



HAL
open science

Initiative face au virus Observations sur la mobilité pendant l'épidémie de Covid-19

Jamal Atif, Olivier Cappé, Akin Kazakçi, Yannick Léo, Laurent Massoulié,
Olga Mula

► **To cite this version:**

Jamal Atif, Olivier Cappé, Akin Kazakçi, Yannick Léo, Laurent Massoulié, et al.. Initiative face au virus Observations sur la mobilité pendant l'épidémie de Covid-19. [0] Université PSL. 2020. hal-02921194

HAL Id: hal-02921194

<https://hal.science/hal-02921194>

Submitted on 1 Sep 2020

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.

25 mai 2020

INITIATIVE FACE AU VIRUS

RAPPORT #1

**OBSERVATIONS SUR
LA MOBILITÉ
PENDANT L'ÉPIDÉMIE
DE COVID-19**



UNE TIMIDE REPRISE APRÈS PLUSIEURS SEMAINES DE CONFINEMENT RESPECTÉ

Depuis plusieurs semaines, la France vit au rythme des mesures annoncées par le gouvernement pour lutter contre la pandémie de Covid-19. Ces mesures ont eu un impact fort sur la mobilité des Français, dont les déplacements ont été réduits de près de 80% au cœur du confinement par rapport à une période de référence antérieure au confinement de 45 jours pour les données de mouvements et de 90 jours pour les données de population.

L'objet de cette étude est d'analyser, à partir d'un ensemble de données anonymisées fournies par Facebook, les mouvements des usagers depuis le mois de février, et d'en tirer un ensemble d'enseignements pouvant aider les pouvoirs

publics à mieux appréhender la gestion de la crise, en particulier pour la période de déconfinement en cours. De l'analyse des déplacements à des échelles départementales, nationales et supranationales (européenne) résulte une forte diminution de l'ensemble des déplacements. S'ensuit une lente reprise progressive tout au long de la période de confinement, qui reste modérée même depuis les premières mesures de déconfinement. Des différences apparaissent à l'échelle européenne en fonction des politiques publiques mises en place. Il existe également des disparités régionales notamment au niveau de la connexion entre les départements, selon leur démographie.

A propos de FaceAuVirus

FaceAuVirus est une initiative scientifique ouverte lancée par des chercheurs et chercheuses de l'Université PSL (Dauphine - PSL, ENS - PSL, MINES ParisTech - PSL), du CNRS et d'Inria, accompagnés par un mécénat de compétences de l'entreprise Emerton Data. L'initiative a pour objectifs de contribuer à l'information générale sur l'épidémie ainsi qu'à la définition et au suivi des politiques publiques de gestion de crise.

Une question centrale sur laquelle FaceAuVirus travaille est celle de la prise en compte des mobilités dans la modélisation de l'évolution de l'épidémie. Pour compléter les données statistiques sur l'épidémie collectées par les pouvoirs publics, l'initiative dispose de données, fournies par des acteurs privés (dont Facebook), qui permettent de suivre l'évolution de différentes caractéristiques des mobilités.

FaceAuVirus porte une grande attention à ce que l'utilisation des données se fasse dans le respect des droits et des libertés fondamentales et ne vise en aucun cas à l'identification de comportements individuels. L'initiative ne collecte aucune donnée spécifique et ne traite que des résumés statistiques des données de mobilité.

DÉPARTS ET RETOURS

Les données de Facebook confirment un exode fort des populations depuis les départements de montagne (notamment la Savoie et les Hautes-Alpes) et Paris, suite à l'annonce du confinement. Paris n'a pas encore retrouvé toute sa population et son rythme d'avant confinement, suggérant une prédominance du télétravail.

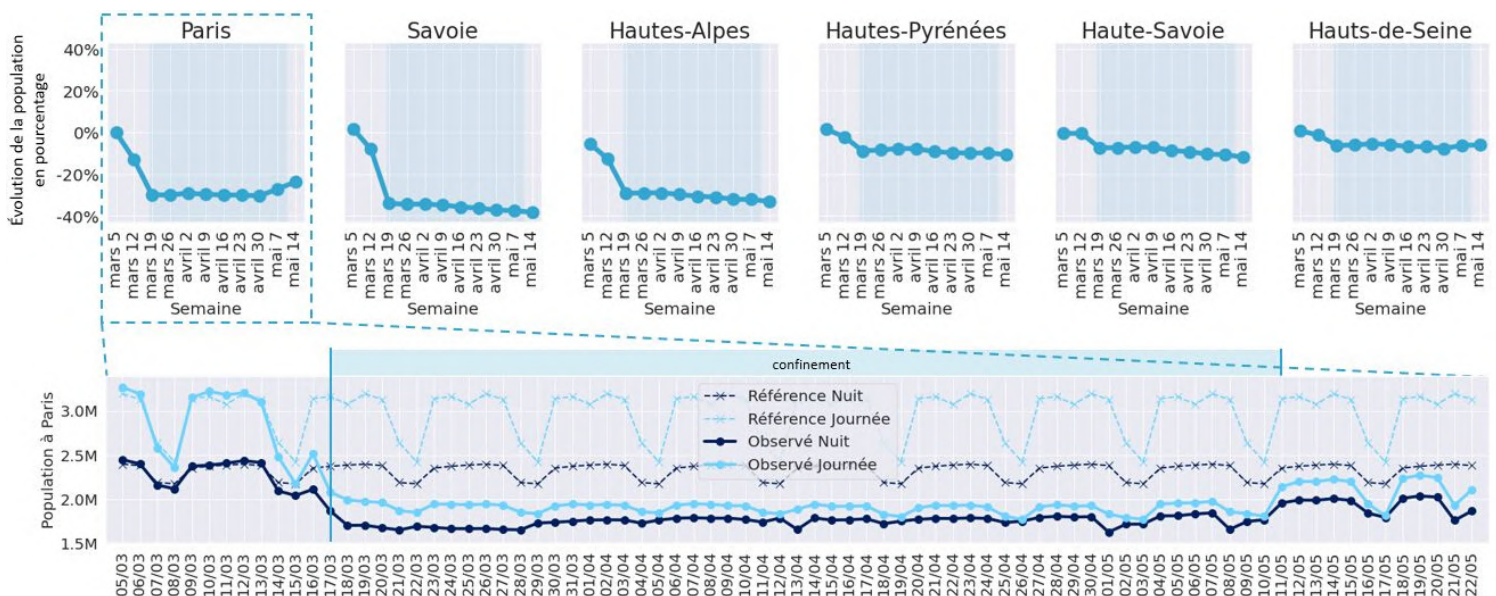
70%

Population parisienne en nuitée pendant le confinement

80%

Population parisienne en nuitée après le confinement

Variations des populations départementales, focus sur les départements où les baisses les plus importantes ont été enregistrées



La population parisienne présente en nuitée (courbe en bleu foncé) a baissé de 30%. Ce chiffre est nettement plus élevé que celui de 17% publié par l'opérateur Orange fin mars. Cette différence s'expliquerait par les biais intrinsèques à ces sources de données (âge des utilisateurs, couverture du réseau, etc.). Suite au déconfinement, la population présente en nuitée à Paris n'a que faiblement augmenté, se stabilisant à un niveau qui reste inférieur de près de 20% à celui de la période de référence (période de 90 jours antérieure au confinement).

Le zoom sur Paris permet d'observer une baisse des populations les week-ends et jours

fériés. La courbe en bleu clair correspond au cumul de la population résidentielle, visible sur la courbe bleu foncé, et des flux de déplacements depuis les autres départements, y compris les mouvements pendulaires. La différence entre les deux courbes bleues est un bon indicateur pour quantifier la reprise de l'activité économique hors télétravail, en sus des informations sur les flux détaillés dans la suite du document. Cette reprise, relativement modeste, est de l'ordre de 22% par rapport à la période d'avant confinement, suggérant une prédominance du télétravail en région parisienne.

DÉPLACEMENTS ENTRE DÉPARTEMENTS

Le confinement a eu un effet significatif sur les déplacements des français à moyenne et longue distance (conduisant à franchir les limites départementales).

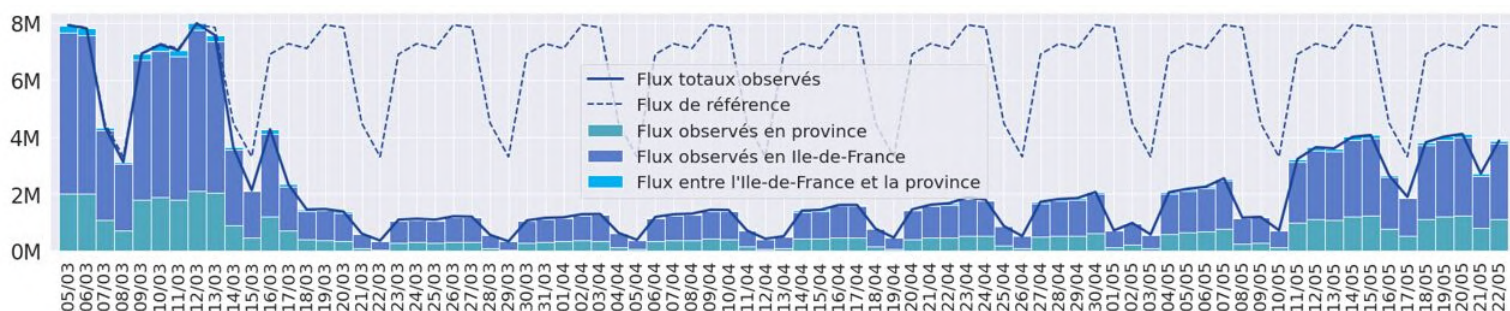
80%

Diminution des déplacements pendant le confinement

50%

Des déplacements habituels depuis la reprise

Nombre de déplacements entre départements enregistrés quotidiennement



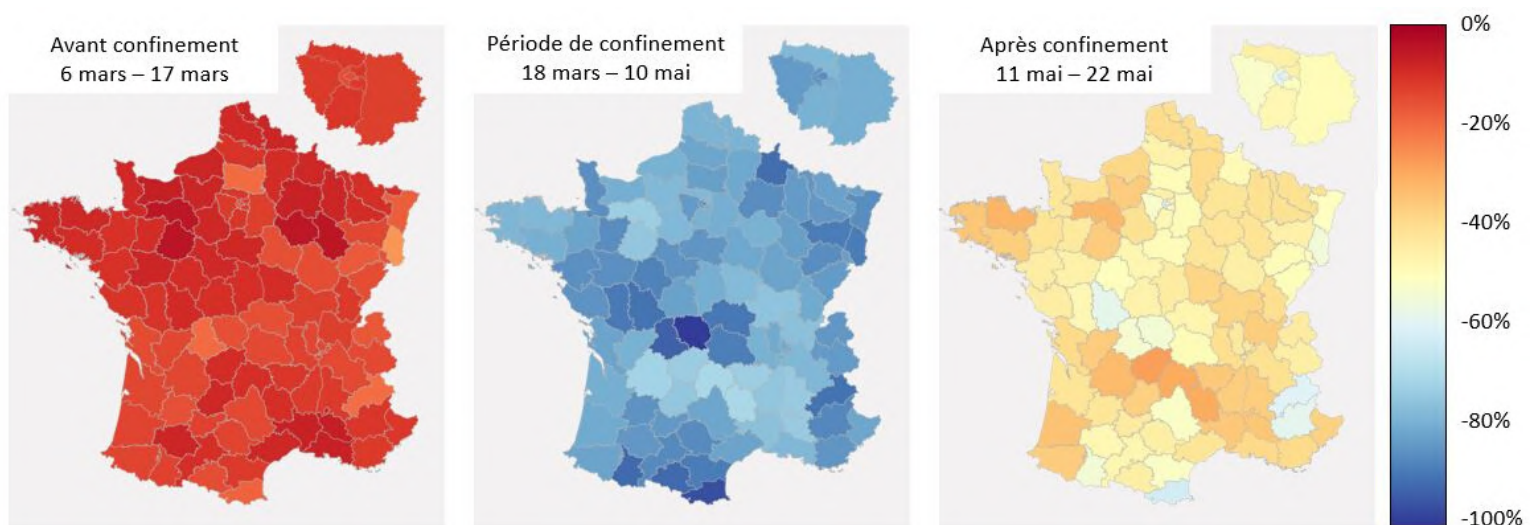
Le confinement a eu un effet très significatif sur les déplacements à moyenne et longue distance. Par rapport à la période de référence (période de 45 jours antérieure au confinement), les flux de déplacements entre départements ont chuté d'environ 80 %, suite à la mise en place des mesures de confinement le 17 mars, avec une première baisse de l'ordre de 40% enregistrée dès le lundi 16 mars. Pendant la période de confinement la tendance hebdomadaire habituelle, avec des flux de déplacements qui se réduisent fortement le week-end, est restée nettement marquée. Les jours fériés de la période (lundi 13 avril, les vendredis 1er et 8 mai) se sont également traduits par une réduction forte des flux de déplacements. Ces observations suggèrent que la part résiduelle de déplacements pendant la période

de confinement, qui était en moyenne de 20% par rapport à la période de référence, était très majoritairement liée à l'activité professionnelle. Sur l'ensemble de la période de confinement (du 17 mars au 10 mai), on constate également une lente évolution à la hausse des déplacements, avec une augmentation des flux de mobilité résiduels de près de 75 % entre le début et la fin de la période. La première semaine post-confinement marque une nette remontée du volume des déplacements, observable dès le 11 mai, avec également une lente hausse au cours des semaines du 11 et du 18 mai. Les volumes de déplacements atteints en fin de période restent néanmoins faibles, de l'ordre de 50 % le 22 mai par rapport à la période de référence.

DÉPLACEMENTS ENTRE DÉPARTEMENTS

L'analyse département par département révèle une situation assez homogène sur l'ensemble du territoire, pendant le confinement mais aussi au cours de la première semaine post-confinement.

Réduction des déplacements entre départements, par rapport au niveau de référence de chaque département



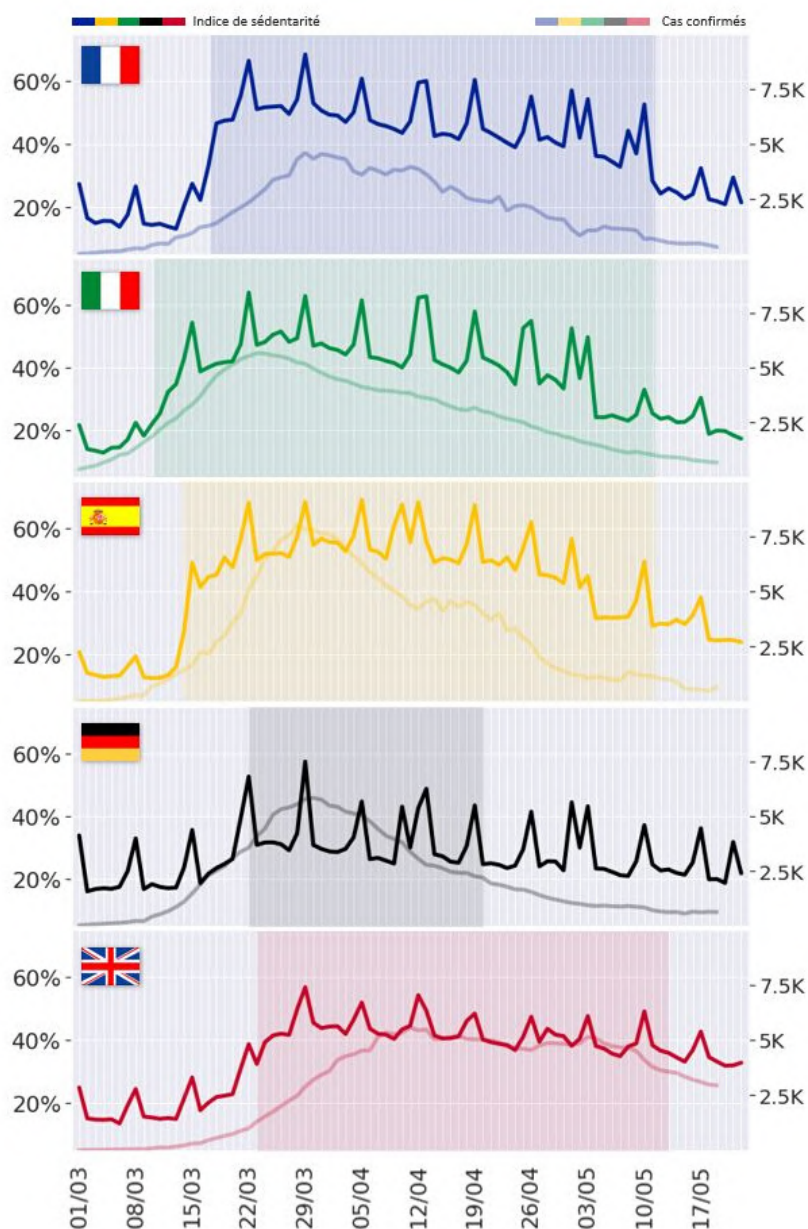
Le détail des données par département révèle une assez grande homogénéité de la réduction des déplacements, que ce soit pendant le confinement mais aussi au cours des deux semaines post-confinement. Il n'y a pas de tendance régionale très marquée, ni de différence observable liée à la classification (régions "vertes" et "rouges") établie par le plan de déconfinement mis en place à partir du 11 mars. Les tendances régionales significatives concernent la région Bretagne où le nombre de déplacements entre

départements reste comparativement élevé pendant toute la période, et, à l'inverse, l'Île-de-France où la réduction des déplacements a été particulièrement significative. A l'intérieur des régions françaises, on observe des réductions plus marquées dans les départements qui correspondent aux grandes métropoles, avec des niveaux qui restent comparativement faibles notamment dans le Rhône (Lyon) ou en Haute-Garonne (Toulouse), et particulièrement réduits à Paris.

CONFINEMENT EN FRANCE ET EN EUROPE

Les différentes mesures de confinement prises dans les pays européens ont eu un impact fort sur le nombre de résidents qui sont restés proches de leur domicile.

Évolution de l'indice de sédentarité dans certains pays européens



50 %

Taux de sédentarité en Europe pendant le confinement

Une estimation de l'indice de sédentarité dans chaque pays a été faite en étudiant le ratio entre les personnes ayant passé leur journée dans une surface de 600 mètres par 600 mètres et celles ayant fait des déplacements plus longs.

Pour la France, l'Italie et l'Espagne, cet indice est passé d'environ 15% à 50% les jours ouvrables. Des pics ont eu lieu en fin de semaine, en particulier les dimanches, avec des valeurs autour de 60%. Une baisse graduelle de la tendance à la sédentarité est observée tout au long de la période de confinement. Les premières mesures de relâchement ont conduit à une nette réduction de la sédentarité dans ces pays, mais les valeurs demeurent aux alentours de 25% et sont dix points supérieures à la période précédant le confinement.

Le Royaume-Uni présente un comportement similaire, cependant avec des valeurs qui sont environ dix points inférieures pendant la période de confinement. Dans le cas de l'Allemagne, les mesures implémentées semblent avoir mené à une sédentarité beaucoup plus modérée que dans les autres pays.

25 %

Taux de sédentarité en France la première semaine suivant les annonces de déconfinement

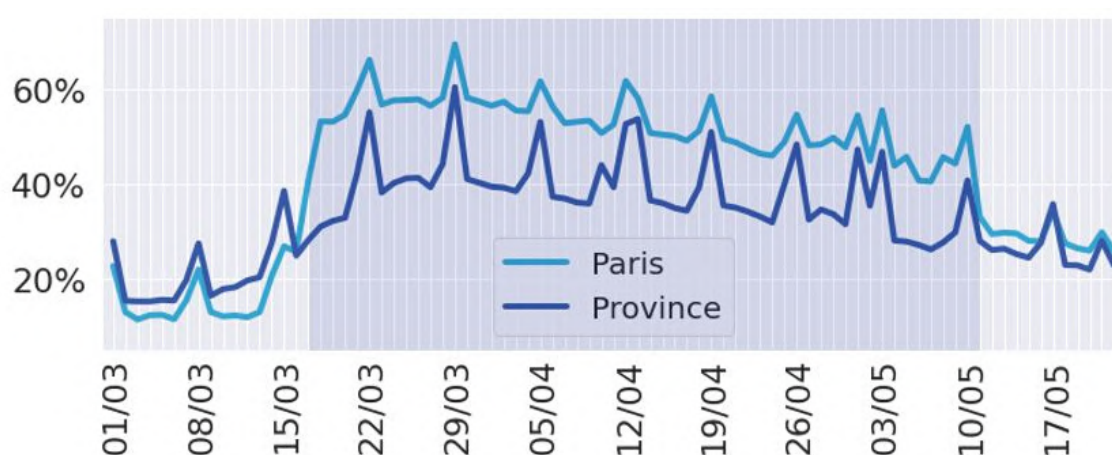
CONFINEMENT EN FRANCE ET EN EUROPE

La sédentarité entre Paris et le reste de la France semble assez marquée pendant le confinement, et s'estompe depuis le 11 mai.

En étudiant les données de santé mises à disposition par l'université John Hopkins, nous remarquons que, pour tous les pays, le nombre de cas confirmés journaliers atteint son maximum entre 10 et 20 jours après l'instauration du confinement. L'Espagne est le pays ayant souffert du pic le plus élevé, avec plus de 7500 nouveaux cas en une seule journée. La Grande-Bretagne est le pays pour lequel le pic de l'épidémie est le plus étalé en temps. Le nombre de cas diminue plus ou moins vite en fonction des pays, y compris pendant la période actuelle de déconfinement.

Pays	Début du confinement (échelle nationale)	Entrée en vigueur des premières mesures de déconfinement
France	17-mars	11-mai
Italie	10-mars	04-mai
Espagne	14-mars	04-mai
Allemagne	22-mars	20-avr
Royaume-Uni	23-mars	13-mai

Évolution de l'indice de sédentarité à Paris et en Province



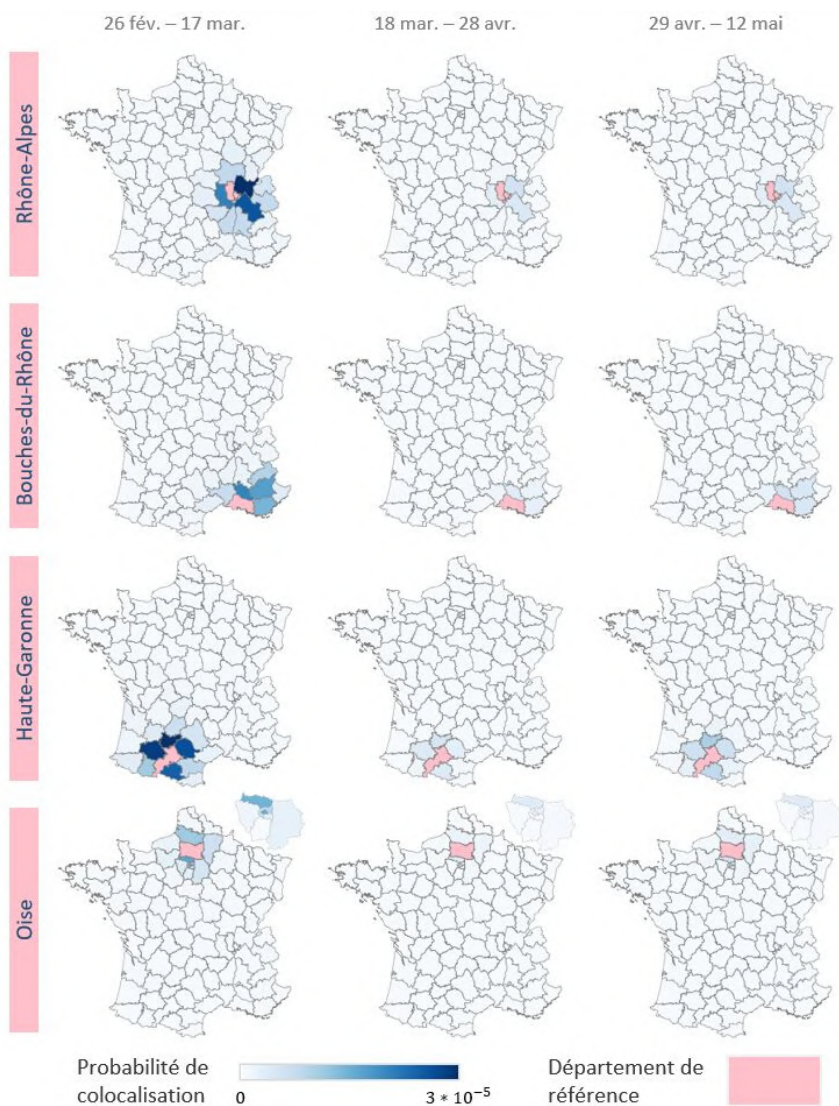
La tendance à la sédentarité est observable entre pays, mais aussi entre régions françaises. La figure ci-dessus présente une comparaison entre les taux de sédentarité à Paris et en Province, sur laquelle on observe à nouveau l'impact fort des mesures de confinement, dont la période apparaît sur une zone plus sombre.

Des valeurs de sédentarité environ 15 points plus élevées sont cependant à noter pour Paris. Cette différence, qui pourrait provenir de la nature de notre indicateur, disparaît dès le premier jour de déconfinement en France (11 mai 2020).

RÉSEAU DE PROXIMITÉ ET COLOCALISATION

L'observation des facteurs de colocalisation de quelques départements français avec le reste du territoire nous permet d'évaluer l'importance des connexions entre zones géographiques.

Évolution de la colocalisation entre différents départements français



80 à 85 %

Chute du facteur de colocalisation entre le 10 et le 24 mars

L'importance des connexions avant confinement entre la région lyonnaise et un périmètre étendu alentour est nettement visible. On observe le même phénomène en Haute-Garonne autour de la région toulousaine. Pour la région marseillaise et l'Oise, les connexions sont relativement moins fortes et avec une zone alentour plus resserrée.

Pour la plupart des paires de départements, le facteur de colocalisation chute drastiquement (de 80% à 85%) de la semaine du 10 mars à celle du 24 mars, puis remonte lentement dans les semaines suivantes.

L'impact de cette chute sur la propagation inter-départementale du virus est d'autant plus important lorsque les populations des départements ont en même temps baissé. Le nombre de contacts est proportionnel au facteur de colocalisation et aux populations des départements considérés. Suite au confinement, la réduction de mobilité individuelle a diminué massivement le nombre moyen de contacts par personne : d'un facteur 5 si on se réfère aux facteurs de colocalisation mais bien plus sans doute si on prend en compte les gestes barrières.

Facteurs de colocalisation :

Probabilité pour deux individus de deux départements de se retrouver dans une même zone de 600m par 600m pendant une plage de 5 minutes donnée. Ils impactent le nombre d'infections parmi les résidents d'un département A que peut causer une personne contagieuse résidant dans un département B. Ce nombre, essentiel pour les modèles épidémiologiques, conditionne la propagation spatiale de l'épidémie.

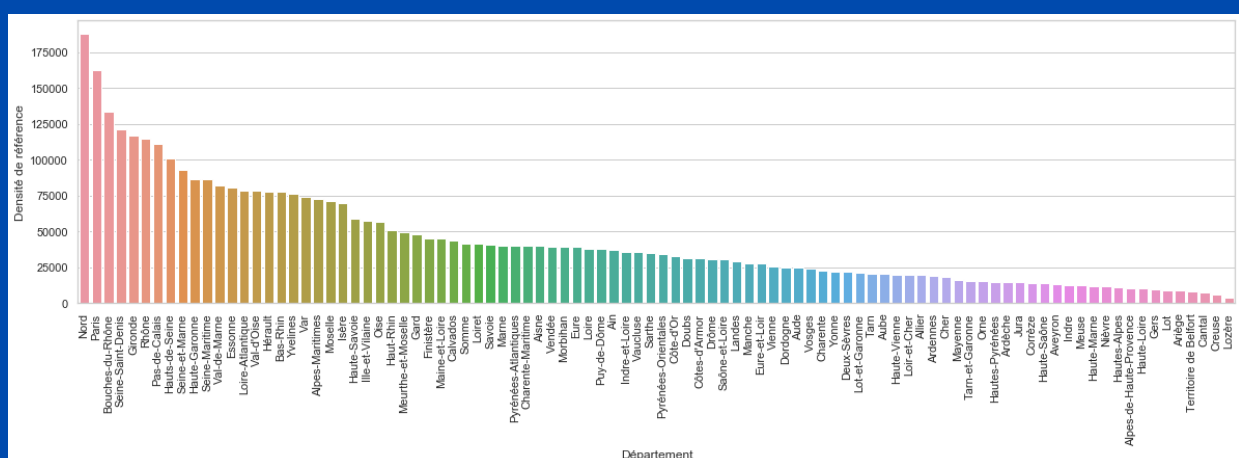
MÉTHODOLOGIE

Les données utilisées dans ce travail ont été mises à disposition de l'Université PSL par Facebook, dans le cadre de son programme *Data for Good*. Ces données, destinées à mieux comprendre la propagation de l'épidémie de COVID-19, proviennent des utilisateurs de l'application Facebook. Les jeux de données utilisés dans ce travail démarrent au 6 mars 2020, avec une période de référence antérieure de 45 à 90 jours selon les données observées. Ils sont anonymisés, agrégés à l'échelle du département et mis à jour régulièrement.

En ce qui concerne la France, quatre types de données qui couvrent 94 départements Français ont été utilisés dans les analyses : données de densité de population et flux de déplacements, indice de sédentarité et données de colocalisation (101 départements). Les données concernant la densité de populations et les flux de déplacements ont une résolution temporelle de huit heures et sont mises à jour quotidiennement, alors que les informations sur l'indice de colocalisation sont hebdomadaires. Les jeux de données sur l'indice de sédentarité utilisés pour la France, l'Espagne, le Royaume Uni, l'Allemagne et l'Italie sont elles quotidiennes.

Les données de densité de population sont redressées de deux façons. Premièrement, le biais induit par des différences d'activité notables à l'échelle de la journée et des jours de la semaine (ex : -20% d'utilisateurs la nuit) a été corrigé en considérant une stabilité de la population en France pendant la période de référence. Deuxièmement, les 4 millions d'utilisateurs moyens géolocalisés ont été ramené à 67 millions afin d'obtenir des chiffres de densité cohérents à l'échelle de la France. Par ailleurs, bien que les données touchent l'ensemble des tranches d'âge de plus de 18 ans, un biais lié à l'âge est présent [1] mais n'a pas fait l'objet de redressement.

Pour l'ensemble de ces cartes, les informations sont fournies après anonymisation, soit par ajout de bruit, lissage spatial ou suppression d'occurrences quand elles sont en dessous d'un certain seuil [2]. Le nombre moyen d'utilisateurs comptabilisés pour la France est de 4 millions, avec le détail par département sur la période de référence présenté ci-dessous.



[1] <https://www.facebook.com/ads/audience-insights/people?act=265465104820229&age=18-&country=FR>

[2] Maas, Paige, et al. "Facebook Disaster Maps: Aggregate Insights for Crisis Response and Recovery." Proceedings of the 16th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management (ISCRAM), Valencia, Spain. 2019.

AUTEURS ET REMERCIEMENTS

JAMAL ATIF (DAUPHINE - PSL, LAMSADE)
OLIVIER CAPPÉ (CNRS, DI ENS)
AKIN KAZAKCI (MINES PARISTECH - PSL, IHEIE)
YANNICK LEO (EMERTON DATA)
LAURENT MASSOULIÉ (INRIA, DI ENS)
OLGA MULA (DAUPHINE - PSL, CEREMADE)

Cédric Adjih (Inria)
Karthik Bhargavan (Inria)
Aline Carneiro Viana (Inria)
Yann Chevalyere (Dauphine - PSL)
Raphaël Ettetdgui (Dauphine-PSL, LAMSADE)
Luca Ganassali (Inria)
Philippe Jacquet (Inria)
Marc Lelarge (Inria)
Arthur Mensch (CNRS)
Parsad Naldurg (Inria)
Gabriel Peyré (CNRS)
Rafael Pinot (Dauphine-PSL, LAMSADE)
Pierre Senellart (ENS - PSL)
Igor Vujic (MINES ParisTech - PSL)

AUTRES PARTICIPANTS À L'INITIATIVE FACE AU VIRUS

REMERCIEMENTS

Emmanuel Bacry, Stéphane Canu, Cédric Denis-Rémis (PSL, IHEIE), Alexandre Gramfort et l'équipe technique de l'UMS GRICAD (CNRS, Université Grenoble Alpes, Grenoble-INP, Inria), Aimé Lachapelle (Emerton Data)



EMERTONDATA



Inria

Contact scientifique :

Jamal Atif

jamal.atif@dauphine.psl.eu

Contact communication :

communication@psl.eu