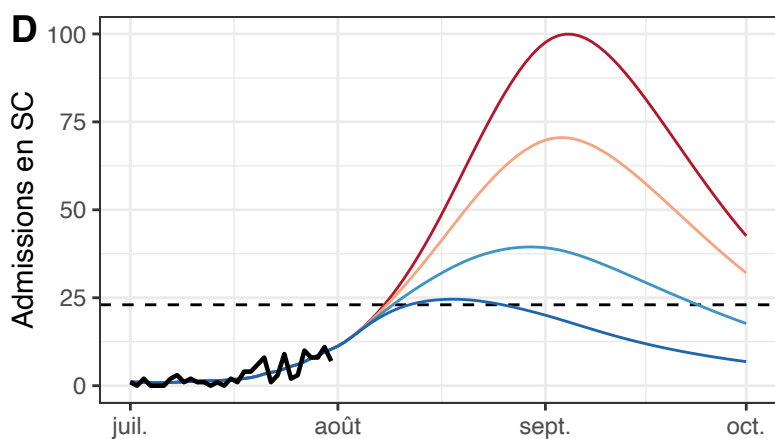
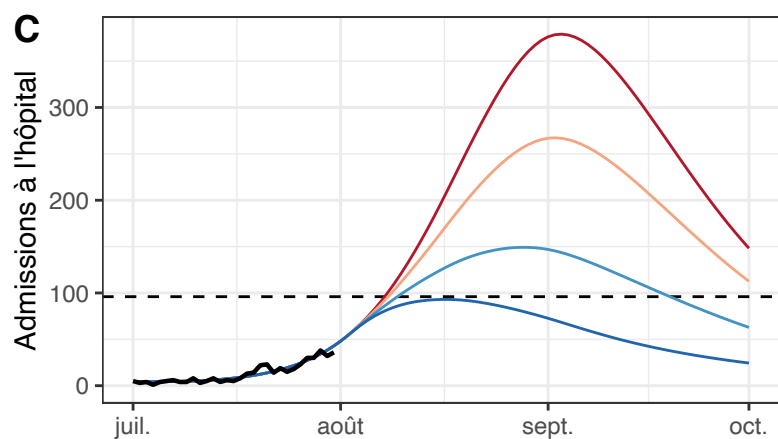


NAQ

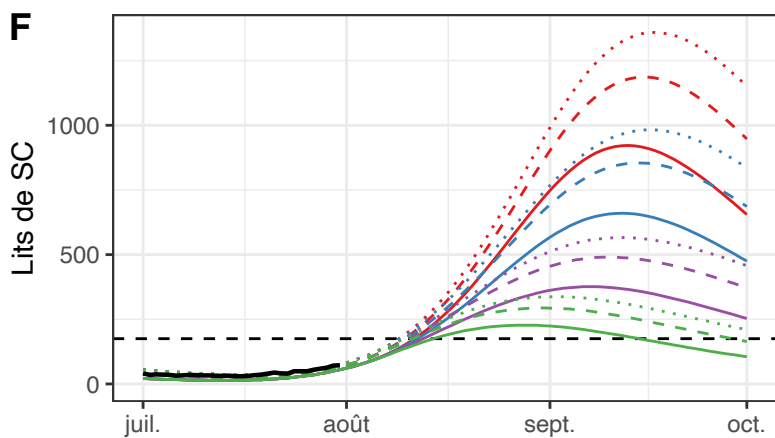
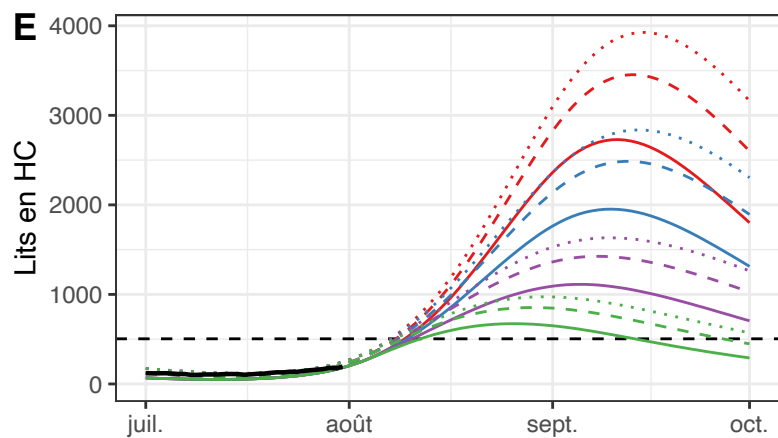
Vaccination Doses/j — 600k/j — 700k/j — 800k/j



Taux de transmission — Estimé (3.78) — -10% — -25% — -40%

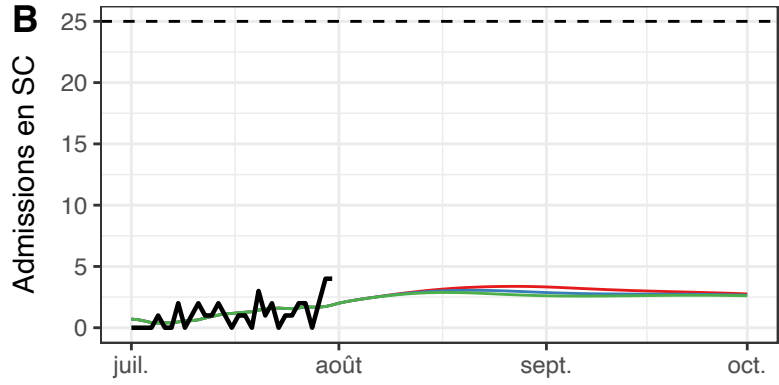
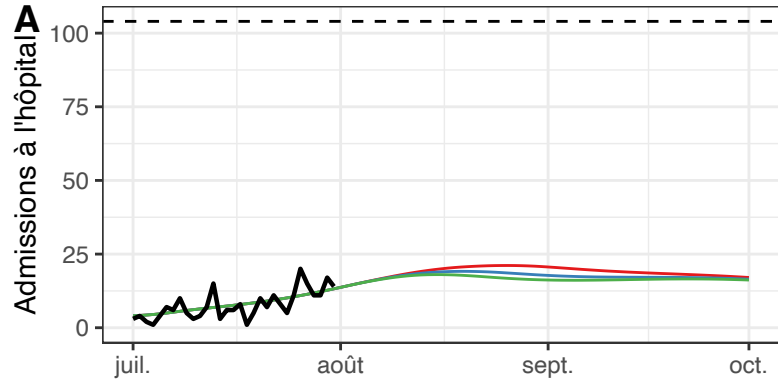


Taux de transmission — Estimé (3.78) — -10% — -25% — -40% Durée de passage — 10j — 14j — 17j

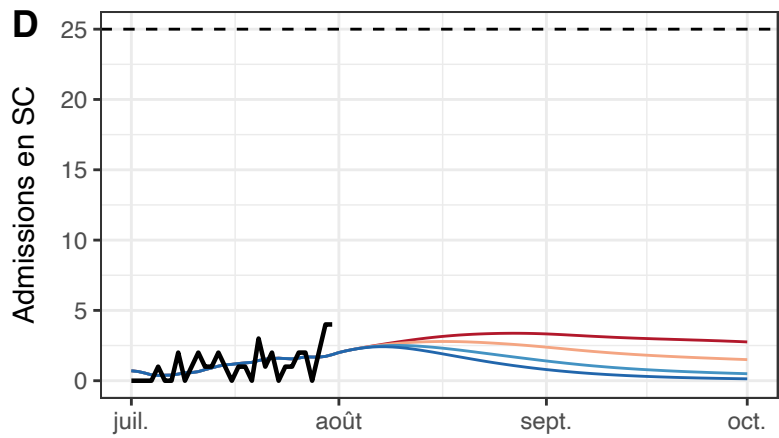
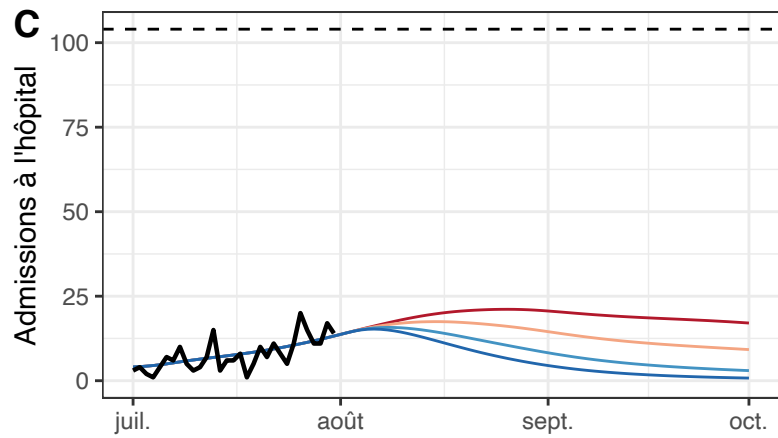


NOR

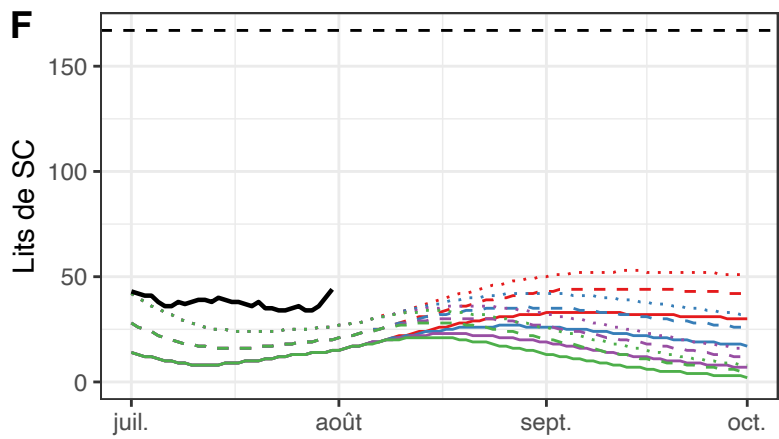
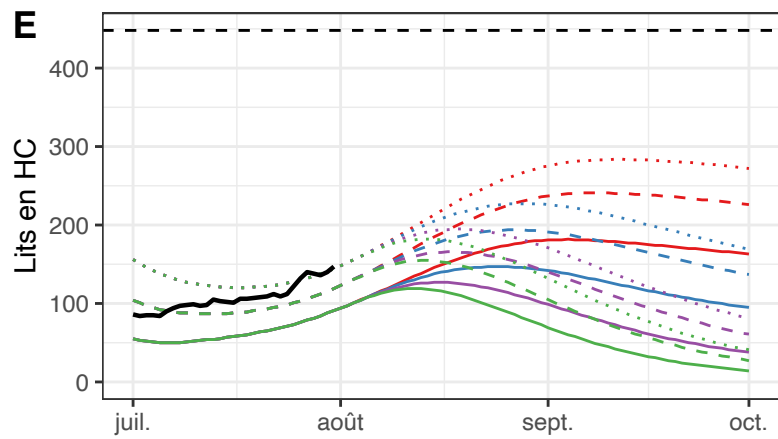
Vaccination Doses/j — 600k/j — 700k/j — 800k/j



Taux de transmission — Estimé (2.76) — -10% — -25% — -40%

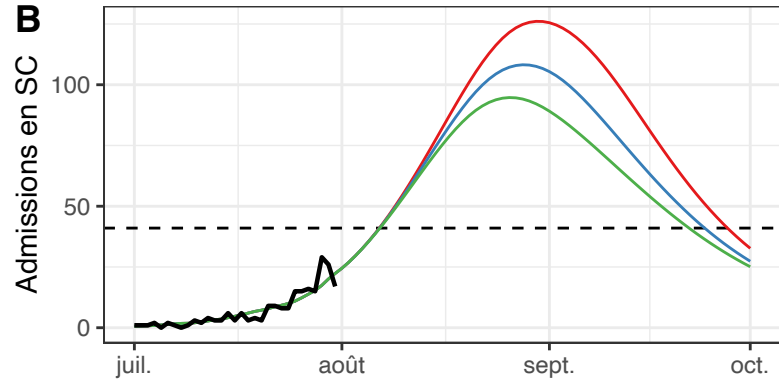
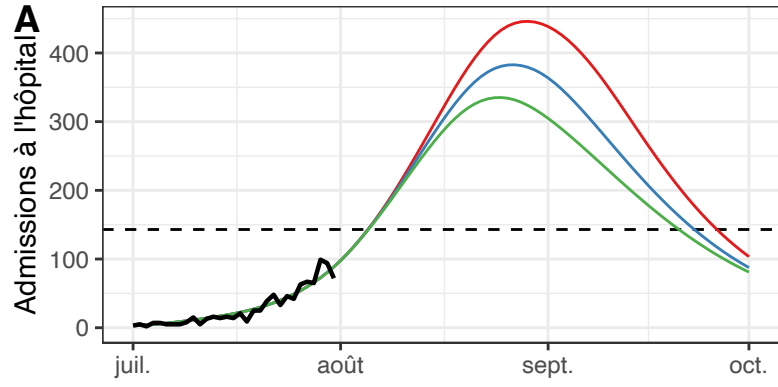


Taux de transmission — Estimé (2.76) — -10% — -25% — -40% — Durée de passage — 10j — 14j — 17j

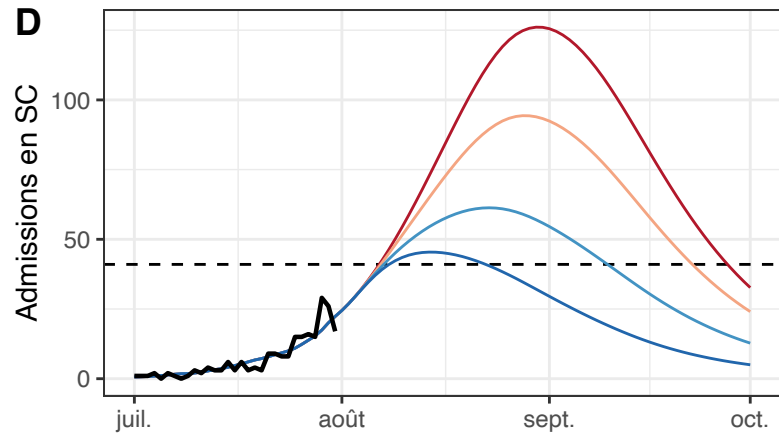
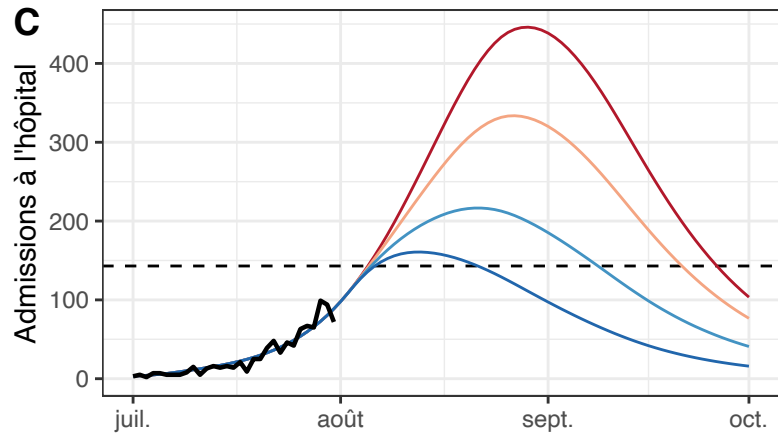


OCC

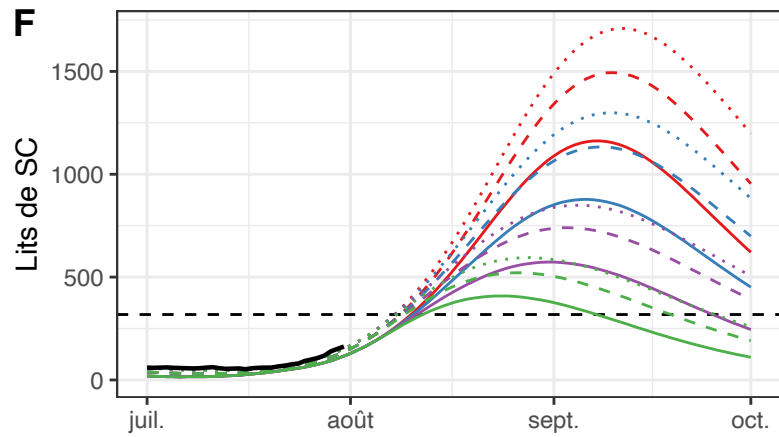
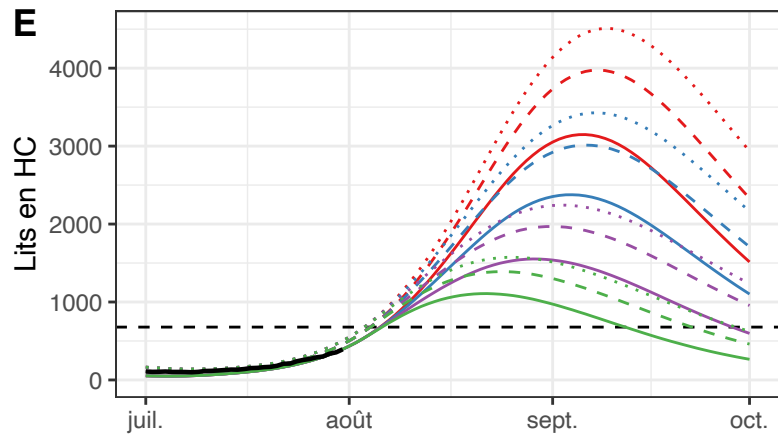
Vaccination Doses/j — 600k/j — 700k/j — 800k/j



Taux de transmission — Estimé (3.61) — -10% — -25% — -40%

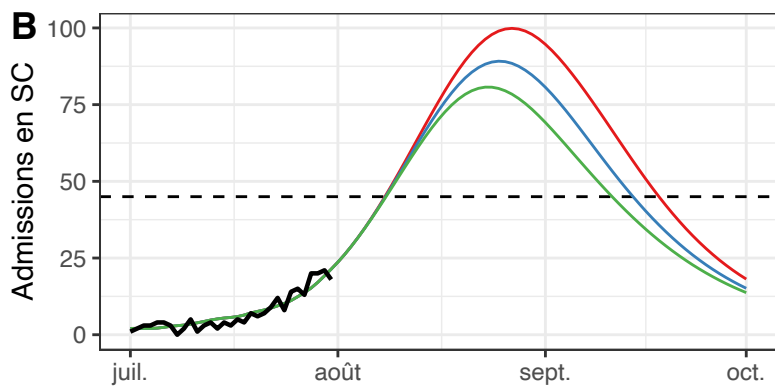
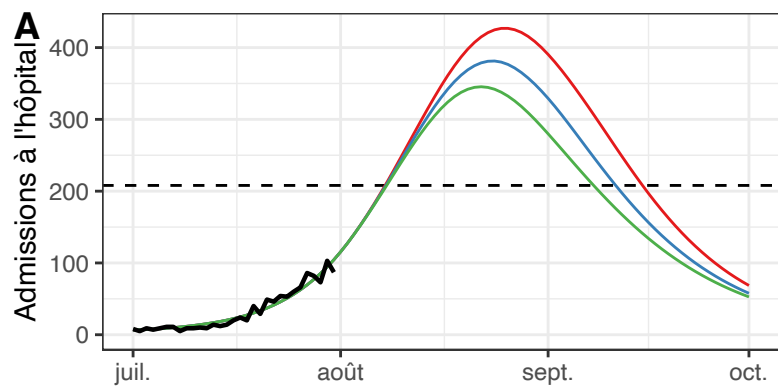


Taux de transmission — Estimé (3.61) — -10% — -25% — -40% — Durée de passage — 10j — 14j — 17j

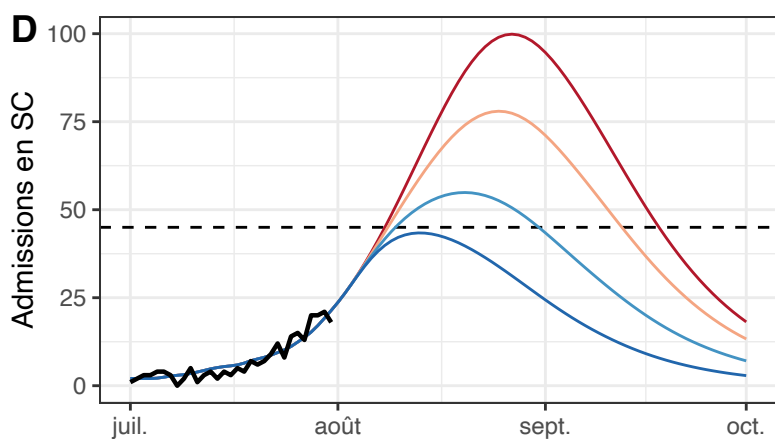
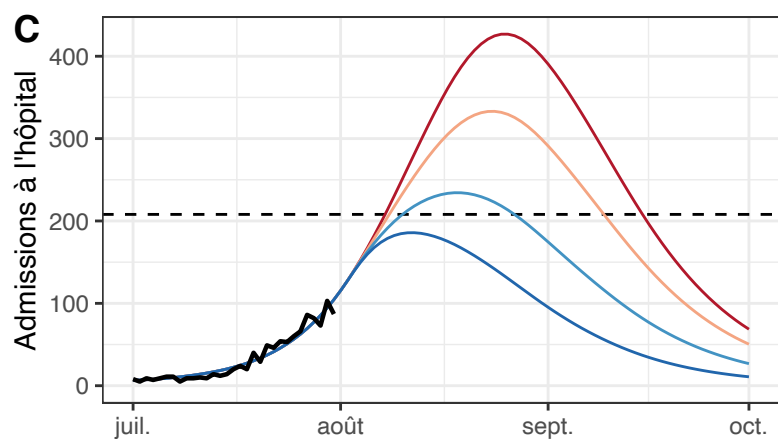


PAC

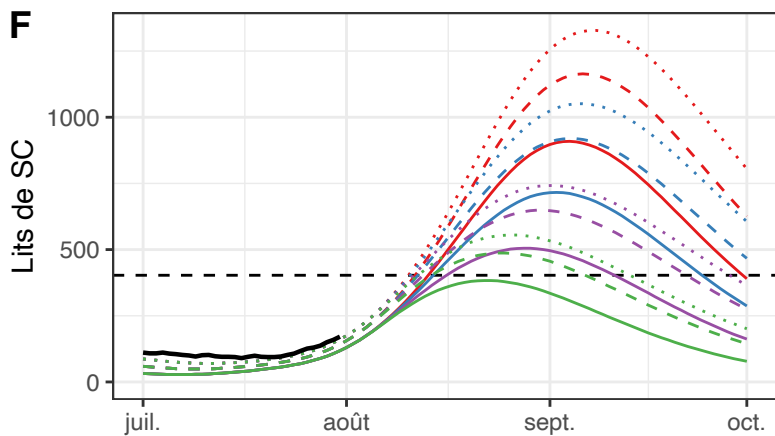
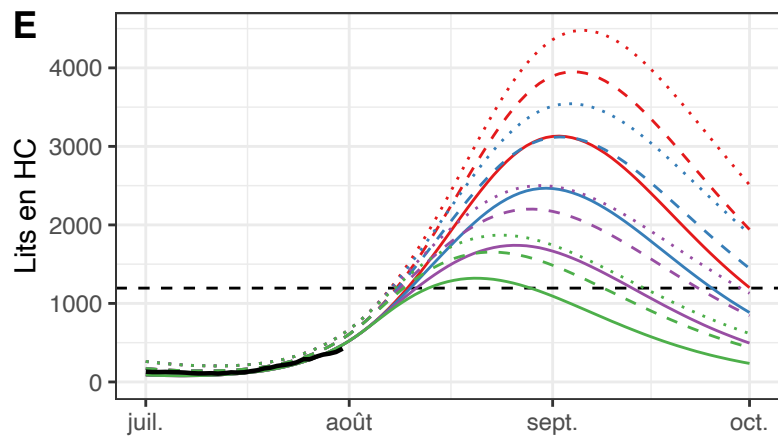
Vaccination 600k/j 700k/j 800k/j
Doses/j



Taux de transmission Estimé (4.11) -10% -25% -40%

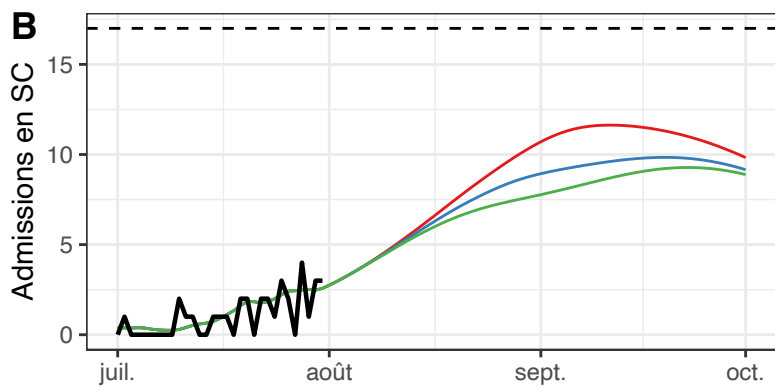
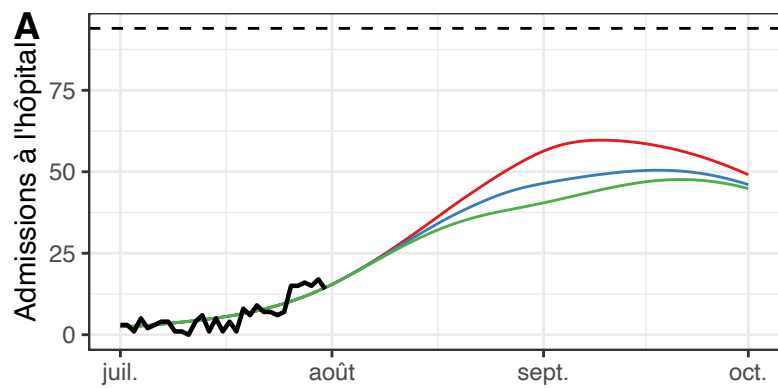


Taux de transmission Estimé (4.11) -10% -25% -40% Durée de passage 10j 14j 17j

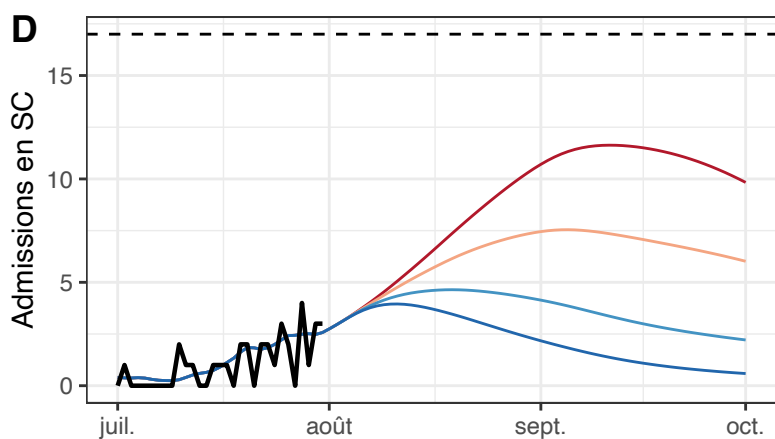
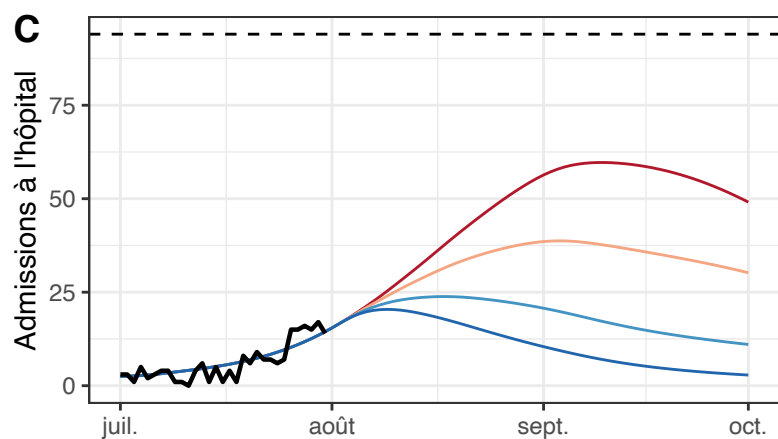


PDL

Vaccination Doses/j — 600k/j — 700k/j — 800k/j



Taux de transmission — Estimé (3.01) — -10% — -25% — -40%



Taux de transmission — Estimé (3.01) — -10% — -25% — -40% Durée de passage — 10j — 14j — 17j

