HAL
open science

Évaluation des effets des mesures sanitaires prises par l'Université Clermont Auvergne dans la gestion de la COVID-19

Nicolas Gautier

To cite this version:

Nicolas Gautier. Évaluation des effets des mesures sanitaires prises par l'Université Clermont Auvergne dans la gestion de la COVID-19. Médecine humaine et pathologie. 2021. dumas-03534018

HAL Id: dumas-03534018

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03534018v1

Submitted on 19 Jan 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UFR DE MÉDECINE
ET DES PROFESSIONS PARAMÉDICALES
Université Clermont Auvergne

N°

UNIVERSITÉ CLERMONT AUVERGNE

UFR DE MÉDECINE ET DES PROFESSIONS PARAMÉDICALES

THÈSE D'EXERCICE

pour le

DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE

par

GAUTIER, Nicolas

Présentée et soutenue publiquement le 26 octobre 2021

TITRE DE LA THÈSE

Evaluation des effets des mesures sanitaires prises par l'Université Clermont Auvergne dans la gestion de la COVID-19

Directeur de thèse : Monsieur OUCHCHANE Lemlih, Docteur, MCU-PH, CHU Clermont-Ferrand, Biostatistiques, Informatique Médicale et Technologies de Communication

Président du jury : Monsieur Laurent GERBAUD, PU-PH, Service de Santé Universitaire, Santé Publique & Médecine Légale et du service de Santé Publique du CHU de Clermont-Ferrand

Membres du jury : Monsieur Pierre CLAVELOU, PU-PH, Service de Neurologie, Doyen, UFR de Médecine et des Professions paramédicales de Clermont-Ferrand, Monsieur Bruno CHABANAS, Docteur, Service de Santé Universitaire

UFR DE MÉDECINE
ET DES PROFESSIONS PARAMÉDICALES
Université Clermont Auvergne

N°

UNIVERSITÉ CLERMONT AUVERGNE

UFR DE MÉDECINE ET DES PROFESSIONS PARAMÉDICALES

THÈSE D'EXERCICE

pour le

DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE

par

GAUTIER, Nicolas

Présentée et soutenue publiquement le 26 octobre 2021

TITRE DE LA THÈSE

Evaluation des effets des mesures sanitaires prises par l'Université Clermont Auvergne dans la gestion de la COVID-19

Directeur de thèse : Monsieur OUCHCHANE Lemlih, Docteur, MCU-PH, CHU Clermont-Ferrand, Biostatistiques, Informatique Médicale et Technologies de Communication

Président du jury : Monsieur Laurent GERBAUD, PU-PH, Service de Santé Universitaire, Santé Publique & Médecine Légale et du service de Santé Publique du CHU de Clermont-Ferrand

Membres du jury : Monsieur Pierre CLAVELOU, PU-PH, Service de Neurologie, Doyen, UFR de Médecine et des Professions paramédicales de Clermont-Ferrand, Monsieur Bruno CHABANAS, Docteur, Service de Santé Universitaire

UNIVERSITE CLERMONT AUVERGNE

PRESIDENTS HONORAIRES	: **JOYON** Louis
UNIVERSITE D'AUVERGNE	: **DOLY** Michel
	: **TURPIN** Dominique
	: **VEYRE** Annie
	: **DULBECCO** Philippe
	: **ESCHALIER** Alain
PRESIDENTS HONORAIRES	: **CABANES** Pierre
UNIVERSITE BLAISE PASCAL	: **FONTAINE** Jacques
	: **BOUTIN** Christian
	: **MONTEIL** Jean-Marc
	: **ODOUARD** Albert
	: **LAVIGNOTTE** Nadine
PRESIDENT DE L'UNIVERSITE et	
PRESIDENT DU CONSEIL ACADEMIQUE PLENIER	: **BERNARD** Mathias
PRESIDENT DU CONSEIL ACADEMIQUE RESTREINT	: **DEQUIEDT** Vianney
VICE-PRESIDENTE DU CONSEIL D'ADMINISTRATION	: **FOGLI** Anne
VICE-PRESIDENT DE LA COMMISSION DE LA RECHERCHE	: **HENRARD** Pierre
VICE PRESIDENTE DE LA COMMISSION DE LA FORMATION ET DE LA VIE UNIVERSITAIRE	: **PEYRARD** Françoise
DIRECTEUR GENERAL DES SERVICES	: **PAQUIS** François

✧✧✧✧✧

UFR DE MEDECINE
ET DES PROFESSIONS PARAMEDICALES

DOYENS HONORAIRES	: **DETEIX** Patrice
	: **CHAZAL** Jean
DOYEN	: **CLAVELOU** Pierre
RESPONSABLE ADMINISTRATIVE	: **ROBERT** Gaëlle

LISTE DU PERSONNEL ENSEIGNANT

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. BACIN Franck - BEGUE René-Jean - BEYTOUT Jean - BOMMELAER Gilles - BOUCHER Daniel - BUSSIERE Jean-Louis - CANO Noël - CASSAGNES Jean - CATILINA Pierre - CHABANNES Jacques - CHAZAL Jean - CHIPPONI Jacques - CHOLLET Philippe - CITRON Bernard - COUDERT Jean - DASTUGUE Bernard - DAUPLAT Jacques - DECHELOTTE Pierre - DEMEOCQ François - DE RIBEROLLES Charles - DETEIX Patrice - ESCANDE Georges - Mme FONCK Yvette - MM. GENTOU Claude - Mme GLANDDIER Phyllis - MM. IRTHUM Bernard - JACQUETIN Bernard - Mme LAVARENNE Jeanine - MM. LAVERAN Henri - LESOURD Bruno - LEVAI Jean-Paul - MAGE Gérard - MARCHEIX Jean- Claude - MICHEL Jean-Luc - MONDIE Jean-Michel - PHILIPPE Pierre - PLAGNE Robert - PLANCHE Roger - PONSONNAILLE Jean - REY Michel - Mme RIGAL Danièle - MM. ROZAN Raymond - SCHOEFFLER Pierre - SIROT Jacques - RIBAL Jean-Pierre - SOUTEYRAND Pierre - TANGUY Alain - TERVER Sylvain - THIEBLOT Philippe - TOURNILHAC Michel - VANNEUVILLE Guy - VIALLET Jean-François - Mlle VEYRE Annie

PROFESSEURS EMERITES :

MM. AUMAITRE Olivier - BOITEUX Jean-Paul - CHAMOUX Alain - DUBRAY Claude - ESCHALIER Alain - KEMENY Jean-Louis – LABBE André - Mme LAFEUILLE Hélène - MM. LEMERY Didier - LUSSON Jean-René

PROFESSEURS DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

CLASSE EXCEPTIONNELLE

M.	VAGO Philippe	Histologie-Embryologie Cytogénétique
M.	AVAN Paul	Biophysique et Traitement de l'Image
M.	DURIF Franck	Neurologie
M.	BOIRE Jean-Yves	Biostatistiques, Informatique Médicale et Technologies de Communication
M.	BOYER Louis	Radiologie et Imagerie Médicale option Clinique
M.	POULY Jean-Luc	Gynécologie et Obstétrique
M.	CANIS Michel	Gynécologie-Obstétrique
Mme	PENAULT-LLORCA Frédérique	Anatomie et Cytologie Pathologiques
M.	BAZIN Jean-Etienne	Anesthésiologie et Réanimation Chirurgicale
M.	BIGNON Yves Jean	Cancérologie option Biologique
M.	BOIRIE Yves	Nutrition Humaine
M.	CLAVELOU Pierre	Neurologie
M.	GILAIN Laurent	O.R.L.
M.	LEMAIRE Jean-Jacques	Neurochirurgie
M.	CAMILLERI Lionel	Chirurgie Thoracique et Cardio-Vasculaire
M.	DAPOIGNY Michel	Gastro-Entérologie
M.	LLORCA Pierre-Michel	Psychiatrie d'Adultes

M.	PEZET Denis	Chirurgie Digestive
M.	SOUWEINE Bertrand	Réanimation Médicale
M.	BOISGARD Stéphane	Chirurgie Orthopédique et Traumatologie
Mme	DUCLOS Martine	Physiologie
M.	SCHMIDT Jeannot	Médecine d'Urgence
M.	BERGER Marc	Hématologie
M.	GARCIER Jean-Marc	Anatomie-Radiologie et Imagerie Médicale
M.	ROSSET Eugénio	Chirurgie Vasculaire
M.	SOUBRIER Martin	Rhumatologie
M.	ABERGEL Armando	Hépatologie
Mle	BARTHELEMY Isabelle	Chirurgie Maxillo-Faciale
M.	RUIVARD Marc	Médecine Interne

1ère CLASSE

M.	CAILLAUD Denis	Pneumo-phtisiologie
M.	VERRELLE Pierre	Radiothérapie option Clinique
M.	D'INCAN Michel	Dermatologie -Vénéréologie
Mme	JALENQUES Isabelle	Psychiatrie d'Adultes
M.	GERBAUD Laurent	Epidémiologie, Economie de la Santé et Prévention
M.	TAUVERON Igor	Endocrinologie et Maladies Métaboliques
M.	MOM Thierry	Oto-Rhino-Laryngologie
M.	RICHARD Ruddy	Physiologie
M.	SAPIN-DEFOUR Vincent	Biochimie et Biologie Moléculaire
M.	BAY Jacques-Olivier	Cancérologie
M.	COUDEYRE Emmanuel	Médecine Physique et de Réadaptation
Mme	GODFRAIND Catherine	Anatomie et Cytologie Pathologiques
M.	LAURICHESSE Henri	Maladies Infectieuses et Tropicales
M.	TOURNILHAC Olivier	Hématologie
M.	CHIAMBARETTA Frédéric	Ophtalmologie
M.	FILAIRE Marc	Anatomie – Chirurgie Thoracique et Cardio-Vasculaire
M.	GALLOT Denis	Gynécologie-Obstétrique
M.	GUY Laurent	Urologie
M.	TRAORE Ousmane	Hygiène Hospitalière
M.	ANDRE Marc	Médecine Interne
M.	BONNET Richard	Bactériologie, Virologie
M.	CACHIN Florent	Biophysique et Médecine Nucléaire
M.	COSTES Frédéric	Physiologie
M.	FUTIER Emmanuel	Anesthésiologie-Réanimation
Mme	HENG Anne-Elisabeth	Néphrologie
M.	MOTREFF Pascal	Cardiologie
Mme	PICKERING Gisèle	Pharmacologie Clinique
M.	RABISCHONG Benoît	Gynécologie Obstétrique
M.	CHABROT Pascal	Radiologie et Imagerie Médicale
M.	DESCAMPS Stéphane	Chirurgie Orthopédique et Traumatologique
Mme	HENQUELL Cécile	Bactériologie Virologie
M.	POMEL Christophe	Cancérologie – Chirurgie Générale

2ème CLASSE

Mme CREVEAUX Isabelle	Biochimie et Biologie Moléculaire
M. FAICT Thierry	Médecine Légale et Droit de la Santé
Mme KANOLD LASTAWIECKA Justyna	Pédiatrie
M. TCHIRKOV Andréï	Cytologie et Histologie
M. CORNELIS François	Génétique
M. LESENS Olivier	Maladies Infectieuses et Tropicales
M. AUTHIER Nicolas	Pharmacologie Médicale
M. BROUSSE Georges	Psychiatrie Adultes/Addictologie
M. BUC Emmanuel	Chirurgie Digestive
M. LAUTRETTE Alexandre	Néphrologie Réanimation Médicale
Mme BRUGNON Florence	Biologie et Médecine du Développement et de la Reproduction
M. ESCHALIER Romain	Cardiologie
M. MERLIN Etienne	Pédiatrie
Mme TOURNADRE Anne	Rhumatologie
M. DURANDO Xavier	Cancérologie
M. DUTHEIL Frédéric	Médecine et Santé au Travail
Mme FANTINI Maria Livia	Neurologie
M. SAKKA Laurent	Anatomie – Neurochirurgie
M. BOURDEL Nicolas	Gynécologie-Obstétrique
M. GUIEZE Romain	Hématologie
M. POINCLOUX Laurent	Gastroentérologie
M. SOUTEYRAND Géraud	Cardiologie
M. EVRARD Bertrand	Immunologie
M. POIRIER Philippe	Parasitologie et Mycologie
Mme PHAM DANG Nathalie	Chirurgie Maxillo-Faciale et Stomatologie
Mme SARRET Catherine	Pédiatrie

PROFESSEURS DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

1ère CLASSE

M. CLEMENT Gilles	Médecine Générale
M. VORILHON Philippe	Médecine Générale

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

2ème CLASSE

Mme MALPUECH-BRUGERE Corinne	Nutrition Humaine

PROFESSEURS ASSOCIES DES UNIVERSITES

Mme	BOTTET-MAULOUBIER Anne	Médecine Générale
M.	CAMBON Benoît	Médecine Générale
M.	TANGUY Gilles	Médecine Générale

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

HORS CLASSE

Mme	CHAMBON Martine	Bactériologie Virologie
Mme	BOUTELOUP Corinne	Nutrition
Mme	FOGLI Anne	Biochimie Biologie Moléculaire
Mle	GOUAS Laetitia	Cytologie et Histologie, Cytogénétique

1ère CLASSE

M.	MORVAN Daniel	Biophysique et Traitement de l'Image
Mle	GOUMY Carole	Cytologie et Histologie, Cytogénétique
M.	MARCEAU Geoffroy	Biochimie Biologie Moléculaire
Mme	MINET-QUINARD Régine	Biochimie Biologie Moléculaire
M.	ROBIN Frédéric	Bactériologie
Mle	VERONESE Lauren	Cytologie et Histologie, Cytogénétique
M.	DELMAS Julien	Bactériologie
Mle	MIRAND Audrey	Bactériologie Virologie
M.	OUCHCHANE Lemlih	Biostatistiques, Informatique Médicale et Technologies de Communication
M.	LIBERT Frédéric	Pharmacologie Médicale
Mle	COSTE Karen	Pédiatrie
Mle	AUMERAN Claire	Hygiène Hospitalière
Mme	CASSAGNES Lucie	Radiologie et Imagerie Médicale
M.	LEBRETON Aurélien	Hématologie
M.	BUISSON Anthony	Gastroentérologie
M.	BOUVIER Damien	Biochimie et Biologie Moléculaire
M.	MAQDASY Salwan	Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques
Mme	NOURRISSON Céline	Parasitologie - Mycologie
Mme	PONS Hanaë	Biologie et Médecine du Développement et de la Reproduction

2ème CLASSE

M.	JABAUDON-GANDET Matthieu	Anesthésiologie – Réanimation Chirurgicale
M.	COLL Guillaume	Neurochirurgie
M.	GODET Thomas	Anesthésiologie-Réanimation et Médecine Péri-Opératoire
M.	LACHAL Jonathan	Pédopsychiatrie
M.	MOUSTAFA Farès	Médecine d'Urgence

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

1ère CLASSE

Mme	VAILLANT-ROUSSEL Hélène	Médecine Générale

2ème CLASSE

Mme	LAPORTE Catherine	Médecine Générale

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

HORS CLASSE

M.	BLANCHON Loïc	Biochimie Biologie Moléculaire
M.	MARCHAND Fabien	Pharmacologie Médicale
Mme	VAURS-BARRIERE Catherine	Biochimie Biologie Moléculaire

CLASSE NORMALE

M.	BAILLY Jean-Luc	Bactériologie Virologie
Mle	AUBEL Corinne	Oncologie Moléculaire
Mle	GUILLET Christelle	Nutrition Humaine
M.	BIDET Yannick	Oncogénétique
M.	DALMASSO Guillaume	Bactériologie
M.	PIZON Frank	Santé Publique
M.	SOLER Cédric	Biochimie Biologie Moléculaire
M.	GIRAUDET Fabrice	Biophysique et Traitement de l'Image
M.	LOLIGNIER Stéphane	Neurosciences – Neuropharmacologie

Mme	MARTEIL Gaëlle	Biologie de la Reproduction
M.	PINEL Alexandre	Nutrition Humaine

MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES DES UNIVERSITES

M.	BERNARD Pierre	Médecine Générale
Mme	ESCHALIER Bénédicte	Médecine Générale
Mme	RICHARD Amélie	Médecine Générale
M.	TESSIERES Frédéric	Médecine Générale
Mme	ROUGE Laure	Médecine Générale

Remerciements et dédicaces

À Monsieur le Professeur Laurent GERBAUD,

J'ai été touché par la bienveillance avec laquelle vous m'avez accueilli dans cette ville. Je vous remercie pour votre grand sens de la pédagogie et pour vos anecdotes pleines d'enseignements et d'humour qui rendent la santé publique passionnante.

À Monsieur le Docteur Lemlih OUCHCHANE,

Pour m'avoir accompagné depuis bientôt un an dans la réalisation de ce travail. Merci de vous être toujours montré très disponible et patient pour me guider lors des nombreux obstacles que j'ai rencontrés.

À Monsieur le Docteur Bruno CHABANAS,

Je souhaite t'exprimer ma grande gratitude pour l'accueil, les conseils et la gentillesse dont tu as fait preuve, aussi bien, lors de mon arrivée à Clermont-Ferrand que lors de mon arrivée dans ton service.

À Monsieur le Professeur Pierre CLAVELOU,

Vous me faites l'honneur de faire partie du jury de cette thèse. Recevez ici le témoignage de ma reconnaissance et de ma sympathie.

À mes parents,

Pour votre amour et tous vos sacrifices.

À ma sœur,

Grâce à toi j'ai eu une enfance de rêve.

À Pierre, Nathan et Emma,

Pour votre soutien au fil des ans.

TABLE DES MATIERES

1. Introduction 7

2. Matériel et méthode 9

2.1. Base de données 9

2.2. Modèles compartimentaux et paramètres de suivi de l'épidémie 11

2.2.1 Modèle SIR 11

2.2.2. Le nombre de reproduction effectif R_t 13

2.2.3. Intervalle sériel SI 14

2.2.4 Les différentes classes de modèles compartimentaux 14

2.3. Estimation des paramètres via un Modèle SEIQR 15

2.4. Simulation d'absence de traçage des contacts via un modèle SEIR 17

3. Résultats 18

3.1. Situation réelle avec isolement 18

3.1.1. Description de la situation réelle 18

3.1.2. Estimation des paramètres épidémiologiques 18

3.2. Simulation sans isolement 20

4. Discussion 24

5. Conclusion 28

6. Références 30

Annexe I. Règles appliquées au sein de l'UCA en fonction du niveau de propagation du virus 33

Annexe II. Estimation des R_t effectifs lissés sur sept jours (données réelles) 38

Annexe III. Estimation des R_t effectifs lissés sur sept jours (données simulées)..... 39

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES

Tableau I. Comparaison des trois distributions pour l'intervalle sériel (données observées) 19

Tableau II. Comparaison des trois distributions pour l'intervalle sériel (données simulées) . 21

Tableau III. Comparatif des R effectifs et de leurs intervalles de crédibilité à 95% estimés sur sept jours glissants. Données Santé Publique France (22) et données UCA..... 25

Figure 1. Relation entre les compartiments d'un modèle SIR 12

Figure 2. Modèle SEIQR..... 16

Figure 3. Modèle SEIR 17

Figure 4. Représentation graphique de la distribution des SI (données observées)..... 19

Figure 5. Incidence quotidienne, R_t et distribution des intervalles sériels observés (de haut en bas) 20

Figure 6. Représentation graphique de la distribution des SI (données simulées)..... 21

Figure 7. Incidence quotidienne, Rt et distribution des intervalles sériels observés (de haut en bas) 22

Figure 8. Comparaison des incidences quotidiennes..... 23

Figure 9. Comparaison des taux effectifs et leur intervalle de crédibilité à 95% 23

LISTE DES ABBREVIATIONS

AIC : Critère d'information d'Akaike

ARS : agences régionales de santé

BIC : Critère d'information bayésien

Inf.j : Rapport quotidien du nombre de nouveaux infectés par le nombre de personnes contagieuses

R_0 : nombre ou taux de reproduction de base

R_t : nombre ou taux de reproduction effectif

SI : intervalle sériel

SSU : Service de Santé Universitaire

SST : Service de Santé au Travail

UCA : Université Clermont Auvergne

1. Introduction

La CoViD-19, causée par le virus SARS-CoV-2 (Severe Acute Respiratory Syndrome CoronaVirus 2), a été observée pour la première fois en décembre 2019, à Wuhan (Hubei, Chine). Les premiers cas ont été observés en France en janvier 2020. La transmission se fait essentiellement par gouttelettes, entre personnes qui sont en contact rapproché, généralement à moins d'un mètre. Les espaces intérieurs mal ventilés et/ou bondés augmentent les risques d'être contaminé. La contamination peut aussi se faire, dans une moindre mesure, par contact avec des surfaces contaminées (1). Les symptômes qui sont observés le plus fréquemment sont la fièvre, la toux et l'asthénie ; moins couramment, les personnes infectées développent courbatures, maux de gorge, diarrhée, conjonctivite, maux de tête, anosmie, agueusie, éruption cutanée ou décoloration des doigts ou des orteils (2).

La transmission du virus se faisant par gouttelettes et entre personnes en contact étroit, la France a fondé sa stratégie de lutte contre l'épidémie sur les gestes-barrières : la distanciation physique, le port du masque, le lavage fréquent des mains. Elle met également en place un traçage des contacts qui permet de placer en isolement le plus tôt possible les personnes infectées et ainsi limiter la propagation du virus. Cette stratégie n'était malheureusement pas applicable en février-mars 2020 devant la pénurie d'équipements de protection individuelle, dont les masques chirurgicaux et FFP2, qui durera jusqu'en mai 2020, et l'incapacité de réaliser suffisamment de tests de dépistage rendant le traçage de contact inefficient. Dans ces conditions, et alors que l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a déclaré le passage en pandémie mondiale le 10 mars 2020, de nombreux lieux de rassemblement seront fermés en France dont les universités le 12 mars 2020, et le premier confinement débutera le 17 mars 2020. Il se terminera le 10 mai 2020 mais le retour des cours en présentiel dans l'enseignement supérieur ne se fera que fin août 2020. Pendant cette période, l'enseignement

des étudiants se faisait à distance. Plusieurs études montrent que le confinement a eu des effets négatifs sur la santé psychique des étudiants qui constituent une population particulièrement vulnérable face aux problèmes de santé mentale du fait de leur transition vers l'âge adulte et leur fréquente précarité économique (3) (4). Le confinement a été une cause d'anxiété et de stress qui a pu avoir des conséquences sur leur hygiène de vie. Une étude réalisée en France a constaté une augmentation des troubles alimentaires liés au stress chez les étudiants (5).

A la rentrée universitaire 2020-2021, dans le cadre de la recrudescence des cas de CoViD-19, en particulier chez les jeunes adultes (6), et en prévention d'une potentielle seconde vague, l'Université Clermont Auvergne (UCA) a mis en place des mesures barrières et un traçage des contacts des cas CoViD-19 au sein de l'université :

- Les mesures barrières étaient principalement constituées du port du masque au sein des locaux de l'université, de la distanciation physique avec réduction de la jauge maximale des salles de 50% et le maintien d'un mètre minimum de distance entre deux étudiants. Un protocole de gradation de ces mesures barrières, divisé en quatre niveaux en fonction de l'état de l'épidémie avait été mis en place (Annexe 1)
- Le traçage des contacts était organisé en trois niveaux au niveau national (7):
    - Le traçage des contacts de niveau 1 était réalisé par le médecin prenant en charge le cas positif. Il était chargé de recenser les cas contacts à risque au sein du foyer.
    - Le traçage des contacts de niveau 2 était réalisé par les caisses primaires d'assurance maladie (CPAM). Celles-ci complétaient le traçage des contacts domiciliaires et réalisaient en plus le traçage des cas vivant hors du foyer.

- Le traçage des contacts de niveau 3 devait être réalisé par les agences régionales de santé (ARS) dans les situations où le cas avait fréquenté des collectivités pouvant laisser craindre la survenue d'un cluster. Dans le cas de l'UCA, la majeure partie de ce travail a été réalisé par le Service de Santé Universitaire (SSU). Le Service de Santé au Travail (SST) s'est occupé du traçage des contacts de niveau 3 parmi le personnel de l'UCA et a collaboré avec le SSU pour assurer ces missions.

Ces démarches avaient pour but de limiter les contaminations sur les sites universitaires et de casser les chaînes de transmissions le plus tôt possible afin de limiter la propagation de l'épidémie. Ces démarches étaient nécessaires afin de permettre aux étudiants de reprendre les cours en présentiel.

Face à la volonté justifiée de l'UCA de permettre aux étudiants de continuer le plus longtemps possible d'étudier dans les meilleures conditions possibles, il était en même temps nécessaire en cette période d'épidémie de garantir la sureté pour les étudiants et la population générale. Le présent travail est précisément dédié à l'évaluation de l'efficacité des mesures barrières mises en place au sein de l'UCA.

2. Matériel et méthode

2.1. Base de données

Ce travail s'appuie sur la base de données construite grâce au traçage de niveau 3 effectué par le SSU et l'ARS. Dans ce contexte, les étudiants devaient se signaler à l'université dans les cas suivants :

- Symptômes évocateurs de CoViD-19 (fièvre, toux sèche, fatigue, courbatures, maux de gorge, diarrhée, conjonctivite, maux de tête, perte de l'odorat ou du goût, éruption cutanée, ou décoloration des doigts ou des orteils, dyspnée, douleurs thoraciques),
- Contact à risque, c'est-à-dire un contact avec une personne atteinte par la CoViD-19 (test PCR CoViD-19 positif ou diagnostic médical) au moment du contact ou dans les 48h précédant ce contact,
- Cas CoViD-19 confirmés par PCR ou par diagnostic médical.

Ces trois cas ont donné lieu au placement en isolement d'une durée variable en fonction de la présence de symptômes, de la date du dernier contact à risque, de la date de positivité du test, de la présence d'un cas CoViD-19 au domicile de l'étudiant. Cette déclaration pouvait se faire soit auprès du SSU soit auprès de leur composante. Chaque composante avait nommé un référent CoViD-19 afin d'assurer la liaison avec le SSU aussi bien pour le traçage des contacts que pour toutes les questions qui concernaient la CoViD-19.

La base de données contient :

- un identifiant anonymisé,
- la date de naissance de l'étudiant,
- la date de signalement,
- le campus ou les campus fréquentés par l'étudiant,
- la composante de l'étudiant,
- la promotion de l'étudiant,
- éventuellement les groupes de TD/TP de l'étudiant,
- la catégorie de son logement (CROUS ou non),
- la date de début des symptômes,
- la date du test PCR,

- le résultat du test PCR,
- la date du dernier contact à risque,
- le contexte des contacts à risque,
- l'identifiant des étudiants avec lesquels il y a eu contact à risque.

L'analyse réalisée dans ce travail ne concerne que les données de la période comprise entre le 28/08/2020, date de début du traçage des contacts, et le 29/10/2020, date de début du deuxième confinement. En effet, les données ultérieures au 29/10/2020 ne peuvent pas être analysées de la même manière car même si le travail de traçage des contacts et de recueil des nouveaux cas a continué, les cours ont eu lieu en distanciel à partir du 29/10/2020, la contamination intra-universitaire n'était plus possible et la déclaration par les étudiants n'était plus nécessaire pour justifier leur absence.

2.2. Modèles compartimentaux et paramètres de suivi de l'épidémie

Les modèles compartimentaux ont déjà fait la preuve de leur utilité dans la gestion des épidémies (8) (9). Les décisions politiques de gestion de cette pandémie ont été grandement influencées par l'utilisation de modélisations mathématiques qui permettent de comprendre et prédire dans une certaine mesure le développement des maladies infectieuses (10). Ces modèles sont étudiés et utilisés depuis des décennies. Le premier modèle compartimental a été conceptualisé en 1927 par Kermack et McKendrick (11). Nous présentons dans un premier temps le modèle à compartiments le plus simple : le modèle SIR.

2.2.1 Modèle SIR

Dans tous les modèles compartimentaux, la population est partitionnée en compartiments. Dans le modèle SIR, celle-ci est divisée en 3 compartiments :

- Le compartiment susceptible *S* (pour susceptible en anglais) comprend les personnes qui n'ont développé aucune immunité contre la maladie étudiée et qui sont susceptibles de développer la maladie en cas de contact avec une personne infectée,
- Le compartiment infecté *I* (pour infected en anglais) comprend les personnes qui sont infectées par la maladie,
- Le compartiment guéri *R* (pour recovered en anglais) comprend les personnes ayant développé une immunité contre le virus (guérison, vaccination).

Dans ce modèle, les individus se déplacent d'un compartiment à un autre. Les règles qui régissent le passage des individus, d'un compartiment à un autre, dépendent de la maladie étudiée et de leurs interactions avec le reste de la population. Dans le cas du modèle SIR le plus simple, la population est de taille N fixe, c'est-à-dire qu'il n'y a ni naissance ni décès ou autant d'individus sortants que d'individus entrants. Dans ce cas, le modèle respecte l'équation suivante :

$N = S(t) + I(t) + R(t)$

S(t), I(t) et R(t) représentent les effectifs respectifs des trois compartiments à un temps t. Dans le cas de l'UCA, il n'y a eu aucun décès donc seul le modèle à population fixe est présenté et utilisé. Dans le modèle SIR, les individus se déplacent à sens unique entre les compartiments. (Figure 1.)

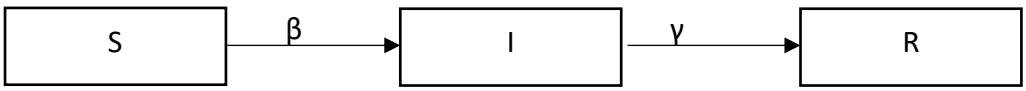

Figure 1. Relation entre les compartiments d'un modèle SIR

Les individus susceptibles, lorsqu'en contact avec un individu infecté, ont un risque de devenir eux-mêmes infectés. Ce taux de transmission est nommé β. Une fois infecté le patient reste infecté X jours. Le taux de guérison $\gamma = 1/X$.

$$\begin{cases} \frac{dS}{dt} = -\beta SI \\ \frac{dI}{dt} = \beta SI - \gamma I \\ \frac{dR}{dt} = \gamma I \end{cases} \qquad (12)$$

Le système d'équations différentielles ci-dessus permet de connaître le nombre d'individus dans chaque compartiment à chaque instant *t*. Si le taux de transmission est supérieur au taux de guérison, i.e. si $\beta/\gamma > 1$, la maladie va se propager. Au contraire, si le taux de transmission est inférieur au taux de guérison, i.e. si $\beta/\gamma < 1$, alors l'épidémie va régresser et s'éteindre.

Ce rapport β/γ est aussi nommé nombre de reproduction de base ou taux de reproduction de base, noté R_0 (12). La valeur $R_0 = 1$ sert de valeur seuil entre la propagation ou la disparition d'une épidémie. Ce paramètre est très utilisé par les agences de santé et les gouvernements pour prédire l'évolution d'une épidémie et juger de l'efficacité des mesures prises pour lutter contre une épidémie. En épidémiologie, le nombre ou taux de reproduction R_0 d'une maladie infectieuse correspond au nombre de nouveaux cas causés par une personne infectée dans une population entièrement naïve. Cela correspond à une population composée d'un seul individu dans le compartiment *I* alors tous les autres individus sont dans le compartiment *S*. Dès l'instant où cet état n'est plus respecté, le R_0 ne correspond plus au nombre de personnes contaminées par une personne infectée. C'est pourquoi il faut introduire un nouvel indicateur : le nombre de reproduction effectif R_t.

2.2.2. Le nombre de reproduction effectif R_t

Le nombre (ou taux) de reproduction effectif R_t est défini comme le nombre de nouveaux cas contaminés par un cas dans une population à un temps t. Le R_0 ne permet de prédire l'évolution de la maladie qu'au temps t=0 et peut être obtenu grâce à l'égalité $R_0 = \beta/\gamma$. En

revanche, R_t permet de détecter les changements de transmission de la maladie au sein de la population étudiée au fil du temps mais ne peut pas être obtenu grâce à β/γ. Pour estimer R_t, nous utilisons la méthode de Cori avec le package R « EpiEstim » (13) qui nous permet de calculer un taux de reproduction effectif hebdomadaire, c'est-à-dire lissé sur une sept jours pour éviter les écarts trop importants dus à des « super-contaminateurs ». Avant cette estimation ce R_t, il est nécessaire d'avoir à disposition l'incidence quotidienne de la maladie ainsi que l'estimation de la moyenne et de l'écart-type de l'intervalle sériel.

2.2.3. Intervalle sériel SI

L'intervalle sériel SI (pour « Serial Interval » en anglais) est un paramètre important dans la description de la propagation des épidémies. Il est défini pour tous les couples « infectant-infecté » comme le délai qui sépare le début des symptômes du sujet infectant et le début des symptômes du sujet infecté. Le SI permet d'évaluer l'efficacité des mesures de contrôle d'une épidémie, en particulier les mesures de confinement. En effet, plus les personnes qui contractent une maladie infectieuse sont identifiés et isolés rapidement plus le SI est court et plus les possibilités de transmettre la maladie sont réduites. Pour obtenir un SI faible, il faut une politique de traçage des contacts et de mise en isolement efficace (14).

2.2.4 Les différentes classes de modèles compartimentaux

Il existe trois classes de modèles compartimentaux (15) :

- Modèle déterministe : les modèles compartimentaux déterministes sont basés sur des systèmes d'équations différentielles pour le mouvement de la population à travers les différents compartiments du modèle, y compris l'entrée et la sortie de la population, à des taux spécifiés. Les modèles déterministes sont la classe de modèles la plus

couramment utilisée dans le domaine de l'épidémiologie mathématique aujourd'hui, en partie parce que des formulations simples peuvent être résolues analytiquement, ou avec une charge de calcul minimale. Ils ont une capacité limitée à représenter les relations entre les individus. Avec les modèles déterministes, une fois que la structure et les paramètres ont été spécifiés, il n'y a aucune variation dans les résultats du modèle.

- Modèle stochastique : ce modèle basé sur les individus, représente explicitement les unités individuelles de la population et les contacts entre elles comme des événements uniques et discrets. Par rapport aux modèles déterministes, ils permettent une plus grande hétérogénéité dans la spécification des relations entre les individus. Les inconvénients de ces modèles incluent les quantités potentiellement importantes de données d'entrée nécessaires pour le paramétrage et la charge de calcul associée à l'exécution de plusieurs simulations stochastiques.
- Modèle compartimental en réseaux : c'est également un modèle stochastique car il représente les unités individuelles mais cette fois il modélise un réseau pour mieux simuler les relations sociales et la mobilité des individus. Cela permet par exemple de mieux estimer l'effet des individus « super-contaminateurs (16).

Dans ce travail, seuls des modèles déterministes seront explorés.

2.3. Estimation des paramètres via un Modèle SEIQR

Le modèle SIR peut être complexifié en ajoutant des compartiments afin de mieux retranscrire la dynamique de l'épidémie que nous étudions. Dans notre cas, nous utiliserons un modèle SEIQR (Figure 2.). Deux compartiments ont été ajoutés au modèle SIR :

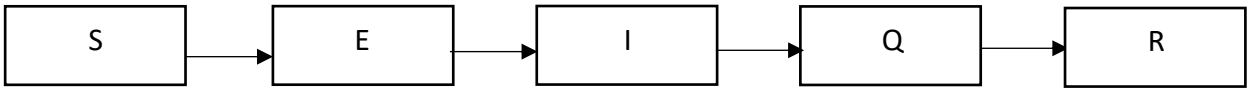

Figure 2. : Modèle SEIQR

- Le compartiment *E* pour « exposed » en anglais. Il s'agit en réalité des patients qui ont été contaminés mais qui ne sont pas encore contagieux. Dans ce modèle, le compartiment *E* représente donc les personnes infectées non contagieuses,
- Le compartiment *I* représente les personnes infectées contagieuses,
- Le compartiment *Q* pour « quarantaine » représente les sujets placés en isolement.

Les individus ont été placés dans les différents compartiments de notre modèle en suivant les règles suivantes :

- En utilisant les données de l'institut pasteur, la période d'incubation est fixée à 6 jours et la période de contagiosité à 12 jours. Le début de la période de contagiosité est fixé à 48h avant la fin de la période d'incubation (17).
- Pour un individu symptomatique, le jour de la contamination (ou date d'entrée dans le compartiment *E*) est fixée à J-6 avant le début des symptômes.
- Pour les cas contacts à risque devenus positifs, le jour de la contamination a été fixée à la date du dernier contact à risque.
- Pour les cas asymptomatiques sans contact à risque identifié, le jour de la contamination est fixée à J-7 avant la date du premier test PCR positif au CoViD-19 car il était conseillé au cas contact de faire leur test une semaine après le dernier contact à risque.
- La date de signalement auprès du SSU, de l'ARS ou d'une des composantes de l'UCA a été choisie comme date de début d'isolement (ou date d'entrée dans le compartiment *Q*).

Pour évaluer les mesures prises sur l'UCA, deux paramètres sont étudiés, l'intervalle sériel et le taux de reproduction effectif. Ils sont ensuite comparés aux données de la littérature.

2.4. Simulation d'absence de traçage des contacts via un modèle SEIR

Après avoir décrit les paramètres de l'épidémie à partir des données observées, une simulation est réalisée afin d'étudier l'effet du traçage de contact. Pour cela, le modèle simule la suppression de la mise en isolement par la suppression du compartiment *Q*. (Figure 3.)

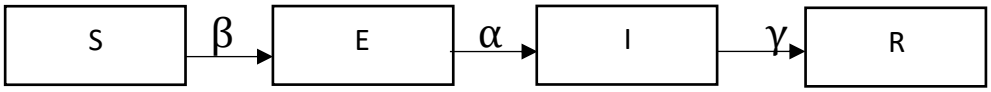

Figure 3. : Modèle SEIR

Le modèle suit le schéma et le système d'équations différentielles ci-après :

$$\begin{cases} \frac{dS}{dt} = -\beta SI \\ \frac{dE}{dt} = \beta SI - \alpha E \\ \frac{dI}{dt} = \alpha E - \gamma I \\ \frac{dR}{dt} = \gamma I \end{cases}$$

En se fondant sur les données de l'Institut Pasteur, le temps d'infection sans contagiosité (i.e. le temps passé dans le compartiment *E*) est fixé à 4 jours, le temps passé dans le compartiment *I* est lui fixé à 12 jours. Pour simuler l'épidémie sans isolement des cas testés positifs, on calcule dans un premier temps le nombre moyen de personnes infectées par jour et par individu contagieux non mis en quarantaine (rapport quotidien du nombre de nouveaux infectés par le nombre de personnes contagieuses). Ce nombre est noté *Inf.j*. Pour chaque jour, le produit *Inf.j* par le nombre d'étudiants qui sont en temps normal en isolement est ajoutée au nombre de personnes appartenant au compartiment *E*. Ces nouveaux cas simulés suivent ensuite l'évolution du modèle en devenant contagieux après 4 jours, le restant

pendant 12 jours avant d'être considérés comme immunisés (« Recovered »). Ainsi, ces cas simulés donnent également lieu à la création de nouveaux cas.

De la même manière que pour la description des données réelles, l'intervalle sériel et le taux de reproduction effectif sont estimés. Ils sont ensuite comparés à ceux estimés sur les données réelles avec isolement.

3. Résultats

3.1. Situation réelle avec isolement

3.1.1. Description de la situation réelle

Entre le 28/08/2020 et le 29/10/2020, 824 cas d'étudiants infectés nous ont été rapportés. 409 étudiants étaient symptomatiques, 100 n'étaient pas symptomatiques et 315 présentaient un état symptomatique inconnu. Le nombre moyen de jours passés où les étudiants étaient contagieux sans être placé en quarantaine (compartiment *I*) était de 4.83 jours ± 2.15 (moy±SD). 133 ont été contaminés par un autre étudiant, 111 par une personne extérieure à l'UCA et pour les 580 autres cas, le contact à risque n'a pas été identifié. Parmi les 133 cas contaminés par un autre étudiant, nous avons pu déterminer le cas index 99 fois. 73 cas index ont été identifiés et étaient responsable en moyenne de 1.36 ± 0.58 nouvelles contaminations (moy±SD).

3.1.2. Estimation des paramètres épidémiologiques

99 couples « infectant-infecté » clairement identifiés ont servi pour le calcul de l'intervalle sériel. La première étape était de déterminer quelle distribution correspondait le mieux à celle de l'intervalle sériel.

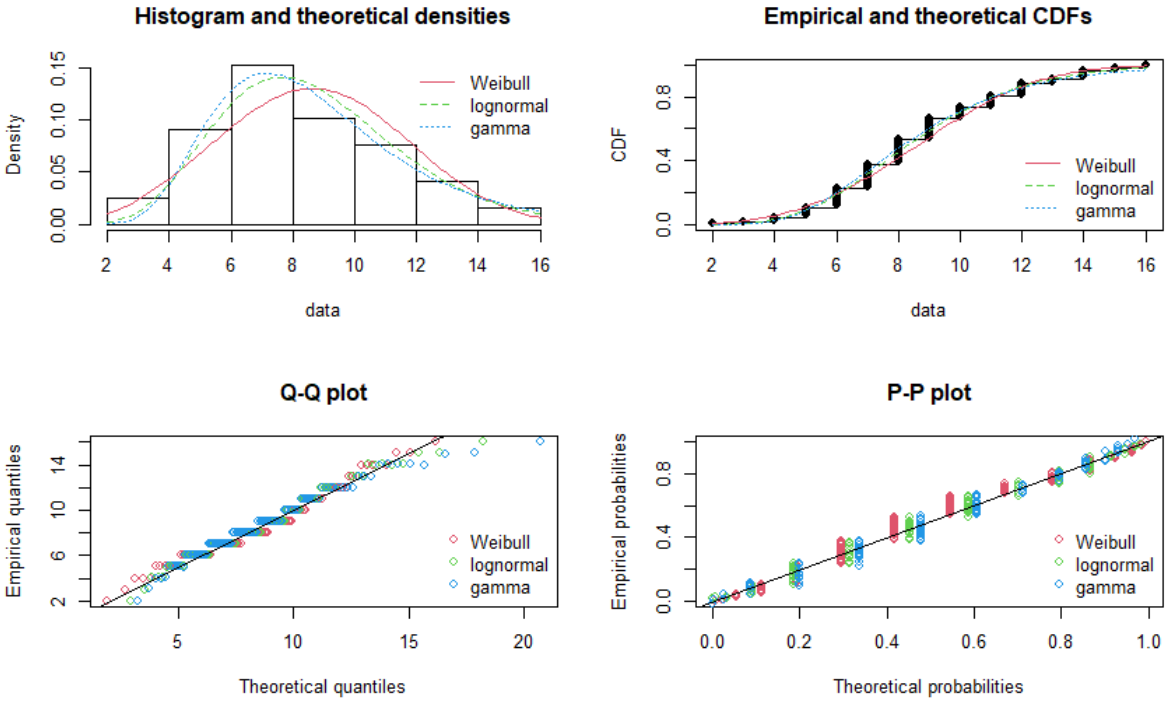

Figure 4. Représentation graphique de la distribution des SI (données observées). *En haut à gauche, graphique de densité; en haut à droite, fonction de répartition empirique ; en bas à gauche, Q-Q plot ; en bas à droite, P-P plot.*

La distribution gamma semble la plus adaptée sur le graphique de densité de probabilité (Figure 4.). On vérifie avec le Critère d'information d'Akaike (AIC) et le Critère d'information bayésien (BIC). AIC et BIC sont les plus bas avec la distribution gamma (Tableau I.). On retient donc la distribution gamma.

Tableau I. Comparaison des trois distributions pour l'intervalle sériel (données observées)

	Weibull	**Gamma**	**Log normal**
Critère d'information d'Akaike (AIC)	494.3937	493.6818	499.5359
Critère d'information bayésien (BIC)	499.5839	498.8720	504.7261

Avec une distribution gamma, on obtient un intervalle sériel moyen de 3.7 ± 3 jours (moy ± SD). Grâce à ces paramètres, nous pouvons estimer un taux de reproduction effectif hebdomadaire R_t. Pour chaque jour, R_t est estimé sur 7 jours glissant (Figure 1. deuxième graphique). En annexe II, un tableau récapitulatif de l'ensemble des R_t, indique que R_t était significativement (en dehors de l'intervalle de crédibilité à 95%) inférieur à 1 entre le 29/09/2020 et le 01/10/2020 et ensuite à partir du 18/10/2020. Ce qui signifie que pendant ces périodes l'épidémie ne se propageait pas au sein des étudiants de l'UCA.

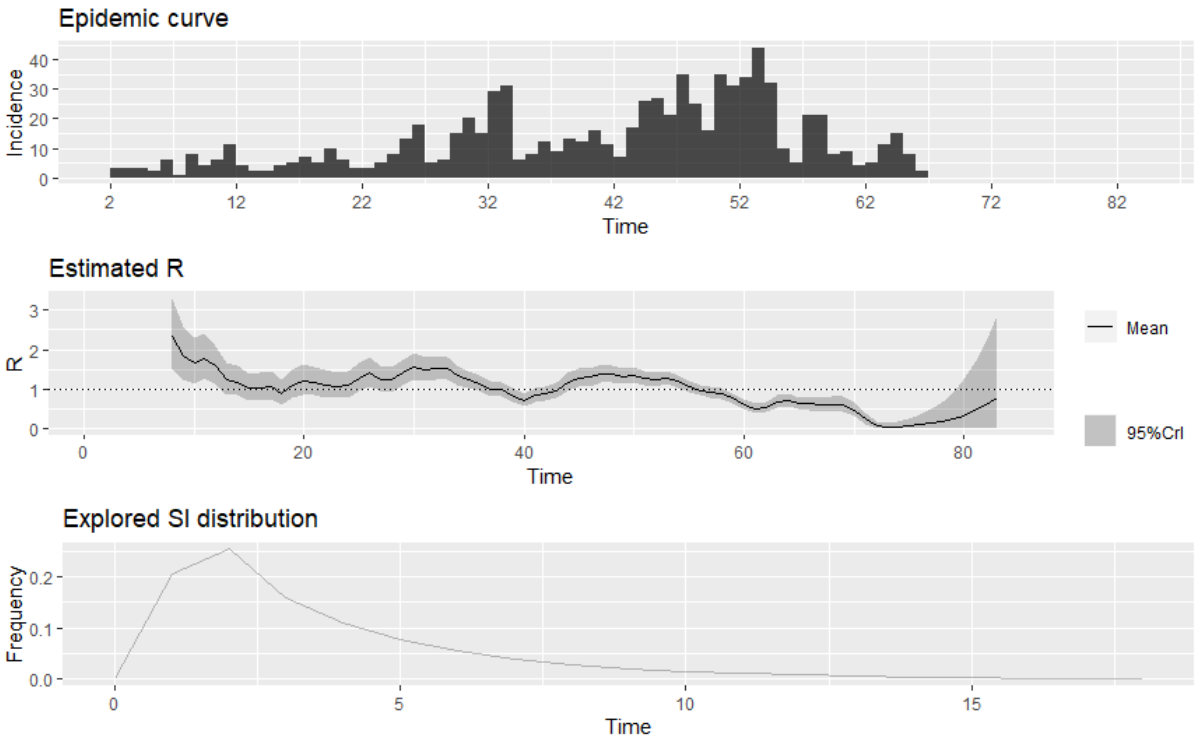

Figure 5. Incidence quotidienne, R_t et distribution des intervalles sériels observés (de haut en bas)

3.2. Simulation sans isolement

Après la simulation, 995 étudiants sont infectés soit 171 étudiants de plus qu'en situation réelle avec isolement. Cette fois-ci, avant d'estimer la distribution de l'intervalle sériel, une imputation simple est effectuée sur les données réelles (i.e. les 824 – 99 individus sans contact

identifié dans les données réelles) afin que leur SI soit similaire à celui des 99 connus. En effet, les cas simulés ont tous un intervalle sériel uniformisé, compris entre 4 et 15 jours. L'imputation des données est réalisée pour ne pas surpondérer les cas créés artificiellement. Là encore, l'analyse graphique (Figure 6.) et l'analyse des BIC et AIC (Tableau II.) indiquent que la distribution la plus adaptée est la distribution gamma. La moyenne des intervalles sériels obtenue est de 4.6 ± 3.8 jours (moy±SD).

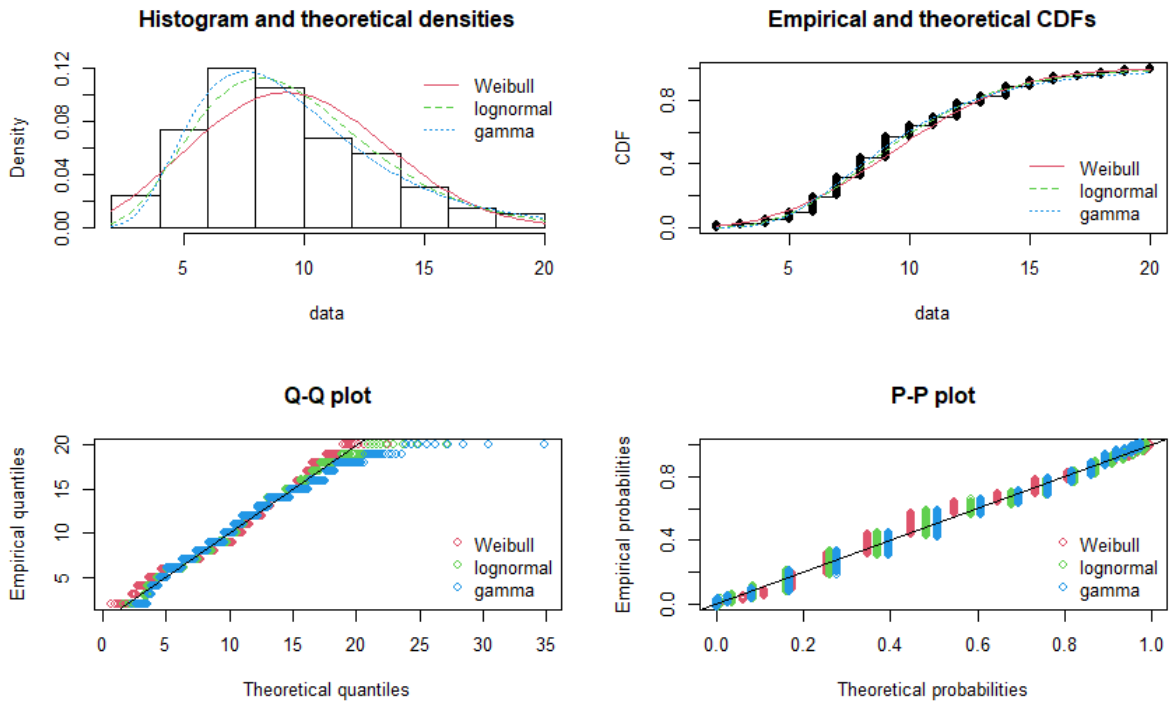

Figure 6. Représentation graphique de la distribution des SI (données simulées). *En haut à gauche, graphique de densité; en haut à droite, fonction de répartition empirique ; en bas à gauche, Q-Q plot ; en bas à droite, P-P plot.*

Tableau II . Comparaison des trois distributions pour l'intervalle sériel (données simulées)

	Weibull	Gamma	Lnorm
Akaike's Information Criterion (AIC)	5441.097	5415.502	5469.957
Bayesian Information Criterion (BIC)	5450.918	5425.323	5479.779

A l'aide d'EpiEstim, nous estimons les taux de reproduction effectifs hebdomadaires R_t simulés (Figure 7.). Malgré des courbes aux profils très similaires, leur superposition révèle un décalage d'incidence (Figure 8.) et de R_t (Figure 9.). Le tableau contenant les taux de reproduction effectifs hebdomadaires R_t, se trouve en annexe III. Il permet de constater que R_t n'est significativement inférieur à 1 que le 30/09/2020 et ensuite qu'à partir du 19/10/2020.

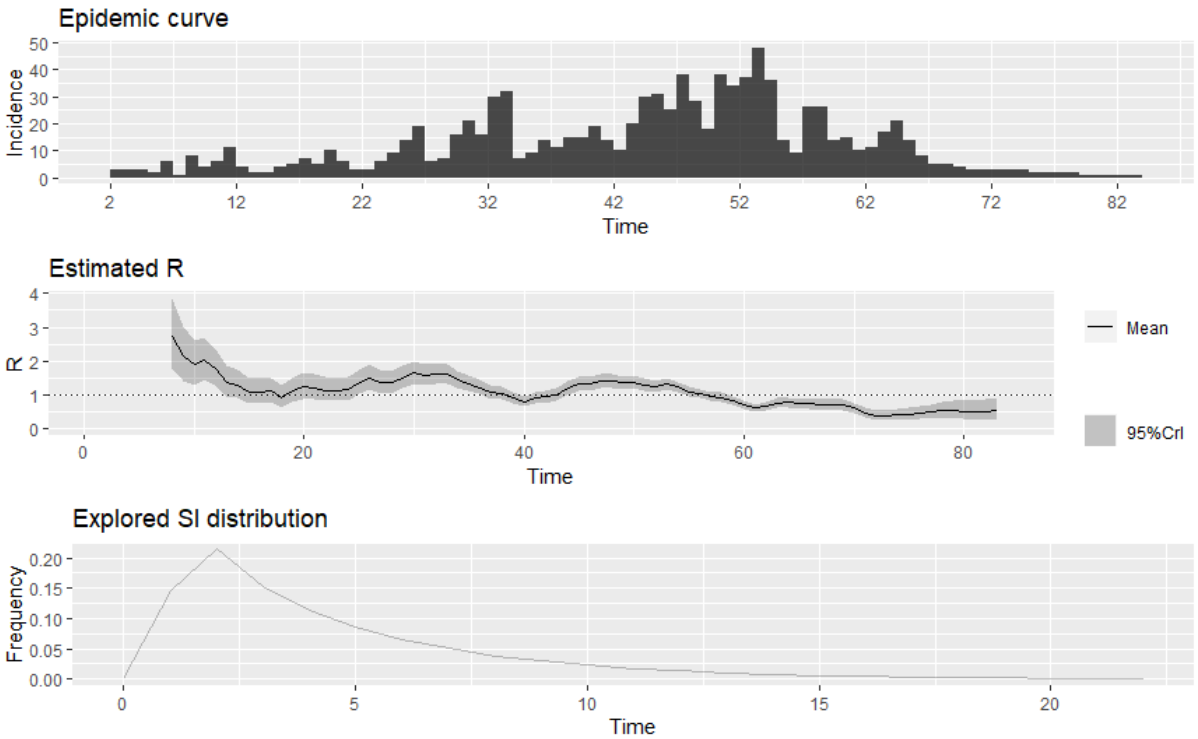

Figure 7. Incidence quotidienne, *Rt* et distribution des intervalles sériels observés (de haut en bas)

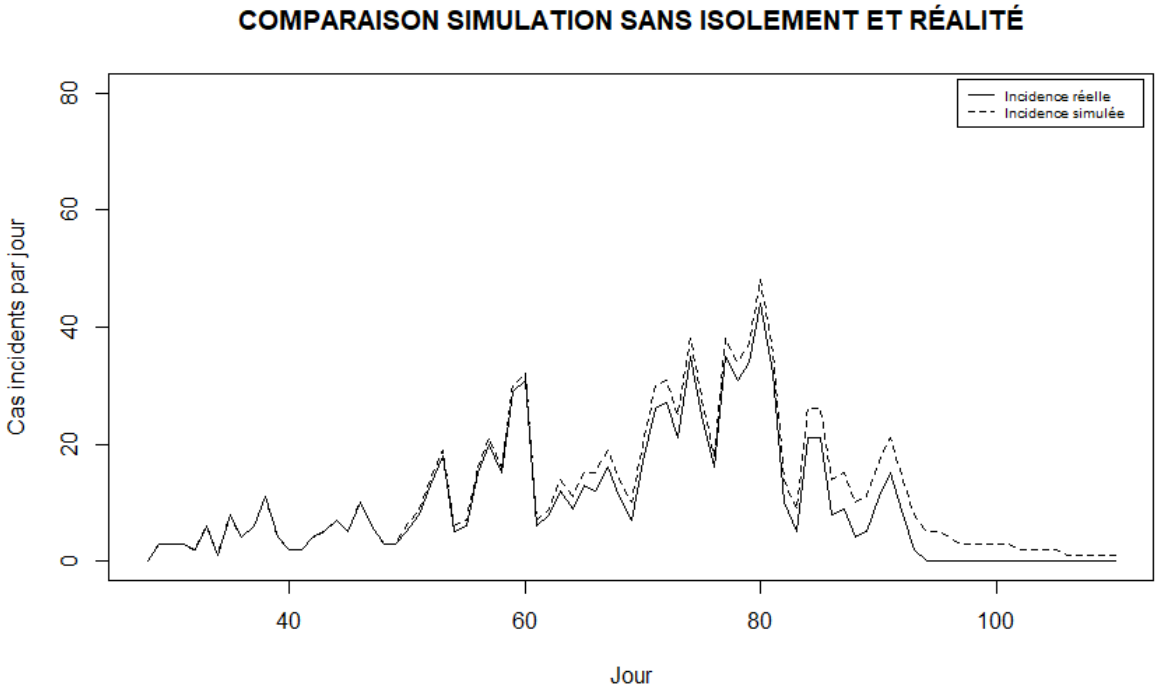

Figure 8. Comparaison des incidences quotidiennes (données réelles contre données simulées)

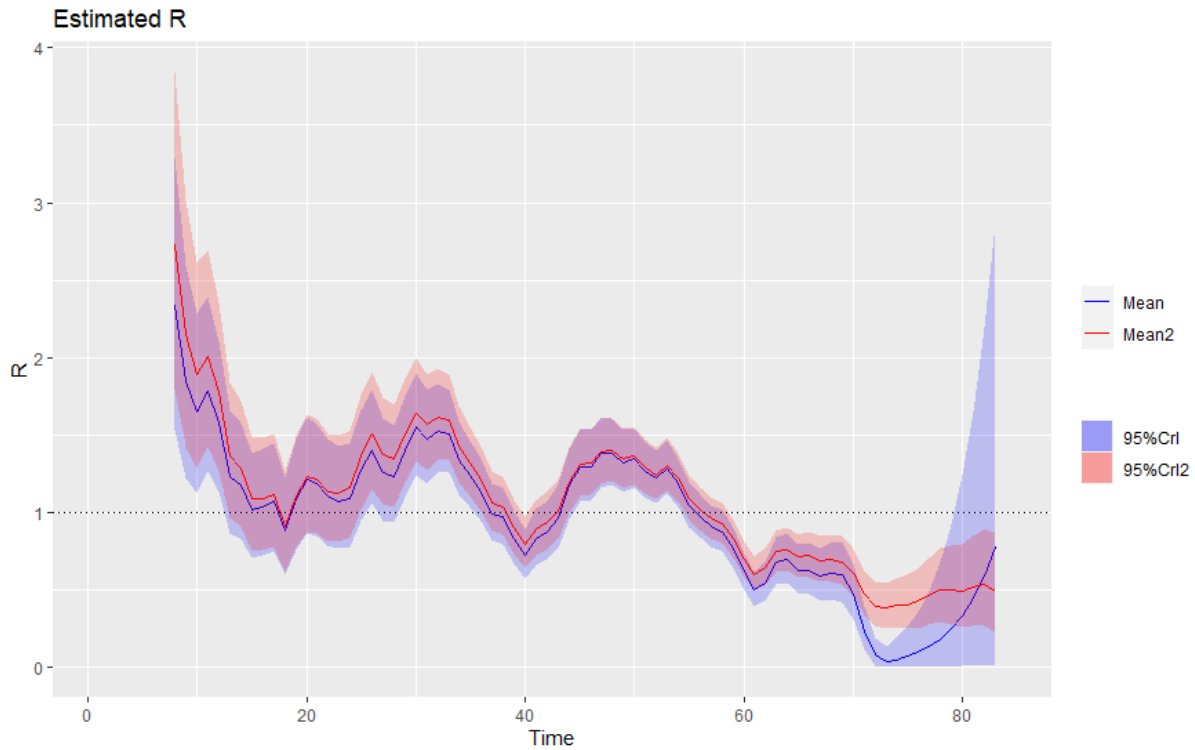

Figure 9. Comparaison des taux effectifs et leur intervalle de crédibilité à 95% (données réelles contre données simulées)

4. Discussion

Sur la période du 28/08/2020 au 29/10/2020, parmi les 38600 étudiants de l'UCA, 824 étudiants ont été déclarés positifs à la CoViD-19. Ce nombre est très probablement sous-estimé. En effet, les étudiants avaient intérêt à se déclarer positifs à la CoViD-19 pour justifier une absence or, les cours universitaires n'étant pas toujours obligatoires et certaines rentrées ne se faisant pas avant octobre, il est fort probable que de nombreux étudiants ne se soient pas déclarés auprès de leur composante ou du service de santé universitaire. De plus, certains étudiants ont pu venir en cours en sachant pertinemment qu'ils présentaient des symptômes de la CoViD-19, afin de ne pas prendre de retard dans le suivi de leurs enseignements ou de leurs examens malgré les dispositifs mis en place par l'université pour limiter au maximum les effets néfastes d'une mise en isolement.

L'intervalle sériel moyen observé dans notre étude (3.7 ± 3 jours) est faible comparé aux données de la littérature :

- une méta-analyse britannique retrouve un SI de 5.6 (95% CrI 5.1-6.2) et SD 4.2 (95% CrI 3.9–4.6) jours (18),
- une méta-analyse chinoise retrouve un SI de 5.7 jours [IQR: 3.6 - 8.3](19),
- une étude en Irlande retrouve un SI de 4.0 (95% CrI 3.7-4.3)(20),
- une autre méta-analyse retrouve un SI moyen qui varie entre 4.2 et 7.5 jours (21),
- une seule étude à ma connaissance parle d'un indicateur sériel moyen inférieur à 3.7 dans le cas de la CoViD-19 (14). Cet article explique comment les mesures de confinement ont pu faire baisser un SI moyen de 7.5 à 2.2.

Ceci indique que le traçage des contacts a été très efficace chez les étudiants de l'UCA, et qu'il serait très difficile d'être plus performant que cela. En effet, la durée d'incubation de la CoViD-19 est en moyenne de 6 jours, puisque l'intervalle sériel moyen est inférieur à la période

d'incubation, cela signifie que la traçabilité et la mise en isolement des cas et de leurs cas contacts ont été très efficaces.

Pour l'interprétation des taux de reproduction effectifs, la semaine du 25 octobre 2020 est à exclure car les étudiants étaient en vacances de la toussaint puis ont été reconfinés le 29/10/2020. Ils n'avaient plus vraiment besoin, en cas de contamination, de le déclarer à l'université. En comparant, nos données aux données de la région Auvergne-Rhône-Alpes (Tableau III.), on constate que les R_t observés à l'UCA ne sont sensiblement supérieurs aux R_t régionaux (R_t obtenus eux aussi avec EpiEstim et évalués sur une base hebdomadaire) que lors de la semaine du 20/09/2020 et sensiblement inférieurs aux R_t régionaux la semaine du 18/10/2020. En dehors de ces semaines, les intervalles de crédibilité des R_t se chevauchent. Il n'est pas possible de conclure à une « sur-propagation » de l'épidémie chez les étudiants de l'UCA par rapport au reste de la région Auvergne-Rhône-Alpes.

Tableau IV. Comparatif des R effectifs et de leurs intervalles de crédibilité à 95% estimés sur sept jours glissants. Données Santé Publique France (22) et données UCA.

Semaine	SI-DEP	OSCOUR	SI-VIC	Données UCA
30/08/2020	1,32 (1,29-1,36)	1,52(1,39-1,60)		1,85 (1,31-2,46)
06/09/2020	1,19 (1,16-1,21)	1,40 (1,29-1,50		1,04 (0,77-1,35)
13/09/2020	1,13 (1,11-1,16)	1,13 (1,05-1,21)	1,24 (1,13-1,36)	1,07 (0,81-1,37)
20/09/2020	1,09 (1,07-1,12)	0,87 (0,80-0,94)	1,06 (0,96-1,15)	1,55 (1,29-1,84)
27/09/2020	1,15 (1,13-1,17)	0,93 (0,85-1,00)	1,14 (1,05-1,24)	1,00 (0,85-1,16)
04/10/2020	1,49 (1,47-1,51)	1,34 (1,25-1,43)	1,39 (1,30-1,49)	1,18 (0,99-1,37)
11/10/2020	1,52 (1,51-1,54)	1,49 (1,41-1,57)	1,64 (1,56-1,73)	1,27 (1,12-1,43)
18/10/2020	1,53 (1,52-1,54	1,51 (1,45-1,57)	1,52 (1,46-1,58)	0,77 (0,67-0,88)

Les estimations régionales sont produites à partir des données virologiques du dispositif SI-DEP (nombre quotidien de tests PCR positifs), des passages aux urgences (OSCOUR®) et des hospitalisations pour COVID-19 rapportées dans SI-VIC (22)

Il est vrai que nous n'avons pas les contaminations hors étudiants, mais inversement nous avons des cas importés depuis l'extérieur de notre population. Le nombre de contaminations étant directement lié au nombre de contacts, R_t ne serait biaisé que si les étudiants prenaient plus de risque que le reste de la population une fois infectés.

La simulation que nous avons réalisée qui crée une situation de non mise en isolement des patients positifs à la CoViD-19, ne montre qu'un léger changement en termes de R_t (les intervalles de crédibilité à 95% se superposent constamment), mais une augmentation de 21% du nombre d'infectés sur la période étudiée. De plus, notre simulation est très conservatrice car le nombre moyen de contaminations par jour et par personne contagieuse est fondé sur les couples « infectant-infecté » identifiés. Autrement dit, tous les individus qui n'ont pas de cas secondaires identifiés sont considérés comme n'ayant infecté aucun étudiant. Ces individus diminuent le paramètre *Inf.j* qui sert à générer les nouveaux cas. Nous pourrions, à l'avenir, refaire cette simulation à partir d'un paramètre *Inf.j* moins conservateur en s'appuyant sur des estimations du nombre moyen de personnes contaminées par personne infectée de la littérature.

Dans ce travail, les modèles utilisés étaient de nature déterministe. Ce choix a été fait, pour la simplicité de réalisation de ces modèles, qu'il s'agisse du peu de données nécessaires ou du peu de puissance de calcul nécessaire pour faire fonctionner ces modèles. En revanche, ces modèles ne prennent pas en compte les interactions sociales des individus et donc apprécient mal les variations de paramètres épidémiologiques qui en résultent. Les modèles déterministes ont tendance à surévaluer les taux de reproduction, en particulier à la phase initial, en supposant que chaque individu infecté peut potentiellement transmettre la maladie à n'importe quel autre individu non immunisé (23). Les modèles stochastiques et les modèles compartimentaux en réseaux (qui sont en réalité eux aussi des modèles stochastiques) en

prenant en compte les interactions sociales peuvent décrire plus finement la dynamique de l'épidémie (16) (23) (24) (25). Il serait donc intéressant de reproduire ce travail en utilisant des modèles stochastiques ou des modèles compartimentaux en réseaux mais cela nécessite des données beaucoup plus denses que celles recueillies et utilisées dans ce travail.

5. Conclusion

Alors que les étudiants ne sont pas la catégorie socio-démographique la plus menacée par les effets directs de la CoViD-19 (aucune hospitalisation ni décès consécutifs à une des 824 contaminations étudiées), maintenir une prévalence de la maladie la plus basse possible a son importance dans la limitation de la propagation de la maladie dans la population générale. De plus, l'effet sur les étudiants des confinements successifs et de l'enseignement en distanciel est majeur en termes de santé mentale, de vie sociale et de vie universitaire.

Afin de limiter au maximum l'impact de cette épidémie sur leur vie sociale et sur leur réussite scolaire et professionnelle, le maintien des cours en présentiel est primordial. L'introduction des mesures sanitaires et du traçage des contacts de niveau 3 lors de la rentrée universitaire avaient pour but de garder une prévalence et une incidence de la maladie suffisamment basses pour permettre aux étudiants de retourner à l'université.

Les données recueillies entre le 28 août2020 (date de mise en place du traçage des contacts par le service de santé universitaire) et le 29 octobre 2020 (date de re-confinement) montrent qu'au moins 824 étudiants ont été infectés par le SARS-CoV-2, soit 2% des 38 600 étudiants de l'UCA. Le suivi de l'intervalle sériel SI et du taux de reproduction R_t effectif et leur confrontation aux données de la littérature ne permettent pas d'affirmer que la propagation était plus importante au sein l'université Clermont Auvergne que dans le reste de la population d'Auvergne-Rhône-Alpes.

Bien que la simulation visant à évaluer l'importance du traçage de contact dans le contrôle de l'épidémie se fonde sur un modèle compartimental *SEIR* simple, celui-ci semble indiquer que le traçage des contacts de niveau 3 a été un facteur substantiel dans le contrôle de l'épidémie.

Clermont-Ferrand, le

Pierre CLAVELOU

Doyen - Directeur

U.F.R. DE MÉDECINE Clermont-Ferrand

Clermont-Ferrand, le 18 10 2022

Laurent GERBAUD

Le Président du Jury

C.H.U. de Clermont-Ferrand
Service de Santé Publique
Professeur Laurent GERBAUD
7 place Henri Dunant
63000 CLERMONT-FERRAND
Tél : 04 73 750 340
RPPS : 10008100264

6. Références

1. Prather KA, Wang CC, Schooley RT. Reducing transmission of SARS-CoV-2. Science. 26 juin 2020;368(6498):1422-4.

2. Coronavirus [Internet]. [cité 21 oct 2021]. Disponible sur: https://www.who.int/fr/health-topics/health-systems-governance

3. Husky MM, Kovess-Masfety V, Swendsen JD. Stress and anxiety among university students in France during Covid-19 mandatory confinement. Compr Psychiatry. oct 2020;102:152191.

4. Essadek A, Rabeyron T. Mental health of French students during the Covid-19 pandemic. J Affect Disord. 1 déc 2020;277:392-3.

5. Flaudias V, Iceta S, Zerhouni O, Rodgers RF, Billieux J, Llorca P-M, et al. COVID-19 pandemic lockdown and problematic eating behaviors in a student population. J Behav Addict. 12 oct 2020;9(3):826-35.

6. SPF. COVID-19 : point épidémiologique du 27 août 2020 [Internet]. [cité 21 oct 2021]. Disponible sur: https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-et-infections-respiratoires/infection-a-coronavirus/documents/bulletin-national/covid-19-point-epidemiologique-du-27-aout-2020

7. Activités de traçage des contacts (contact tracing) [Internet]. [cité 21 oct 2021]. Disponible sur: https://www.santepubliquefrance.fr/dossiers/coronavirus-covid-19/activites-de-tracage-des-contacts-contact-tracing

8. Ruiz-Moreno D, Vargas IS, Olson KE, Harrington LC. Modeling Dynamic Introduction of Chikungunya Virus in the United States. PLoS Negl Trop Dis. 29 nov 2012;6(11):e1918.

9. Shaman J, Yang W, Kandula S. Inference and Forecast of the Current West African Ebola Outbreak in Guinea, Sierra Leone and Liberia. PLoS Curr. 31 oct 2014;6:ecurrents.outbreaks.3408774290b1a0f2dd7cae877c8b8ff6.

10. Anderson RM, Heesterbeek H, Klinkenberg D, Hollingsworth TD. How will country-based mitigation measures influence the course of the COVID-19 epidemic? The Lancet. 21 mars 2020;395(10228):931-4.

11. Kermack WO, McKendrick AG. Contributions to the mathematical theory of epidemics — I. Bull Math Biol. 1 mars 1991;53(1):33-55.

12. Jones-on-R0.pdf [Internet]. [cité 23 févr 2021]. Disponible sur: https://web.stanford.edu/~jhj1/teachingdocs/Jones-on-R0.pdf

13. Cori A, Ferguson NM, Fraser C, Cauchemez S. A New Framework and Software to Estimate Time-Varying Reproduction Numbers During Epidemics. Am J Epidemiol. 1 nov 2013;178(9):1505-12.

14. Ali ST, Wang L, Lau EHY, Xu X-K, Du Z, Wu Y, et al. Serial interval of SARS-CoV-2 was shortened over time by nonpharmaceutical interventions. Science. 28 août 2020;369(6507):1106-9.

15. Jenness SM, Goodreau SM, Morris M. EpiModel: An R Package for Mathematical Modeling of Infectious Disease over Networks. J Stat Softw. avr 2018;84:8.

16. Chang S, Pierson E, Koh PW, Gerardin J, Redbird B, Grusky D, et al. Mobility network models of COVID-19 explain inequities and inform reopening. Nature. janv 2021;589(7840):82-7.

17. Maladie Covid-19 (nouveau coronavirus) [Internet]. Institut Pasteur. 2020 [cité 21 oct 2021]. Disponible sur: https://www.pasteur.fr/fr/centre-medical/fiches-maladies/maladie-covid-19-nouveau-coronavirus

18. Challen R, Brooks-Pollock E, Tsaneva-Atanasova K, Danon L. Meta-analysis of the SARS-CoV-2 serial interval and the impact of parameter uncertainty on the COVID-19 reproduction number [Internet]. 2020 nov [cité 21 oct 2021] p. 2020.11.17.20231548. Disponible sur: https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.11.17.20231548v1

19. Zhang T, Ding S, Zeng Z, Cheng H, Zhang C, Mao X, et al. Estimation of Incubation Period and Serial Interval for SARS-CoV-2 in Jiangxi, China, and an Updated Meta-Analysis. J Infect Dev Ctries. 31 mars 2021;15(3):326-32.

20. McAloon CG, Wall P, Griffin J, Casey M, Barber A, Codd M, et al. Estimation of the serial interval and proportion of pre-symptomatic transmission events of COVID− 19 in Ireland using contact tracing data. BMC Public Health. 27 avr 2021;21(1):805.

21. Alene M, Yismaw L, Assemie MA, Ketema DB, Gietaneh W, Birhan TY. Serial interval and incubation period of COVID-19: a systematic review and meta-analysis. BMC Infect Dis. 11 mars 2021;21(1):257.

22. SPF. COVID-19 : point épidémiologique du 15 octobre 2020 [Internet]. [cité 21 oct 2021]. Disponible sur: https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-et-infections-respiratoires/infection-a-coronavirus/documents/bulletin-national/covid-19-point-epidemiologique-du-15-octobre-2020

23. Aparicio JP, Pascual M. Building epidemiological models from R0: an implicit treatment of transmission in networks. Proc R Soc B Biol Sci. 22 févr 2007;274(1609):505-12.

24. Chang H-J, Chuang J-H, Chern T-C, Stein M, Coker R, Wang D-W, et al. A Comparison Between a Deterministic, Compartmental Model and an Individual Based-stochastic Model for Simulating the Transmission Dynamics of Pandemic Influenza : In: Proceedings of the 4th International Conference on Simulation and Modeling Methodologies, Technologies and Applications [Internet]. Vienna, Austria: SCITEPRESS - Science and Technology Publications; 2014 [cité 20 oct 2021]. p. 586-94. Disponible sur: http://www.scitepress.org/DigitalLibrary/Link.aspx?doi=10.5220/0005040905860594

25. Kimia Ameri KDC. A Network-Based Compartmental Model For The Spread Of Whooping Cough In Nebraska. AMIA Summits Transl Sci Proc. 2019;2019:388.

Annexe I. Règles appliquées au sein de l'UCA en fonction du niveau de propagation du virus

Règles applicables à partir du 8 septembre 2020 selon le niveau de risque

Niveau 0

"Risque nul"

Risque nul ou quasi-nul (virus éradiqué ou vaccin en circulation), permettant un fonctionnement normal de l'établissement. Malheureusement, compte tenu des informations actuellement disponibles, l'activation de ce niveau n'est pas envisagée avant la fin de l'année universitaire prochaine.

Niveau 1

"Risque faible"

Risque faible, comparable à la situation que nous connaissons actuellement. Nous faisons aujourd'hui l'hypothèse que la rentrée universitaire s'effectuera dans ce contexte-là, mais cette hypothèse devra être confirmée à la fin du mois d'août, au vu de l'évolution de la situation sanitaire. Face à ce niveau de risque, l'ensemble des personnels et étudiants doivent pouvoir être accueillis dans les locaux de l'Université, à condition bien sûr de respecter les règles de prévention désormais bien connues : gestes-barrières, port du masque, respect des normes de distance physique autant que possible, traçabilité des contacts, etc. Les principales mesures associées à ce niveau de risque sont, outre les mesures de prévention énoncées ci-dessus : le port obligatoire du masque pour tous dans les lieux publics de l'Université ; la réduction de 50% de la jauge maximale des amphis pour les cours magistraux ; le maintien en présentiel de l'organisation des TP, TD et réunions internes ; l'ouverture des BU au public, avec une limitation de la jauge des salles de lecture.

Niveau 2

"Risque avéré"

Risque avéré en raison d'une circulation active, mais contrôlée du virus. Face à ce niveau, des mesures de régulation d'effectifs doivent s'ajouter aux règles de prévention afin d'éviter l'extension de l'épidémie. L'activation de ce niveau au cours de l'année universitaire prochaine est probable, sans que l'on puisse en prévoir aujourd'hui le moment ou la durée : elle supposera une réduction de la capacité d'accueil de nos locaux et une régulation de l'accueil des publics accueillis. Les principales mesures spécifiques associées à ce niveau de risque sont : jauge maximale des cours magistraux fixée à 50 étudiants, limitation à 50% des effectifs des personnels accueillis simultanément dans les locaux (avec facilitation du travail à distance), organisation des réunions internes à distance, fermeture au public des salles de lecture de la BU, limitation à 10 personnes du public accueilli pour les soutenances de thèse…

Niveau 3

"Confinement"

Risque épidémique majeur, imposant un confinement localisé et la fermeture au public des locaux (au moins de façon partielle). Cette situation impose d'assurer l'essentiel de nos missions à distance.

Tableau des dispositions à prévoir en cas d'activation des niveaux 1, 2 et 3

Activités impactées	Niveau 1 "Risque faible"	Niveau 2 "Risque avéré"	Niveau 3 "Confinement"
Cours en amphithéâtre **Port du masque obligatoire pour les enseignants et les étudiants.**	Capacité limitée à 1 place sur 2 ou 1m entre chaque étudiant.	Plafond d'accueil à 50 étudiants (souplesse possible selon les modalités de circulation dans les amphis, dans la limite des restrictions prévues dans ADE).	À distance.
Salles banalisées (cours, TD) **Port du masque obligatoire pour les enseignants et les étudiants.**	Recommandation : capacité limitée à 1 place sur 2 ou 1 m entre chaque étudiant.	Restrictions à hauteur de la capacité COVID réduite dans ADE.	À distance.
Cours TP **Port du masque obligatoire pour les enseignants et les étudiants dès lors qu'ils sont dans les locaux (assis et circulation)**	Recommandation : capacité limitée à 1 place / 2 ou 1m entre chaque étudiant. Pour les salles informatiques, mise en place de protection sur les claviers et souris (film étirable) à changer ou désinfecter entre chaque cours.	Il est fortement recommandé de limiter la capacité à 1 place / 2 ou 1 m entre chaque étudiant. Pour les salles informatiques, mise en place de protection sur les claviers et souris (film étirable) à changer ou désinfecter entre chaque cours.	À distance.

Activités impactées	Niveau 1 "Risque faible"	Niveau 2 "Risque avéré"	Niveau 3 "Confinement"
	Lavage/désinfection des mains renforcées (avant et après le cours).	Lavage/désinfection des mains renforcées (avant et après le cours).	
Réalisation de l'enseignement	Port du masque par l'enseignant obligatoire.	Port du masque par l'enseignant obligatoire	A distance
Utilisation des véhicules de services Port du masque obligatoire et aération constante de l'habitacle Désinfection du véhicule après utilisation (se référer à la fiche utilisation des véhicules de service et missions sur le terrain)	Possible avec 2 personnes ou plus dans le véhicule.	Limité à 2 personnes placées en quinconce avant / arrière	Pas de déplacement
Activités d'enseignement en extérieur (STAPS, SUAPS).	Maintenues avec règles sanitaires spécifiques (dont port du masque quand c'est possible).	Maintenues avec règles sanitaires spécifiques (dont port du masque quand c'est possible).	Annulées.
Activités de recherche en plein air.	Maintenues avec règles sanitaires spécifiques selon la	Maintenues avec règles sanitaires spécifiques selon la nature des	Suspendues.

Activités impactées	Niveau 1 "Risque faible"	Niveau 2 "Risque avéré"	Niveau 3 "Confinement"
	nature des activités (dont port du masque quand c'est possible).	activités (dont port du masque quand c'est possible).	
Présence du personnel dans les locaux. **Port du masque obligatoire dans les locaux, en dehors des bureaux individuels**	Travail en présentiel pour tous. Télétravail possible dans le cadre de la charte UCA et pour les personnes de santé fragile, sur avis médical. Si le chef de service le souhaite, possibilité d'initier le travail à distance pour faciliter la transition en niveau 2	Limitée à 50 % des effectifs dans les locaux. Travail à distance facilité. **Port du masque obligatoire en toutes circonstances**	À distance sauf activité du plan de continuité d'activité en présentiel.
Bureau partagé par 2 agents ou plus	Port du masque obligatoire Des plexiglass peuvent être installés dans les bureaux partagés, mais ils ne se substituent pas au port du masque. Veiller à ce que les conditions suivantes sont remplies :	Port du masque obligatoire Des plexiglass peuvent être installés dans les bureaux partagés, mais ils ne se substituent pas au port du masque. Veiller à ce que les conditions suivantes sont remplies :	

Activités impactées	Niveau 1 "Risque faible"	Niveau 2 "Risque avéré"	Niveau 3 "Confinement"
	- les personnels sont assis à leur poste de travail sans être en face à face - la distance entre les personnels est supérieure à 1 mètre - le bureau peut être aéré ou bénéficie d'une ventilation mécanique - respect des gestes barrières.	les personnels sont assis à leur poste de travail sans être en face à face la distance entre les personnels est supérieure à 1 mètre le bureau peut être aéré ou bénéficie d'une ventilation mécanique respect des gestes barrières	
Personnes vulnérables	Aménagement de poste à voir avec médecin du travail référent Port du masque chirurgical prescrit par le médecin traitant	Aménagement de poste à voir avec médecin du travail référent Port du masque chirurgical prescrit par le médecin traitant	Aménagement de poste à voir avec médecin du travail référent Port du masque chirurgical prescrit par le médecin traitant
Accueil de personnes extérieures (réunions, manifestations, cérémonies, évènementiel, colloques, visites de locaux, etc.)	Accueil possible avec garantie des règles de distanciation physique, et port du masque dans les espaces clos.	Accueil possible avec garantie des règles de distanciation physique, en limitant l'affluence	Suspendues ou maintenues à distance.

Activités impactées	Niveau 1 "Risque faible"	Niveau 2 "Risque avéré"	Niveau 3 "Confinement"
	Traçabilité des passages (coordonnées téléphoniques à noter)	(appréciation de l'organisateur), et avec port du masque Traçabilité des passages (coordonnées téléphoniques à noter)	
Accueil des scolarités	Gestes barrières et distanciation Mise en place de plexiglass Traçabilité des passages étudiants (coordonnées téléphoniques à noter) Privilégier les rendez-vous	Gestes barrières et distanciation Mise en place de plexiglass Traçabilité des passages étudiants (coordonnées téléphoniques à noter) Sur rendez-vous uniquement	Suspendues
Réunion internes à l'UCA Désinfection et aération après réunion Port du masque obligatoire	Si possible capacité limitée à 1 place sur 2 ou 1m entre chaque personne.	À distance.	À distance

Activités impactées	Niveau 1 "Risque faible"	Niveau 2 "Risque avéré"	Niveau 3 "Confinement"
Activités physiques proposées par le CLASS	Limiter les groupes à 10 personnes – activité dans une salle suffisamment grande pour avoir au moins 2 m entre chaque personne. Port du masque obligatoire	Suspendues.	Suspendues
Travaux par entreprises extérieures	Pas de restriction mais respect des gestes barrières selon plan de prévention.	Pas de restriction mais respect des gestes barrières selon plan de prévention.	Selon règles nationales.
Instances Désinfection et aération après réunion Port du masque obligatoire	En présentiel avec 1 place / 2 ou 1m entre chaque participant. Hybridation à organiser quand c'est possible si personnes avec des problèmes de santé.	À distance.	À distance.
Ouverture des BU	Ouvertes au public, avec restrictions sur les jauges des salles de lecture, et port du masque obligatoire.	Salles de lecture fermées au public. Service de prêt uniquement.	Suspendues

Activités impactées	Niveau 1 "Risque faible"	Niveau 2 "Risque avéré"	Niveau 3 "Confinement"
Soutenances de thèse	Maintenues avec mesures sanitaires.	Limitation des capacités d'accueil à 10 personnes.	À distance.
Soirées étudiantes. Week-end / journées / soirées d'Intégration Stands de vente de crêpes / café, ...	Suspendues	Suspendues.	Suspendues.
Pots / Moments conviviaux	Autorisés avec port du masque, si il n'y a pas consommation de nourriture ou boisson (y compris en extérieur)	Suspendues.	Suspendues
Pause-café et repas pris sur le lieu de travail	A privilégier en extérieur en respectant les distance entre les personnes Pause-café et repas autorisés dans les salles de convivialité selon les consignes : Masque à enlever une fois assis Effectif limité dans les salles Distance entre les personnes Désinfection de son espace et matériel après repas	A privilégier en extérieur en respectant les distance entre les personnes Pause-café et repas autorisés dans les salles de convivialité selon les consignes : Masque à enlever une fois assis Effectif limité dans les salles Distance entre les personnes Désinfection de son espace et matériel après repas	
Déplacements nationaux et internationaux.	Cf "note rentrée 2020 2021 : cadrage UCA"	Cf "note rentrée 2020 2021 : cadrage UCA"	Suspendues

Annexe II. Estimation des R_t effectifs lissés sur sept jours (données réelles)

	t_start	t_end	Mean(R)	Std(R)	Quantile.0.025(R)	Quantile.0.05(R)	Quantile.0.25(R)	Median(R)	Quantile.0.75(R)	Quantile.0.95	Quantile.0.975(R)
1	29/08/2020	04/09/2020	2,33256248	0,44890186	1,537173375	1,646452968	2,016177416	2,303829477	2,617652591	3,11670158	3,291161354
2	30/08/2020	05/09/2020	1,84722418	0,34909256	1,22746705	1,312890755	1,60134561	1,825280562	2,069201782	2,45642301	2,591627972
3	31/08/2020	06/09/2020	1,65538901	0,29731664	1,124756519	1,198528973	1,44635389	1,637623557	1,845072409	2,17285868	2,286939431
4	01/09/2020	07/09/2020	1,78780176	0,28627739	1,271301817	1,344379808	1,587300821	1,772544834	1,971680845	2,2832733	2,390977138
5	02/09/2020	08/09/2020	1,58182457	0,24703949	1,13514462	1,198565656	1,408943194	1,568982959	1,740715071	2,00889286	2,101459609
6	03/09/2020	09/09/2020	1,2315972	0,20247333	0,867158086	0,918525708	1,089668784	1,220519674	1,361457466	1,58246038	1,658967234
7	04/09/2020	10/09/2020	1,18030686	0,19147106	0,835255384	0,883984872	1,046149255	1,169969594	1,303202585	1,51189498	1,584084439
8	05/09/2020	11/09/2020	1,0172522	0,17445731	0,70447672	0,74828224	0,89478998	1,007296708	1,128869265	1,32018638	1,386582643
9	06/09/2020	12/09/2020	1,03999659	0,17579151	0,72439573	0,768695325	0,916657896	1,030108805	1,152563669	1,34503094	1,411768393
10	07/09/2020	13/09/2020	1,07171544	0,17861924	0,750616319	0,795783441	0,946451509	1,06180865	1,186186848	1,38144523	1,449094055
11	08/09/2020	14/09/2020	0,88368433	0,16133795	0,596218109	0,636075371	0,770187107	0,87388525	0,986507796	1,16472459	1,226814171
12	09/09/2020	15/09/2020	1,08808766	0,18134794	0,762083222	0,807940346	0,960910118	1,07802953	1,20430781	1,40254908	1,471231359
13	10/09/2020	16/09/2020	1,21069555	0,19142777	0,864938647	0,913946173	1,076679245	1,200621499	1,333736381	1,54181282	1,613684149
14	11/09/2020	17/09/2020	1,18507312	0,18507733	0,85042893	0,897942773	1,055553655	1,175452428	1,304110886	1,50502463	1,574373886
15	12/09/2020	18/09/2020	1,10349834	0,17447841	0,788355395	0,833023704	0,981348092	1,094316272	1,215644918	1,40529788	1,470805598
16	13/09/2020	19/09/2020	1,07453807	0,16989939	0,76766575	0,811161782	0,955593536	1,065596972	1,183741462	1,36841717	1,432205691
17	14/09/2020	20/09/2020	1,08556782	0,16953721	0,77902221	0,822546528	0,966923527	1,076754935	1,194610517	1,37865443	1,44218074
18	15/09/2020	21/09/2020	1,27705178	0,18243597	0,944769941	0,992501099	1,149730429	1,268374942	1,394918862	1,59120307	1,658630589
19	16/09/2020	22/09/2020	1,4057037	0,18619	1,064666253	1,114095538	1,276047182	1,397491809	1,526411936	1,72532587	1,793398208
20	17/09/2020	23/09/2020	1,2559805	0,16783745	0,94875417	0,99323815	1,1390748	1,248512386	1,364748453	1,54419958	1,605637842
21	18/09/2020	24/09/2020	1,23040283	0,1601848	0,936639645	0,97929938	1,118909387	1,22345843	1,334329041	1,50519633	1,563621983
22	19/09/2020	25/09/2020	1,40171213	0,16635262	1,094748804	1,139760942	1,286213732	1,395136844	1,510045024	1,68609383	1,746035586
23	20/09/2020	26/09/2020	1,5541996	0,16759365	1,243159066	1,289182388	1,43811819	1,548179739	1,663720404	1,83975232	1,899445457
24	21/09/2020	27/09/2020	1,47688046	0,15314537	1,19203314	1,234324596	1,370904805	1,471590368	1,577090711	1,7374823	1,791786836
25	22/09/2020	28/09/2020	1,53085137	0,14662897	1,256988267	1,297912492	1,429566891	1,526172421	1,627036308	1,77975131	1,831301461
26	23/09/2020	29/09/2020	1,51113947	0,13681214	1,254909993	1,293362143	1,416749722	1,50701268	1,601031361	1,74299421	1,790818678
27	24/09/2020	30/09/2020	1,34152115	0,12096089	1,11493523	1,14894891	1,258074632	1,337887343	1,421007115	1,54648912	1,588755529
28	25/09/2020	01/10/2020	1,24114911	0,11101175	1,033121591	1,064367631	1,164578953	1,237840956	1,314113644	1,42921548	1,467974715
29	26/09/2020	02/10/2020	1,13691136	0,10293112	0,944136171	0,973065789	1,065896889	1,13380656	1,204541862	1,31134813	1,347329052
30	27/09/2020	03/10/2020	0,99541847	0,09448094	0,818873634	0,845273858	0,930168358	0,992430829	1,05741237	1,15575468	1,188939904
31	28/09/2020	04/10/2020	0,97435018	0,09332582	0,800042881	0,826090168	0,909885035	0,971372138	1,035569582	1,13276902	1,165579452
32	29/09/2020	05/10/2020	0,83189832	0,08673139	0,670627455	0,694560388	0,771873135	0,82888614	0,888640688	0,97951161	1,010284757
33	30/09/2020	06/10/2020	0,72481677	0,08260054	0,57201406	0,594509035	0,667526759	0,721681461	0,778689946	0,86582003	0,895434241
34	01/10/2020	07/10/2020	0,8338953	0,09208833	0,663221682	0,688421295	0,770074665	0,830507946	0,894024359	0,99092462	1,023816019
35	02/10/2020	08/10/2020	0,87561847	0,09729094	0,695367459	0,721966166	0,808182054	0,872017753	0,939130798	1,04155394	1,076328874
36	03/10/2020	09/10/2020	0,96522404	0,10408279	0,772054646	0,800637086	0,893132552	0,961485455	1,03324112	1,14256443	1,179636403
37	04/10/2020	10/10/2020	1,17598673	0,11587342	0,959878486	0,992100018	1,095896595	1,172183147	1,251931431	1,37284846	1,413707776
38	05/10/2020	11/10/2020	1,29198074	0,11944366	1,06850327	1,101988539	1,209537571	1,288301749	1,370414149	1,49452283	1,536363315
39	06/10/2020	12/10/2020	1,29526385	0,11539128	1,07898938	1,111483429	1,215679466	1,291838845	1,371115247	1,49072776	1,531000403
40	07/10/2020	13/10/2020	1,38047521	0,11464223	1,164929252	1,197471117	1,301518415	1,377303004	1,455974462	1,57430036	1,614046979
41	08/10/2020	14/10/2020	1,38207298	0,10960552	1,175597699	1,206863156	1,306651285	1,379176639	1,454337769	1,56716282	1,60500665
42	09/10/2020	15/10/2020	1,32481421	0,10221164	1,132053441	1,161292107	1,254516095	1,322186544	1,392248243	1,49729981	1,532506697
43	10/10/2020	16/10/2020	1,34702785	0,09876887	1,160392339	1,188787698	1,279159182	1,344614596	1,412266103	1,51350007	1,547376781
44	11/10/2020	17/10/2020	1,27015189	0,09190497	1,096400329	1,122855612	1,207014254	1,267935912	1,33087413	1,42500728	1,456495859
45	12/10/2020	18/10/2020	1,22355416	0,08695421	1,059053352	1,084125567	1,163836021	1,221494922	1,281027734	1,37000718	1,399756698
46	13/10/2020	19/10/2020	1,28846993	0,08667187	1,124183845	1,149298052	1,22899987	1,286527058	1,345822239	1,43426927	1,463796562
47	14/10/2020	20/10/2020	1,18666355	0,080371	1,034356672	1,057631231	1,131510732	1,184849576	1,239839122	1,32188365	1,349278512
48	15/10/2020	21/10/2020	1,0459824	0,07341357	0,907035156	0,92822731	0,995574265	1,044265358	1,094518955	1,1695946	1,194686817
49	16/10/2020	22/10/2020	0,97187358	0,07013893	0,839259085	0,859453867	0,923691114	0,970186818	1,018217484	1,09004712	1,114073147
50	17/10/2020	23/10/2020	0,90758793	0,06802659	0,779151305	0,798666969	0,860825611	0,905888897	0,952498336	1,02230462	1,045679354
51	18/10/2020	24/10/2020	0,87792606	0,06773347	0,750187616	0,769563455	0,831340999	0,876184759	0,922613149	0,99222858	1,015559428
52	19/10/2020	25/10/2020	0,76871881	0,06450945	0,647485441	0,665775784	0,724280575	0,766915056	0,811191048	0,8778148	0,900201814
53	20/10/2020	26/10/2020	0,61505273	0,05945939	0,504050556	0,520625952	0,573972594	0,613137744	0,654045751	0,71601202	0,736936332
54	21/10/2020	27/10/2020	0,50434773	0,05674355	0,399296851	0,414780688	0,465004217	0,502221288	0,541373849	0,60116875	0,621481091
55	22/10/2020	28/10/2020	0,54653523	0,06353343	0,429147705	0,446396078	0,502447559	0,544075338	0,587942162	0,65506586	0,677899697
56	23/10/2020	29/10/2020	0,68318833	0,07638278	0,541725856	0,562588751	0,630236102	0,680343829	0,733040608	0,81349137	0,840813294
57	24/10/2020	30/10/2020	0,70116009	0,0815082	0,550561476	0,572689731	0,644599207	0,698004249	0,754281803	0,84039603	0,869689978
58	25/10/2020	31/10/2020	0,62881409	0,08051139	0,480992957	0,50249857	0,572801593	0,625381309	0,681085878	0,76684014	0,796139394
59	26/10/2020	01/11/2020	0,62819957	0,08470641	0,473245889	0,495658758	0,569182917	0,624396431	0,683072108	0,77371445	0,804761188
60	27/10/2020	02/11/2020	0,58767928	0,08664858	0,430255091	0,452778593	0,527149939	0,58342626	0,643574679	0,737089	0,769266302
61	28/10/2020	03/11/2020	0,60485411	0,09333101	0,435925638	0,459950227	0,539564741	0,600060509	0,664920798	0,76611138	0,80101592
62	29/10/2020	04/11/2020	0,6014527	0,09887821	0,423478207	0,448563677	0,532141705	0,596042972	0,664870196	0,77279736	0,810159625
63	30/10/2020	05/11/2020	0,47594676	0,09334084	0,310904225	0,33350224	0,410115118	0,469858982	0,535148039	0,63916135	0,675568564
64	31/10/2020	06/11/2020	0,23384137	0,07050583	0,116732769	0,131142646	0,183242555	0,226794717	0,276775335	0,36058805	0,390947821
65	01/11/2020	07/11/2020	0,0800225	0,04620101	0,016502564	0,021811239	0,046074274	0,071328333	0,104573462	0,16793505	0,19271253
66	02/11/2020	08/11/2020	0,0361422	0,0361422	0,000915041	0,001853853	0,010397464	0,025051867	0,050103733	0,10827237	0,133324233
67	03/11/2020	09/11/2020	0,05062389	0,05062389	0,001281686	0,002596666	0,014563586	0,035089807	0,070179614	0,15165562	0,186745429
68	04/11/2020	10/11/2020	0,07073869	0,07073869	0,001790948	0,00362842	0,020350252	0,049032321	0,098064643	0,21191417	0,260946489
69	05/11/2020	11/11/2020	0,09782426	0,09782426	0,002476696	0,005017729	0,028142287	0,067806612	0,135613223	0,2930553	0,360861912
70	06/11/2020	12/11/2020	0,13435109	0,13435109	0,003401475	0,00689131	0,0386504	0,093125078	0,186250156	0,40247989	0,49560497
71	07/11/2020	13/11/2020	0,18341279	0,18341279	0,00464361	0,009407846	0,05276457	0,127132055	0,254264111	0,5494556	0,676587657
72	08/11/2020	14/11/2020	0,24888753	0,24888753	0,006301287	0,012766262	0,071600482	0,172515693	0,345031386	0,74560042	0,918116113
73	09/11/2020	15/11/2020	0,33550454	0,33550454	0,00849424	0,017209133	0,096518642	0,232554026	0,465108053	1,00508178	1,237635807
74	10/11/2020	16/11/2020	0,44878564	0,44878564	0,011362269	0,023019694	0,129107583	0,311074501	0,622149003	1,34444163	1,655516128
75	11/11/2020	17/11/2020	0,59476861	0,59476861	0,015058238	0,030507642	0,171104268	0,412262188	0,824524377	1,78176753	2,194029723
76	12/11/2020	18/11/2020	0,77939755	0,77939755	0,019732638	0,039977868	0,224218703	0,540237215	1,080474431	2,3348664	2,875103614

Annexe III. Estimation des R_t effectifs lissés sur sept jours (données simulées)

	t_start	t_end	Mean(R)	Std(R)	Quantile.0.025(R)	Quantile.0.05(R)	Quantile.0.25(R)	Median(R)	Quantile.0.75(R)	Quantile.0.95(R)	Quantile.0.975(R)
1	29/08/2020	04/09/2020	2,72501489	0,52442936	1,795801986	1,923467813	2,355398204	2,691447573	3,058071261	3,641084976	3,844897519
2	30/08/2020	05/09/2020	2,14568057	0,40549551	1,425789155	1,525014786	1,860075352	2,12019152	2,403523143	2,853307788	3,01035784
3	31/08/2020	06/09/2020	1,89166775	0,33975356	1,285296461	1,369598684	1,65279641	1,871366582	2,108425244	2,482997455	2,613361299
4	01/09/2020	07/09/2020	2,0114435	0,32208873	1,430332957	1,512552504	1,78586127	1,994278039	2,2183246	2,568895136	2,690071984
5	02/09/2020	08/09/2020	1,77287192	0,27687608	1,272243497	1,343324308	1,579110524	1,758479344	1,950952672	2,251520056	2,355266698
6	03/09/2020	09/09/2020	1,36754785	0,22482348	0,962879892	1,019917762	1,209952577	1,355247528	1,511742828	1,75714129	1,842093405
7	04/09/2020	10/09/2020	1,28432971	0,20834579	0,908868144	0,961892262	1,138348522	1,273081401	1,418056486	1,645141366	1,723693031
8	05/09/2020	11/09/2020	1,08922592	0,1868007	0,754320613	0,801225508	0,958099121	1,078566045	1,208740234	1,413593624	1,484687625
9	06/09/2020	12/09/2020	1,0934868	0,184833	0,76165362	0,808231679	0,963804418	1,083090455	1,211843547	1,414209998	1,484379964
10	07/09/2020	13/09/2020	1,11281861	0,18546977	0,779404471	0,826303873	0,982750466	1,102531863	1,231680299	1,434427362	1,504670703
11	08/09/2020	14/09/2020	0,91166473	0,16644645	0,615096362	0,656215638	0,794573799	0,901555371	1,017743923	1,201603654	1,265659198
12	09/09/2020	15/09/2020	1,10554426	0,18425738	0,774309606	0,820902432	0,976326355	1,095324757	1,223628966	1,425050698	1,494834868
13	10/09/2020	16/09/2020	1,22861744	0,19426147	0,877742311	0,927475294	1,092617299	1,218394268	1,353479645	1,56463623	1,637571473
14	11/09/2020	17/09/2020	1,21246208	0,18935476	0,870083719	0,918695684	1,079949207	1,202619035	1,334250998	1,539808179	1,610760213
15	12/09/2020	18/09/2020	1,1334607	0,17921587	0,809760943	0,855642093	1,007993808	1,124029317	1,248652297	1,44345475	1,51074114
16	13/09/2020	19/09/2020	1,12877354	0,17628481	0,810027383	0,855283974	1,005407194	1,119609905	1,242156152	1,433525031	1,499579698
17	14/09/2020	20/09/2020	1,15805939	0,1766024	0,838093324	0,88367039	1,034563387	1,149094664	1,271788104	1,463031545	1,528956158
18	15/09/2020	21/09/2020	1,36313558	0,18903289	1,018054849	1,067803955	1,231325833	1,354407557	1,485435013	1,688242206	1,757804782
19	16/09/2020	22/09/2020	1,50856763	0,19315229	1,153934707	1,205528131	1,374189848	1,500332152	1,633971188	1,839701474	1,909992373
20	17/09/2020	23/09/2020	1,37383337	0,17590134	1,05087367	1,097859145	1,251457228	1,36633342	1,488036791	1,675392748	1,739405776
21	18/09/2020	24/09/2020	1,34696083	0,16706993	1,03955593	1,084430197	1,230829079	1,340059669	1,45557218	1,633033788	1,693576769
22	19/09/2020	25/09/2020	1,50961668	0,17093043	1,193289339	1,239886135	1,391082088	1,503170249	1,621125974	1,801338012	1,862572576
23	20/09/2020	26/09/2020	1,64444272	0,17052077	1,327277507	1,374367219	1,526443394	1,638552427	1,75602251	1,934611624	1,995077388
24	21/09/2020	27/09/2020	1,56830661	0,15683066	1,276036856	1,31956185	1,459871289	1,563082035	1,671047832	1,834873798	1,89026346
25	22/09/2020	28/09/2020	1,61813127	0,15023972	1,337093175	1,379189632	1,514422379	1,613483847	1,716774909	1,872926362	1,925577374
26	23/09/2020	29/09/2020	1,60034061	0,14090213	1,336108605	1,375841304	1,503185032	1,596207268	1,692991147	1,838939673	1,88805975
27	24/09/2020	30/09/2020	1,43104591	0,12551103	1,195635105	1,231043602	1,344509695	1,427378244	1,513584634	1,643559472	1,687297765
28	25/09/2020	01/10/2020	1,32072104	0,11495401	1,10503637	1,137495213	1,241475835	1,317387384	1,396332784	1,515318686	1,555348758
29	26/09/2020	02/10/2020	1,21368636	0,10644734	1,014031765	1,044062115	1,140294002	1,210575763	1,283688386	1,393921528	1,431016473
30	27/09/2020	03/10/2020	1,06719917	0,09742151	0,884814173	0,912167951	0,999974264	1,064236199	1,131194701	1,232337794	1,26642073
31	28/09/2020	04/10/2020	1,03640335	0,09500694	0,858574239	0,885236488	0,970838814	1,033501705	1,098805348	1,197468382	1,230720478
32	29/09/2020	05/10/2020	0,90055507	0,08830669	0,735818748	0,760390284	0,839525266	0,897670323	0,958440845	1,050560454	1,081683149
33	30/09/2020	06/10/2020	0,79954646	0,08381524	0,643744938	0,666855355	0,74153205	0,796619637	0,854371095	0,942221803	0,971978586
34	01/10/2020	07/10/2020	0,8978402	0,09069556	0,728910073	0,75404638	0,835117369	0,894788175	0,957236738	1,052045291	1,084112485
35	02/10/2020	08/10/2020	0,93878156	0,0943511	0,762995329	0,789162748	0,873538201	0,93562258	1,000582054	1,099176501	1,132517726
36	03/10/2020	09/10/2020	1,01266767	0,09882625	0,828261824	0,855777692	0,944374951	1,009454671	1,077458599	1,180517999	1,215330505
37	04/10/2020	10/10/2020	1,20038439	0,1077977	0,998417632	1,02874454	1,126024935	1,197159098	1,271228539	1,383026458	1,420678352
38	05/10/2020	11/10/2020	1,31592109	0,11121563	1,106976986	1,138485094	1,239297979	1,312789271	1,389130694	1,504040372	1,542661427
39	06/10/2020	12/10/2020	1,31889918	0,10804843	1,115632507	1,146348016	1,244503223	1,315949795	1,39008044	1,501511282	1,538925509
40	07/10/2020	13/10/2020	1,39136195	0,1073459	1,188918464	1,219625839	1,31753263	1,388602285	1,462183305	1,572511797	1,609487186
41	08/10/2020	14/10/2020	1,39829989	0,10364888	1,202523702	1,232290929	1,327064372	1,39573974	1,466744885	1,573042012	1,608624213
42	09/10/2020	15/10/2020	1,34572696	0,09762929	1,161171253	1,189267358	1,278653736	1,343366775	1,410227603	1,510237587	1,543694523
43	10/10/2020	16/10/2020	1,36203456	0,09466795	1,182797345	1,210149128	1,297043091	1,359841897	1,424636022	1,521399547	1,55373174
44	11/10/2020	17/10/2020	1,29194353	0,08894106	1,123492071	1,149211285	1,230893373	1,289903124	1,350769639	1,441635975	1,47198979
45	12/10/2020	18/10/2020	1,24586451	0,08457479	1,085604019	1,110091011	1,187824759	1,243951268	1,301818816	1,388164426	1,416997201
46	13/10/2020	19/10/2020	1,3075495	0,08440196	1,147343786	1,171886257	1,249674863	1,305733909	1,363445108	1,449406021	1,478072531
47	14/10/2020	20/10/2020	1,2230339	0,07927751	1,072575816	1,09562015	1,168669551	1,221321393	1,275531582	1,356289279	1,383223491
48	15/10/2020	21/10/2020	1,09253633	0,07299815	0,954136719	0,975301173	1,042453957	1,090910962	1,14084703	1,215315883	1,240172245
49	16/10/2020	22/10/2020	1,02140211	0,06965905	0,889426693	0,909586895	0,973594725	1,019818979	1,067483872	1,138617659	1,162373809
50	17/10/2020	23/10/2020	0,96278987	0,06740877	0,835196428	0,854659538	0,91650673	0,961217137	1,007358726	1,076285042	1,099320433
51	18/10/2020	24/10/2020	0,93086677	0,06649048	0,805102773	0,824265508	0,885198701	0,929284143	0,974809782	1,042866655	1,065624127
52	19/10/2020	25/10/2020	0,82937041	0,0632389	0,710052779	0,728164258	0,785885859	0,827763661	0,871103644	0,936057505	0,957818414
53	20/10/2020	26/10/2020	0,69720821	0,05892485	0,586504349	0,60319814	0,656611351	0,695548892	0,735996505	0,796878553	0,817340963
54	21/10/2020	27/10/2020	0,60391446	0,05656177	0,498154962	0,513986192	0,564863206	0,602149554	0,641042146	0,699863277	0,719702695
55	22/10/2020	28/10/2020	0,64241199	0,06097505	0,528475464	0,545513344	0,600301602	0,640483856	0,682420913	0,745887965	0,767304675
56	23/10/2020	29/10/2020	0,74737827	0,06880175	0,61862475	0,637922959	0,699893776	0,745268097	0,792562869	0,864031889	0,888122452
57	24/10/2020	30/10/2020	0,75879585	0,07169947	0,624790157	0,644836052	0,709283814	0,75653873	0,80584786	0,880455249	0,905627134
58	25/10/2020	31/10/2020	0,71568265	0,07156827	0,58230797	0,602170211	0,666199164	0,713298462	0,762567685	0,837328195	0,86260477
59	26/10/2020	01/11/2020	0,72350394	0,07422994	0,585357891	0,605886993	0,672149974	0,720966917	0,772092915	0,849775353	0,876065738
60	27/10/2020	02/11/2020	0,69131509	0,07498365	0,552197937	0,572771748	0,639371374	0,688605945	0,740306313	0,819100104	0,845825763
61	28/10/2020	03/11/2020	0,69734087	0,07796508	0,552947939	0,574243018	0,643291713	0,694437444	0,748225859	0,830343195	0,858231102
62	29/10/2020	04/11/2020	0,68385486	0,08003916	0,536033045	0,557738894	0,628303713	0,680734782	0,736005829	0,820614436	0,84940473
63	30/10/2020	05/11/2020	0,6046368	0,07805828	0,461401576	0,482221212	0,550318568	0,601281044	0,655298277	0,73850015	0,766938461
64	31/10/2020	06/11/2020	0,47280901	0,0721027	0,342174228	0,360782296	0,422388436	0,469148923	0,519241832	0,597322131	0,624237634
65	01/11/2020	07/11/2020	0,39565513	0,06994261	0,270627816	0,288054895	0,346507402	0,391541442	0,440321753	0,517289784	0,544050848
66	02/11/2020	08/11/2020	0,38581168	0,07424949	0,254252328	0,272327446	0,333480796	0,381059168	0,432966298	0,51551025	0,544366335
67	03/11/2020	09/11/2020	0,39996917	0,08164336	0,256267792	0,275796051	0,342302168	0,394427964	0,451601561	0,543047877	0,575143877
68	04/11/2020	10/11/2020	0,40704039	0,08882349	0,251964414	0,272756304	0,344142083	0,400597978	0,462923645	0,563305494	0,598705584
69	05/11/2020	11/11/2020	0,42689848	0,09793723	0,257020772	0,279550026	0,357410253	0,419432844	0,488258475	0,5997198	0,639173981
70	06/11/2020	12/11/2020	0,46703351	0,11008085	0,276793657	0,301867226	0,388844823	0,458413794	0,535838126	0,661610829	0,706223342
71	07/11/2020	13/11/2020	0,50496525	0,12247206	0,294160866	0,321756144	0,417874778	0,495099228	0,581315682	0,721838427	0,771794755
72	08/11/2020	14/11/2020	0,50485858	0,13035392	0,282565512	0,31120595	0,411924338	0,493684903	0,585631615	0,736638674	0,790595778
73	09/11/2020	15/11/2020	0,49428829	0,13709091	0,263187699	0,292374503	0,396256308	0,481673641	0,578594209	0,739248803	0,797005086
74	10/11/2020	16/11/2020	0,51726089	0,14932036	0,267276249	0,298468693	0,41030109	0,502965658	0,608668432	0,784836251	0,848395728
75	11/11/2020	17/11/2020	0,53682762	0,16185962	0,267982415	0,301063047	0,420668359	0,520650683	0,63539076	0,827798893	0,897495555
76	12/11/2020	18/11/2020	0,49480483	0,16493494	0,226256276	0,258135696	0,375922206	0,476604323	0,593900211	0,79359271	0,866633572

(Conseil national de l'ordre des médecins)

SERMENT D'HIPPOCRATE

Au moment d'être admis(e) à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences.
Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis(e) dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu(e) à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.
Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré(e) et méprisé(e) si j'y manque.

Nom, Prénom Signature

SERMENT D'HIPPOCRATE

En présence des Maîtres de cette FACULTE et de mes chers CONDISCIPLES, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'Honneur et de la Probité dans l'exercice de la Médecine.

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et je n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail. Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Respectueux et reconnaissant envers mes MAÎTRES, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les HOMMES m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses. Que je sois couvert d'OPPROBRE et méprisé de mes confrères si j'y manque.

Nom, Prénom Signature

Service de la formation
3ème cycle - Pôle 4

RESUME DE LA THESE

Evaluation des effets des mesures sanitaires prises par l'Université Clermont Auvergne dans la gestion de la covid-19

CONTEXTE Lors de la rentrée universitaire 2020-2021, une série de mesures sanitaires a été mise en place par l'université Clermont Auvergne (UCA) afin d'éviter la propagation de la covid-19 au sein de la population estudiantine et de permettre le maintien des cours en présentiels.
OBJECTIF Décrire les paramètres de transmission de l'épidémie de la COVID-19 au sein des étudiants de l'université Clermont Auvergne (UCA) afin de d'adopter les meilleures mesures lors de la survenue des prochaines épidémies.
METHODE Les données de traçage de contact recueillies par le service de santé universitaire entre le 28/08/2020 et le 29/10/2020 permettent de décrire les paramètres de transmission de l'épidémie de la COVID-19 au sein des étudiants de l'UCA. Deux paramètres sont particulièrement étudiés : l'intervalle sériel (SI) et le taux de reproduction effectif (R_t). Ensuite, grâce aux modèles compartimentaux en épidémiologie, nous simulons la propagation de la maladie sans isolement des cas positifs pour estimer le nombre de contaminations évitées grâce au traçage de contact de niveau 3. Nous comparons les SI et R_t des données observées et des données simulées.
RÉSULTATS 824 cas confirmés de COVID-19 ont été rapportés entre le 28/08/2020 et le 29/10/2020. Pendant cette période, le SI moyen est de 3.7 (écart-type : 3) et le R_t varie entre 1.84 (IC95 : 1.31-2.46) la semaine du 30/08/2020 et 0.88 (IC95 : 0.77-0.99) la semaine du 18/10/2020. Dans le cas de la simulation de l'absence de mise en isolement des cas positifs, 995 cas confirmés. Le SI moyen est de 4.6 (écart-type : 3.8) et le R_t varie entre 2.15 (IC95 : 1.53-2.85) la semaine du 30/08/2020 et 0.93 (IC95 : 0.82-1.04) la semaine du 18/10/2020.
CONCLUSION Les mesures sanitaires prises par l'université Clermont Auvergne à la rentrée 2020-2021, ont permis de maintenir un nombre de contaminations au sein de l'université suffisamment bas pour qu'il n'apparaisse pas de sur-risque de contamination en milieu universitaire par rapport au reste de la population.

Mots-clés :
- SARS-CoV-2
- COVID-19
- SEIR
- Université
- Confinement
- Taux de reproduction
- Intervalle sériel
- Étudiants

Clermont-Ferrand, le
Pierre CLAVELOU
Doyen - Directeur

Clermont-Ferrand, le
Laurent GERBAUD
Le Président du Jury