Enjeux numériques

Réponses numériques à la crise sanitaire

UNE SÉRIE DES
ANNALES DES MINES
FONDÉES EN 1794

N° 14 - JUIN 2021

Publiées avec le soutien de l'Institut MinesTélécom

UNE SÉRIE DES
ANNALES DES MINES
FONDÉES EN 1794

ENJEUX NUMÉRIQUES

Série trimestrielle • N°14 - Juin 2021

Rédaction
Conseil général de l'Économie,
ministère de l'Économie, des Finances et de la Relance
120, rue de Bercy - Télédoc 797
75572 PARIS Cedex 12
Tél. : 01 53 18 52 68
http://www.annales.org

François Valérian
Rédacteur en chef

Gérard Comby
Secrétaire général

Alexia Kappelmann
Secrétaire générale adjointe

Magali Gimon
Assistante de rédaction

Myriam Michaux
Webmestre et maquettiste

Membres du Comité de rédaction

Jean-Pierre Dardayrol
Président du Comité de rédaction

Edmond Baranes
Godefroy Beauvallet
Côme Berbain
Pierre Bonis
Serge Catoire
Michel Cosnard
Arnaud de La Fortelle
Caroline Le Boucher
Alban de Nervaux
Bertrand Pailhès
Grégoire Postel-Vinay
Jacques Serris
Hélène Serveille
Laurent Toutain
Françoise Trassoudaine
François Valérian

Photo de couverture :
Alexej von Jawlensky (1864-1941), *Symphony en Rose*, huile sur toile, 1929. Stadelsches Kunstinstitut, Francfort sur le Main.
Photo © Gordon Roberton Photography Archive/ BRIDGEMAN IMAGES

Iconographie
Christine de Coninck

Abonnements et ventes
COM & COM
Bâtiment Copernic - 20, avenue Édouard-Herriot
92350 LE PLESSIS-ROBINSON
Sébastien Rodriguez
Tél. : 01 40 94 22 22 - Fax : 01 40 94 22 32
s.rodriguez@cometcom.fr

Mise en page : Nadine Namer
Impression : EspaceGrafic
N° ISSN : 2607-9984

Éditeur délégué
FFE – 15, rue des Sablons - 75116 PARIS
www.ffe.fr

Régie publicitaire : Belvédère Com
Fabrication : Yaël Sibony
Yaël.Sibony@belvederecom.fr
Tél. : 01 53 36 20 46
Directeur de la publicité : Bruno Slama
Tél. : 01 40 09 66 17
bruno.slama@belvederecom.fr

Le sigle « D. R. » en regard de certaines illustrations correspond à des documents ou photographies pour lesquels nos recherches d'ayants droit ou d'héritiers se sont avérées infructueuses.

Réponses numériques à la crise sanitaire

04 Introduction : Quand tout doit se faire à distance
Maurice RONAI

« Numérique de crise » (comment le numérique a permis de faire face aux confinements)

09 Le numérique a-t-il aidé les Français à mieux vivre le confinement ?
Géraldine GUÉRILLOT, Soazig LALANCETTE et Pascal PLANTARD

14 Éducation et inclusion numériques en temps de confinement
Pascal PLANTARD

26 Numérique de crise dans les collectivités locales : le rôle des infrastructures de la contribution
Louise GUILLOT et Yoan OLLIVIER

30 Grandes entreprises et réponses à la crise : Télétravail, l'arbre qui cache la forêt
Nicolas PETTE

35 Travail à distance, travail confiné ?
Amandine BRUGIÈRE, Édouard ROBIN et Karine BABULE

40 Logistique urbaine et pandémie de Covid-19
Laetitia DABLANC

47 Réseaux : réactions et adaptation à la charge et au confinement
Aurore TUAL et Laurent TOUSTOU

Mobilisation numérique pour comprendre et gérer la crise sanitaire

52 La numérisation à marche forcée du système de santé face à la Covid-19
Maurice RONAI

62 La construction accélérée d'un système d'information épidémiologique
Maurice RONAI

73 L'*open data* de crise : entre mobilisation citoyenne et communication gouvernementale
Simon CHIGNARD

78 Des usages de Twitter en temps de pandémie : circulation des connaissances, agit-prop et controverses enflammées
Vincent GLAD

Un test en grandeur réelle pour l'innovation ouverte

82 Le grand récit qu'il fallait à l'*open science* ?
Quand une pandémie invente la biologie d'urgence
Sophie PÈNE

89 Des visières à haut débit : un regard sociologique sur la mobilisation des *makers* face à la crise sanitaire
Léo CHALET, Maxence DUTILLEUL, Volny FAGES et Émile GAYOSO

95 Wikipédia face à la crise sanitaire
Sandrine BUBENDORFF et Caroline RIZZA

Le numérique d'après ?

101 La crise a-t-elle renforcé les GAFAM ?
Dominique NAMUR et Joëlle TOLEDANO

106 Pertinence et diffusion des communs en temps de pandémie
Valérie PEUGEOT

111 Covid-19 : le volontarisme numérique public au pied du mur
Godefroy BEAUVALLET et Maurice RONAI

120 Géopolitique d'une pandémie à l'ère numérique
Benjamin PAJOT et Henri VERDIER

127 Résumés
133 Abstracts
139 Contributeurs

Ce numéro a été coordonné par Maurice RONAI

Quand tout doit se faire à distance

Par **Maurice RONAI**
Ancien membre de la CNIL

2020 marque peut-être la date de naissance de cette « société numérique » annoncée depuis les années 1960, sous des vocables déjà datés (« société de l'information », « société en réseaux »). Promue ou attendue par les uns, redoutée par d'autres. Une société numérique mondiale de surcroît, car une très large partie de la planète a vu basculer, en 2020, des pans entiers de la vie économique et sociale dans le numérique.

On peine à imaginer ce qu'aurait été le confinement sans les outils numériques : pour apprendre, travailler, commercer, maintenir et entretenir la sociabilité. Assurer la continuité des services publics et des entreprises. Et pour outiller les initiatives de solidarité des institutions, des associations et des citoyens.

Numérique sous contrainte

Réunions de famille virtuelles, solidarités de voisinage, achats en ligne, suivi scolaire, réorganisations du travail : en mars 2020, 46 millions de Français se sont connectés chaque jour à Internet.

Le besoin de préserver les liens familiaux et sociaux a trouvé à s'exprimer à travers des groupes WhatsApp, la visioconférence ou l'invention de dispositifs inédits comme les apéros en ligne. Un Français sur deux a testé pour la première fois ces nouvelles formes de sociabilité à distance. « Zoomer » (en d'autres mots, se retrouver sur la plateforme de visioconférence Zoom) est entré dans le langage courant.

Des usages qui peinaient à s'imposer ont été massivement adoptés, comme le télétravail ou la téléconsultation médicale. 66 % des Français ont pratiqué la transmission de résultats d'analyse ou de diagnostic en ligne. Le paiement sans contact s'est banalisé, y compris dans les commerces de proximité. 21 % des Français estiment qu'ils savent désormais faire davantage de choses avec le numérique, certes ceux-ci sont plutôt diplômés ou pratiquant le télétravail.

Près d'un tiers des salariés en emploi pendant le confinement a pratiqué le travail à distance. Pour 70 % d'entre eux, c'était leur première expérience. Les difficultés rencontrées par ce « télétravail subi », improvisé, dans un contexte familial et matériel souvent peu adapté, expliquent la demande croissante de retour sur site constatée fin 2020. En mars 2021, 37 % des actifs télétravaillaient cependant.

L'école à la maison a donné lieu à un « joyeux bazar » [(1)]. Il a fallu en quelques jours à peine proposer une solution de « continuité pédagogique » à quelque 12,5 millions d'élèves et leurs 950 000 enseignants. Cette continuité a pris majoritairement la forme d'envoi de listes de travaux à faire et de listes de ressources en ligne à consulter. Seuls 12 % des enseignants ont eu recours à la classe virtuelle. Leur priorité était de maintenir le contact avec leurs élèves (un contact qu'ils ont perdu avec en moyenne 10 % d'entre eux). Contournant les espaces numériques de travail, les enseignants optèrent souvent pour des outils grand public (WhatsApp, Snapchat, Discord…). Parents et enseignants ont, à la faveur de la crise, connu un rapprochement inédit.

(1) Continuité pédagogique : « un joyeux bazar, mais on a pu garder le lien avec certains élèves », Laboratoire Société numérique.

Une épreuve de vérité pour les universités, où l'enseignement à distance reste la norme depuis mars 2020. Une majorité des professeurs s'est retrouvée à devoir manier des outils numériques sans y avoir été formée, techniquement ou pédagogiquement. La presse a multiplié les témoignages d'étudiants qui faisaient part de leur isolement et de la « Zoom fatigue ». L'année 2020 a peut-être amorcé le déclin du cours magistral, et accéléré la transition vers « l'amphi inversé », avec des étudiants qui apprennent leurs cours en autonomie et mettent à profit les séances en amphi pour échanger avec les enseignants.

Le confinement, enfin, a cruellement mis en lumière toutes les formes d'inégalité numérique : d'âge, de genre, de niveaux de revenus et de diplôme. Le télétravail a concerné très majoritairement les cadres et les employés, et plus souvent les hommes que les femmes. 9 % des parents ont rencontré des difficultés numériques pour l'accompagnement scolaire de leurs enfants. Et 500 000 élèves furent complètement privés d'accès au numérique pendant le confinement [(2)].

Le numérique, facteur de résilience

Le numérique a permis d'amortir le choc économique tant du côté de l'offre, en facilitant le télétravail, que de la demande, en rendant possible la consommation à distance [(3)]. 10 % des entreprises se sont adaptées à ce nouvel environnement en réorganisant leur logistique : vente en ligne, livraison à domicile, *drive* ou vente directe par le biais de boutiques en ligne.

L'organisation logistique a fait preuve de flexibilité : malgré des problèmes de recrutement et d'absentéisme, elle a fait face aux fluctuations de la demande, à l'augmentation du nombre de colis comme à celle des livraisons à domicile. Les chaînes d'approvisionnement se sont réorganisées, avec la transformation, par exemple, de magasins en entrepôts urbains (*"dark stores"*).

Le télétravail a permis à 40 % des sociétés de poursuivre leur activité pendant le confinement. Il s'est surtout imposé dans les grandes sociétés et dans les services, mais est demeuré marginal dans la plupart des activités industrielles ou de services à la personne. À la surprise des directions d'entreprise, les usages informatiques se sont modifiés très rapidement. Des outils qui restaient marginaux dans la vie quotidienne des équipes (agenda, tableaux et stockage partagés, messagerie instantanée, et, bien sûr, visioconférence) se sont imposés. Cette expérience à grande échelle a fait prendre conscience tant aux directions qu'aux salariés qu'un mode de travail plus hybride pouvait être envisagé durablement, et de manière étendue.

Les PME ont clairement identifié ce facteur de résilience : 53 % d'entre elles ont accéléré ou maintenu leurs projets de transformation numérique au cœur de la crise [(4)].

Un « numérique d'urgence »

La pandémie s'est glissée dans les failles de nos organisations publiques, révélant les faiblesses mais aussi les forces et les capacités du numérique public.

L'audit de gestion de la crise du général Richard Lizurey a mis en lumière des manques criants, jusqu'au cœur de l'état-major de gestion de crise, longtemps dépourvu d'un outil interministériel de visioconférence, et submergé, faute d'un outil de partage des documents, par « un flux abondant et changeant de synthèses, fiches thématiques et d'instructions » [(5)]. La Mission Pittet d'évaluation

(2) Insee Première (2020), « L'impact de la crise sanitaire sur l'organisation et l'activité des sociétés », décembre.
(3) Direction du Trésor (2020), « Numérisation des entreprises françaises », *TRÉSOR-ÉCO*, novembre.
(4) Bpifrance (2021), « 72e enquête de conjoncture PME », janvier.
(5) Comme l'a révélé l'audit de gestion de la crise : LIZUREY R. (2020), « Rapport de la mission relative au contrôle qualité de la gestion de crise sanitaire ».

de la gestion de la crise sanitaire [6]. et les commissions d'enquête parlementaires ont tour à tour pointé des systèmes de surveillance « hétérogènes », « pris de vitesse par l'épidémie », parvenant difficilement, pendant de longues semaines, à consolider les données comme le décompte du nombre de lits disponibles ou celui des morts.

Parmi les réussites du numérique public, relevons le déploiement rapide et efficace des dispositifs d'aide aux entreprises face à la crise (aides financières, recours au chômage partiel…), ou le passage en mode télétravail de plusieurs centaines de milliers de fonctionnaires.

Si la pandémie a pris de court les systèmes de surveillance sanitaire, elle a aussi révélé les capacités de réaction des opérateurs du système de santé, qui sont parvenus à créer, de toutes pièces, en quelques semaines, de nouveaux systèmes d'information pour centraliser les résultats des tests, piloter les opérations de « traçage » des plateformes d'appels de l'assurance maladie, ou assurer la traçabilité des vaccins.

On retiendra de cette crise l'agilité numérique de nombreux hôpitaux et de leurs groupements, comme celles des collectifs auto-organisés, associant médecins et développeurs, qui mirent au point, parfois en quelques jours, des plateformes pour pallier l'absence ou les défaillances des applications « officielles ». Autant de solutions, surgies du terrain, qui permirent, dans les régions, de recenser le nombre de lits en temps réel, de mettre en contact directement volontaires et établissements de santé, ou encore, plus récemment, de proposer à des volontaires des doses de vaccins qui risquaient d'être perdues.

« Numérique de crise », aussi dans les collectivités territoriales. Alors que foisonnaient les initiatives citoyennes pour la distribution alimentaire, l'aide d'urgence ou la mise à l'abri, les collectivités furent nombreuses à mettre en place des plateformes d'engagement citoyen pour mettre en relation offres d'engagement et besoins du territoire. Le confinement rendant impossible le contact présentiel, les collectivités ont aussi improvisé des systèmes de permanence téléphonique en direction des publics les plus fragiles : des plateformes techniquement frugales, s'appuyant tout juste sur un tableur Excel partagé.

Quand la mission est claire, quand il faut approvisionner les hôpitaux, trouver des renforts, aller au-devant des publics en difficulté, mettre en place des circuits courts, l'urgence favorise la recherche de solutions simples. Des centaines de plateformes ont ainsi vu le jour, déployées dans l'urgence.

Quand le numérique public s'avérait trop rigide, quand il ne s'effondrait pas sous la charge, professionnels de santé, fonctionnaires et enseignants ont contourné les outils officiels et privilégié les outils (Zoom, WhatsApp, Google Docs) fournis par les géants du numérique, pour échanger et continuer à fonctionner [7].

L'essor de ce « numérique d'urgence » a mis en lumière des capacités insoupçonnées d'intelligence et d'agilité numériques dans les équipes de terrain.

(6) « La dynamique de l'épidémie a pris de vitesse tant les systèmes de surveillance sanitaire que les entités chargées de l'anticipation et du déploiement des contre-mesures. Le retard d'appréciation a été d'autant plus pénalisant que la croissance du nombre des hospitalisations s'est avérée de type exponentiel », « Rapport d'étape de la Mission indépendante nationale sur l'évaluation de la gestion de la crise Covid-19 et sur l'anticipation des risques pandémiques », 13 octobre 2020.
(7) La levée provisoire et partielle de bien des procédures de sécurité (en autorisant par exemple des connexions depuis du matériel personnel) ou le recours à des solutions « non orthodoxes », s'ils ont permis l'essor du télétravail, ont accru la surface d'exposition aux risques cyber.

Du « pilotage par la donnée » au « gouvernement par la donnée » ?

Un des effets collatéraux de cette crise est la découverte par le public (et par les décideurs publics, y compris au plus haut niveau) de disciplines comme la modélisation, la statistique ou l'épidémiologie. L'annonce quotidienne et les conflits d'interprétation autour des chiffres de l'épidémie ont donné l'occasion à des millions de Français de se familiariser avec les notions de croissance exponentielle ou d'excès de mortalité, avec des indicateurs comme le R0 ou un taux d'incidence. De comprendre les limites des chiffres absolus, qu'il faut comparer les chiffres en regardant les proportions par habitant, que la comparaison des taux de croissance peut se faire avec des échelles linéaires ou logarithmiques.

Nous avons ainsi collectivement pris la mesure de la difficulté à décider dans le brouillard, quand les connaissances scientifiques ne sont pas stabilisées, mais aussi de l'importance des données quand elles font défaut.

Le besoin de données précises et exhaustives a été critique dès le début de l'épidémie. De février à avril 2020, les données disponibles concernaient essentiellement les cas graves. L'indicateur de la disponibilité des lits de réanimation est ainsi resté, jusqu'en mai 2020, la principale boussole des décideurs, locaux et nationaux. À partir de mai, les autorités de santé ont déployé toute une série d'applications et d'enquêtes qui vont, progressivement, « rendre visibles » les tensions hospitalières, la mortalité, la circulation virale, les *clusters*, « donner à voir » le lancement des campagnes de tests, puis celle de la campagne vaccinale.

Début mars 2020, les seules données disponibles sur l'épidémie étaient éparpillées dans les communiqués de presse des ARS (agences régionales de santé) et de Santé publique France. C'est un collectif de développeurs qui va se charger de numériser et de consolider ces données. Cette initiative citoyenne va conduire, le 18 mars, les autorités sanitaires, puis d'autres, à publier les principaux jeux de données. Cette ouverture des données a ouvert la voie à une myriade de visualisations et de tableaux de bord, largement relayés par les médias.

Ce « pilotage par la donnée » a suscité bien des controverses ; sur la pénurie de données, d'abord ; sur leur validité, ensuite (comme le décompte des morts, ou les écarts entre les chiffres communiqués par les différentes autorités) ; puis sur la pertinence des indicateurs (comme le taux d'incidence et sa dépendance aux fluctuations des opérations de dépistage) ; sur les données manquantes, enfin, comme l'insuffisante connaissance des lieux et des circonstances de contamination.

L'âpreté des conflits d'interprétation, la virulence de la désinformation à propos de certains indicateurs (comme l'excès de mortalité), l'appétit subi des médias et du public pour les chiffres, l'effort consenti par le Conseil scientifique pour adosser tous ses avis sur une synthèse des données disponibles, ce que l'on connaît du fonctionnement des cellules de crise ou du Conseil de défense suggèrent qu'une étape nouvelle a bien été franchie vers un « gouvernement par la donnée ».

La protection des données personnelles encadre, d'ailleurs, assez strictement ce « gouvernement de la donnée ». On connaissait, dès mars 2020, l'efficacité des mesures de surveillance mises en place en Asie pour contenir l'épidémie comme l'exploitation des données de géolocalisation (et leur croisement avec les données bancaires) pour repérer les lieux, les personnes ou les évènements contaminants, ou le recours aux bracelets électroniques (pour s'assurer que les personnes ne sortaient pas du périmètre qui leur avait été assigné).

Comment suivre, modéliser, anticiper la propagation du virus sans surveiller les personnes ? Si nous avons, en France et en Europe, résisté à la tentation du recours à des solutions intrusives pour circonscrire l'épidémie, des voix se font désormais entendre pour contester le prix (en restrictions, en vies humaines) qu'a consenti l'Europe, avec ses règles et son haut niveau de protection des

données personnelles [8]. Les exemples, souvent évoqués, d'applications et de réutilisations que les Européens se seraient interdit de mettre en œuvre, au nom du RGPD (règlement général sur la protection des données), ne sont pas toujours convaincants. Il reste que ce débat est devant nous, si nous voulons prévenir une bascule future vers des solutions franchement attentatoires, ou qui, inventées ailleurs, ne protégeront pas les données personnelles.

Puissance de la coopération

L'urgence d'agir a créé un appel d'air pour toutes sortes d'initiatives. Les *makers* furent au centre de nombreuses actions spontanées de fabrication de matériel médical : masques chirurgicaux, visières de protection, surblouses, voire même respirateurs.

On a vu comment l'urgence de suivre et d'analyser la dynamique de l'épidémie avait amené des développeurs à consolider eux-mêmes les données éparpillées dans les PDF de Santé publique France.

L'urgence d'échanger, entre scientifiques, observations et hypothèses a tiré parti des circuits de l'*open science* : revues scientifiques ouvertes, bases de *preprints*, *clouds* de partage de données…. L'*open science* a emporté les éditeurs qui ont libéré l'accès à leurs publications. Alors que le nombre d'articles en prépublication (*preprints*) explosait [9], un autre mouvement prenait naissance sur Twitter, que de nombreux scientifiques avaient adopté pour effectuer une veille sur le Covid-19 et pour évaluer les articles, à peine mis en ligne. La rencontre de Twitter et des *preprints* a accéléré le rythme de cette « science d'urgence ».

Alors que la désinformation faisait rage sur les réseaux sociaux, ce sont des articles de Wikipédia qui apparaissaient en tête des résultats quand on effectuait une requête « coronavirus » ou « Covid-19 » dans un moteur de recherche. Le fonctionnement collaboratif de l'encyclopédie, ses règles et ses procédures, ont montré leur efficacité face au torrent numérique de rumeurs et de théories alternatives.

« Numérique d'urgence », *makers*, ouverture des données, science ouverte, Wikipédia… Cette période aura confirmé, s'il en était besoin, la puissance de l'intelligence collective et de la coopération.

Jamais sans doute la science, les données et les modèles n'auront eu tant d'effet sur nos vies. Cette crise nous montre aussi que les sociétés peuvent se réorganiser rapidement autour de nouvelles priorités. En un sens, elle constitue une « répétition générale » avant de plus grandes catastrophes, nouvelles pandémies, ou celles qui se préparent avec le dérèglement du climat. Le numérique, la « science d'urgence », les dispositifs de coopération, les « communs » font pleinement partie de la préparation des crises à venir.

(8) On a vu, au cours de l'année 2020, se banaliser, dans le feu de l'action, des pratiques comme la transmission par messagerie, entre acteurs de santé, de fichiers de données sensibles ; ou, dans les collectivités, celle des réutilisations pas très orthodoxes de fichiers d'usagers (comme les bénéficiaires de minima sociaux) en vue de les contacter pour leur proposer un accompagnement. Ces pratiques pourraient s'amplifier en cas de crises répétées (canicules, pics de pollution...).
(9) Au 31 octobre 2020, on dénombrait plus de 80 000 *preprints* publiés en relation avec la Covid-19.

Le numérique a-t-il aidé les Français à mieux vivre le confinement ?

Par **Géraldine GUÉRILLOT**,
Soazig LALANCETTE
et **Pascal PLANTARD**
Groupement d'intérêt scientifique Marsouin

Dès les premiers jours du confinement du printemps 2020, nous avons travaillé avec les chercheurs du GIS Marsouin (groupement d'intérêt scientifique historiquement dénommé Môle Armoricain de Recherche sur la SOciété de l'Information et les Usages d'INternet) à monter un « Capuni crise [1] », miroir en version confinée de notre grande enquête Capuni [2] 2019) pour étudier la place que le numérique allait prendre dans nos vies quotidiennes pendant ce confinement inédit. L'objectif était d'observer si le numérique nous aiderait à adapter nos existences aux exigences du confinement ou bien si les outils du numérique rendraient, au contraire, plus pénibles nos quotidiens confinés. Capuni crise a permis d'interroger spécifiquement 1 500 individus bretons, parmi lesquels 500 résidant en zone rurale isolée et 1 317 individus répartis sur le territoire national [3], entre le 12 avril et le 14 mai 2020 par téléphone, afin de pouvoir atteindre les éloignés du numérique [4]. Différents thèmes adaptés à nos vies confinées ont été abordés dans cette enquête : le télétravail, l'école à la maison, la séparation entre vie professionnelle et personnelle, mais aussi une thématique sur les risques liés à la surconnexion.

Les usages numériques des individus constituent l'un des objets de recherche récurrents de l'observatoire des usages numériques de Marsouin, OMNI. Depuis sa création, l'observatoire a réalisé huit enquêtes auprès des Bretons depuis 2002. En 2017, le projet ANR Capacity mettant en question le potentiel de la société numérique à distribuer plus égalitairement les capacités d'agir, autrement dit l'*empowerment*, du numérique a pour la première fois donné une envergure nationale à l'observatoire.

Par la suite, le GIS Marsouin a conduit consécutivement en 2019 et en 2020 les enquêtes Capuni et Capuni crise. L'objectif de l'enquête Capuni (2019) était de mesurer ce qu'apporte le numérique aux individus en termes d'*empowerment*. Quelque 7 000 individus ont été interrogés par téléphone. C'est Capuni qui nous a permis d'observer « la déconnexion volontaire » de certains Français, et nous a permis de discuter de la définition d'internautes et de non-internautes en nous amenant à proposer la notion d'« éloignés du numérique » [5], qui nous semble refléter plus finement la réalité des rapports au numérique des individus.

(1) Enquête soutenue par la région Bretagne et l'Agence nationale de la cohésion du territoire (ANCT)
(2) Soutenue par la région Bretagne, l'Agence nationale de la cohésion du territoire (ANCT) et la Bourgogne-Franche-Comté
(3) Hors DOM TOM
(4) Notion d'« éloignés du numérique » proposée à la suite du traitement statistique de l'enquête Capuni 2019, pour nuancer les notions d'internautes et de non-internautes, par l'équipe du GIS Marsouin : GUÉRILLOT G., LALANCETTE S. & LANGONNÉ J. (2019), « Des internautes qui ne se connectent que peu et pour effectuer certaines tâches liées au divertissement, ou dites sociales, peuvent être considérés comme "éloignés du numérique" ». Voir la présentation à l'Élysée du GIS Marsouin par PLANTARD P., co-directeur du GIS Marsouin, en ligne sur www.marsouin.org
(5) Voir le graphique du GIS Marsouin dans l'article de PLANTARD P., « Éducation et inclusion numériques en temps de confinement », pp. 14-25.

Équipements numériques et connexions des foyers français pendant le confinement

Les foyers français semblent globalement bien dotés en équipements numériques : 76 % disposent d'au moins un ordinateur, d'une connexion Internet et d'un *smartphone*. Plus précisément, 86 % des foyers français détiennent au moins un *smartphone* avec ou sans accès à Internet (6 % n'ont pas accès à Internet depuis leur *smartphone*). L'ordinateur est aussi très présent dans les foyers français en même proportion, 80 % des foyers enquêtés en 2020 en possèdent au moins un, et 38 % des foyers en détiennent plus de deux. La précipitation et la surprise du premier confinement ont fait que certaines personnes se sont retrouvées mal équipées, et beaucoup ont dû partager leur(s) équipement(s) pour permettre le télétravail et le suivi de l'école à la maison. L'enquête révèle que le partage d'équipement(s), quand il a eu lieu, n'a pas posé trop de problèmes : seulement 2 % des foyers concernés ont indiqué des tensions. Cette enquête s'est aussi intéressée aux achats d'équipements numériques pendant le confinement. Visiblement, les ordinateurs et les imprimantes ont été les matériels numériques les plus achetés, même si ces achats restent marginaux.

83 % des foyers français ont une connexion Internet depuis leur domicile fixe ou leur mobile. Plus précisément, 24 % des Français déclarent bénéficier d'un très haut débit *via* la fibre optique, 50 % d'un haut débit ADSL et 9 % de la 4G comme connexion à domicile. 7 % des individus enquêtés ne savent pas définir le type de connexion du foyer. La connexion semble être reliée à la localisation des individus : 34 % des foyers de grands pôles urbains [6] sont pourvus en très haut débit (fibre). Dans les périphéries de ces grands pôles et dans les zones rurales isolées, l'accès à la fibre est plus restreint, avec 10 % des foyers dans les périphéries des grands pôles et 11 % des foyers dans les zones rurales isolées. Ces deux zones urbaines sont majoritairement couvertes par le haut débit ADSL, présent dans 65 % des foyers dans les périphéries des grands pôles et 61 % des foyers dans les zones rurales isolées.

De surcroît, 10 % des Français n'avaient aucun moyen de se connecter à Internet depuis leur foyer pendant le confinement, contre 11 % en 2019 [7]. De manière générale, les individus ne disposant pas de connexion Internet au domicile semblent être principalement des personnes seules, de 60 ans et plus, et disposant tout au plus du brevet des collèges [8].

Vues dans de nombreuses coupures de presse, des appréhensions ont été émises au début du confinement quant à la tenue du réseau Internet. Aussi, la question de la perception de la qualité du débit par les individus enquêtés est apparue pertinente à poser lors de cette enquête. Il est, par ailleurs, tout à fait intéressant de relever que la qualité du débit perçue pendant le premier confinement est bien en deçà de celle perçue auparavant. Plus d'un quart des Français (27 %) ont ressenti une baisse importante de la qualité du débit à leur domicile pendant ce confinement. Est-ce lié au partage du débit dans le foyer ou au partage du débit avec les voisins raccordés aux mêmes réseaux Internet ? Les nouveaux usages apparus durant le confinement ont aussi pu jouer sur la qualité du débit ressenti. En effet, les individus peu habitués à être confinés chez eux ont intensifié leurs usages liés à la connexion par le télétravail ou le suivi scolaire des enfants, mais aussi par l'utilisation importante des télévisions dont le signal est reçu dans beaucoup de cas par la connexion Internet. En guise d'illustration, l'enquête révèle que 42 % des individus impliqués dans le suivi scolaire d'un enfant durant le confinement disent avoir ressenti une baisse de la

(6) Un grand pôle urbain est une aire urbaine constituée d'au moins 10 000 emplois : https://www.insee.fr/fr/statistiques/1281191

(7) https://www.marsouin.org/article1183.html

(8) Les variables présentées ont été testées et sont significatives pour décrire les individus sans connexion Internet au domicile.

qualité de leur connexion pour les usages à débit *a minima* concernant par exemple les échanges de mails, la réalisation de démarches administratives ou encore les achats en ligne.

Les effets du confinement sur les usages numériques courants

Le numérique a-t-il aidé à mieux vivre le premier confinement ? L'enquête Capuni crise menée sur toute la durée de ce confinement apporte un nuancier de réponses en ce sens. Sans numérique, la continuité pédagogique et l'activité professionnelle n'auraient pu être maintenues pour beaucoup. De plus, pour nombre de Français, les liens sociaux ont pu être entretenus grâce au numérique. De nouvelles pratiques virtuelles visant à « maintenir » une certaine convivialité ont émergé comme « les apéros Zoom » ou encore « les concerts en ligne ». Parmi les activités courantes des Français faisables *via* le numérique mais pas forcément intégrées comme pratiques courantes avant ce confinement, telles que faire ses courses en ligne, prendre un rendez-vous médical en ligne, consulter un médecin ou suivre la scolarité de ses enfants, il semblerait que le confinement ait poussé à utiliser le numérique. Un exemple fort est celui du suivi de la scolarité. Les parents, qui étaient déjà nombreux à suivre la scolarité de leur(s) enfant(s) en ligne, se sont retrouvés 94 % à le faire par le numérique pendant le confinement (Plantard, 2021). À l'inverse, alors que, avant le printemps 2020, 21 % des Français téléconsultaient leur médecin, le confinement en a poussé seulement 12 % à tenter cette pratique en ligne. Un tiers des Français effectuent leurs courses en ligne d'habitude, et 11 % de plus ont tenté l'expérience pendant le premier confinement. Précisons tout de même que faire ses courses pendant ce confinement était une des seules sorties autorisées par dérogation. Alors que la moitié des Français avaient l'habitude de prendre leurs rendez-vous médicaux par le numérique, 6 % seulement l'ont fait pendant le confinement. Pour effectuer ses démarches administratives, que ce soit déclarer et suivre ses impôts, faire une demande de prestation et suivre ses dossiers à la CAF ou à la sécurité sociale, l'usage du numérique est généralisé et même (quasi) obligatoire. S'agissant des impôts par exemple, il faut rappeler que depuis 2019, si la résidence principale des Français imposables est équipée d'un accès à Internet, la déclaration de revenus doit être réalisée sur Internet. Toutefois, Bercy précise : « Si vous estimez ne pas être en mesure de le faire, vous pouvez continuer à utiliser une déclaration papier ». Le premier confinement n'a pas changé grand-chose. Entre 80 et 90 % des Français effectuent ce type de démarche *via* le numérique, et quelques personnes supplémentaires s'y sont mises pendant ce confinement (+ 4 % pour Pôle emploi et pour la sécurité sociale, + 2 % pour la CAF et + 1 % pour les opérations bancaires).

Les télétravailleurs confinés

Pendant le premier confinement, de nombreux travailleurs se sont retrouvés projetés du jour au lendemain en situation de télétravail sans forcément avoir ni l'équipement, ni l'espace nécessaire à leur domicile. Par ailleurs, il s'agissait principalement de télétravail à temps plein (98 %). L'enquête Capuni crise révèle que 22 % des personnes en télétravail pendant le premier confinement pratiquaient déjà le télétravail de manière hebdomadaire juste avant ce confinement. Ces travailleurs avaient probablement déjà un aménagement spécifique dans leur foyer pour la pratique du télétravail. Quant aux autres, il est possible qu'ils aient dû s'adapter au début du confinement. Ces différences entre catégories socioprofessionnelles étaient déjà observées avant le printemps 2020 (DARES, 2017). La nouveauté est que les Français de tous niveaux de diplôme ont pu avoir recours au télétravail en période de confinement, ce qui n'était pas le cas auparavant (Schampheleire et Martinez, 2006).

L'ont-ils bien vécu ? L'enquête montre qu'une grande majorité de télétravailleurs confinés (62 %) s'est sentie au moins aussi efficace qu'auparavant, si ce n'est plus. 40 % des télétravailleurs confinés

souhaitent continuer à faire du télétravail sur une base régulière (plusieurs fois par mois). Ce chiffre est bien supérieur au pourcentage de travailleurs pratiquant le télétravail régulièrement avant mars 2020. Le confinement a donc permis d'initier et de convertir de nombreux salariés à cette forme de travail. Toutefois, 44 % des télétravailleurs confinés déclarent ne pas vouloir continuer à faire du télétravail (que ce soit leur première expérience de télétravail ou non). Le ressenti sur l'efficacité du travail accompli en télétravail ainsi que sur la qualité de vie plus ou moins confortable des individus influence de manière certaine les volontés futures concernant la demande de télétravail.

Deux principaux points de vigilance pour un numérique plus responsable

Risques de surconnexion & déconnexion volontaire [9]

Le numérique a sans aucun doute aidé à traverser la période de confinement imposée en France : il a permis de continuer à travailler, à étudier de chez soi, et à garder le lien avec ses proches, néanmoins, le revers de la médaille montre qu'il est aussi source de risques à ne pas négliger. L'illustration la plus évocatrice réside dans l'utilisation des réseaux sociaux. Malgré l'idée au départ de très grande utilité pour garder du lien social en plein confinement, l'utilisation des réseaux sociaux de manière intensive peut entraîner une certaine forme de dépendance à ces derniers (Romo *et al.*, 2017). Capuni crise révèle une augmentation importante de la part des individus utilisateurs de réseaux sociaux depuis 2019 : 81 % des individus enquêtés en 2020 sont présents sur les réseaux sociaux, contre 66 % en 2019, et 56 % de ces derniers se connectent au moins plusieurs fois par jour, contre 17 % en 2019. Ces écarts sont importants et révèlent une augmentation des relations virtuelles dans une situation de confinement, lorsque l'on prend en compte qu'un quart de la population enquêtée vit seul.

Le sentiment de connexion au numérique s'est amplifié pour une grande partie de la population qui s'est sentie autant, voire davantage connectée qu'avant le confinement (93 % de la population). Les plus concernés sont principalement les plus jeunes (57 % des moins de 29 ans) les plus diplômés. Cette surconnexion, telle une véritable addiction [10], peut avoir des effets néfastes sur le sommeil. Depuis 2019, ce sont 15 à 16 % des Français qui déclarent rester souvent, voire très souvent, en ligne le soir aux dépens de leur sommeil. La surconnexion s'invite dès le matin puisque 39 % des Français regardent les réseaux sociaux et 36 % leurs emails moins de 30 minutes après s'être réveillés, et ils sont même 37 % à y être connectés en permanence.

Pour garder un équilibre face aux sollicitations diverses liées au numérique, certains s'accordent des moments de déconnexion, **la déconnexion volontaire**, que nous avions observée en 2019 dans l'enquête Capuni, qui équivaut à « reprendre son souffle et distance, à retrouver son rythme et un temps à soi » (Jauréguiberry, 2014). Les données d'enquête récoltées pendant le premier confinement montrent que 15 % de la population s'accorde plusieurs moments de déconnexion par jour, dont 10 % allonge cette déconnexion à une journée ou plus par semaine. Toutefois, 60 % des individus ne s'accordent aucun moment de déconnexion dans la semaine.

Des inégalités qui se creusent avec les éloignés du numérique

Le confinement n'a pas révélé de nouveaux internautes [11], mais a pu permettre à certains individus de monter en compétences sur les outils et les usages du numérique : globalement, 21 % des

(9) En 2019, l'enquête Capuni a permis d'observer que des Français se déconnectaient volontairement du numérique.
(10) CAPTOLOGI (Projet Marsouin), porté par EHREL S., consultable sur https://www.marsouin.org/mot305.html
(11) Individu qui s'est connecté au moins une fois à Internet dans les trois mois précédant l'enquête.

internautes. Il s'agit surtout des personnes impliquées dans la scolarité d'un enfant (35 %) et des télétravailleurs (30 %). Ce sont encore une fois les plus diplômés (29 %) qui ont pu peaufiner leurs compétences numériques, et la classe d'âge des 40-59 ans est aussi fortement concernée (26 %). Les écarts se creusent entre ces internautes, qui sont montés en compétences sur le numérique, et les éloignés du numérique. Le numérique a aussi renforcé certaines inégalités, par exemple pour le télétravail : la majorité des travailleurs n'a pas eu recours au télétravail pendant le premier confinement, seuls 28 % ont pu en faire. Ces différences et inégalités, qui dépassent les indicateurs habituels pour mettre au grand jour l'organisation, les conditions de vie et le capital culturel « numérique », montrent aussi que le numérique a ouvert le champ des possibilités pour traverser cette crise singulière, et qu'il a permis à beaucoup de maintenir le lien. Ces premiers retours scientifiques décrivent que nos sociétés connaissent en ce moment d'importantes mutations, et que cette pandémie mondiale agit comme un véritable révélateur d'inégalités, mais aussi de solidarité et de capacité à la résilience. À l'heure où l'affirmation du « tout numérique » n'a rarement été si forte, il est important que les chercheurs et la société s'emparent de nouvelles questions, sans laisser de côté les aspects environnementaux.

Références bibliographiques

BRETON P. (1992), *L'Utopie de la communication. Le Mythe du « village planétaire »*, Paris, La Découverte.

CRÉDOC (2019), « Conditions de vie et aspirations », enquête, juin.

CRÉDOC (2020), « Pratiques culturelles en temps de confinement », enquête, juin.

JAURÉGUIBERRY F. (2014), « La déconnexion aux technologies de communication », *Réseaux*, 4(186), pp. 15-49.

Ministère du Travail (2019), « Quels sont les salariés concernés par le télétravail ? », *DARES analyses*, n°051.

PLANTARD P. (2021), « Éducation et inclusion numériques en temps de confinement », *Enjeux numériques*, n° 14, juin, pp. 14-25.

ROMO L., SALEH D., SCANFERLA E., COEFFEC A., CHEZE N. & TAQUET P., (2017), « La thérapie cognitivo-comportementale peut-elle être adaptée dans l'usage problématique des réseaux sociaux ? », *Journal de Thérapie comportementale et cognitive*, 27(3), pp. 99-109.

SCHAMPHELEIRE J. D. & MARTINEZ E. (2006), « Régulation du télétravail et dialogue social. Le cas de la Belgique », *Revue Interventions économiques Papers in Political Economy*, 34.

Éducation et inclusion numériques en temps de confinement

Par **Pascal PLANTARD**
Co-directeur du groupement d'intérêt scientifique Marsouin

Introduction

Politique, économie, santé, éducation, interactions sociales… tous les aspects de notre vie présentent désormais une dimension numérique y compris dans les périodes les plus dramatiques comme celle de la pandémie de Covid-19 de 2020-2021. « À la suite de la fermeture de toutes les écoles le 16 mars 2020, l'ensemble de la communauté éducative a dû répondre à cette situation exceptionnelle, qui a touché 12 millions d'élèves, plus de 20 millions de parents, 800 000 enseignants et 400 000 agents du ministère chargé de l'Éducation nationale, en ayant recours massivement au numérique » (Merriaux, 2021). C'est cette situation de confinement éducatif que nous proposons d'analyser à partir des travaux de recherche du groupement d'intérêt scientifique (GIS) Marsouin [(1)] et du centre de recherche sur l'éducation, les apprentissages et la didactique (CREAD) [(2)]. L'originalité de notre approche réside dans la tentative d'articulation des pratiques numériques dans le milieu contraint de l'éducation formelle scolaire transposée dans les familles par « l'école à la maison » avec les pratiques numériques personnelles des élèves, des familles et des enseignants. Cette période nous donne donc une formidable occasion d'observer et d'analyser tant les ruptures que les continuums entre *e*-éducation et *e*-inclusion.

La situation en 2019

L'enquête Capuni

L'enquête Capuni s'est déroulée de janvier à juin 2019. Elle a permis la collecte de 7 000 réponses de Français de 18 ans et plus. En 2019, la proportion d'internautes [(3)] en France métropolitaine a franchi le seuil des 9 individus sur 10 (91 %), ce qui représente 7 points de plus par rapport à l'enquête Capacity de 2016. L'ordinateur demeure l'équipement d'accès à Internet le plus possédé avec 84 % des Français qui disposent d'un ordinateur chez eux. Seules les personnes de plus de 75 ans demeurent moins connectées que la moyenne (47 % des plus de 75 ans sont non-internautes). Outre la fracture générationnelle, d'autres facteurs davantage liés aux profils socio-économiques des individus influent, dans un degré moindre, sur le fait d'être internaute : le revenu par foyer, le niveau de diplôme et la catégorie socio-professionnelle (PCS). En effet, on compte moins d'internautes en proportion parmi les personnes aux revenus les plus faibles (moins de 1 400 € par mois : 86 % d'internautes), parmi celles ayant un niveau scolaire en-dessous du baccalauréat (77 %), chez les agriculteurs (60 %) et les personnes ne travaillant pas (60 %). Le *smartphone* est quant à lui détenu par 81 % des Français, et 79 % sont usagers d'Internet sur leur *smartphone*. Néanmoins, une partie non négligeable des Français (14 %) dispose d'un téléphone

(1) Le GIS Marsouin a été créé en 2002 à l'initiative du conseil régional de Bretagne. Il rassemble les équipes de recherche en sciences humaines et sociales des quatre universités bretonnes, de trois universités ligériennes et de trois grandes écoles (IMT Atlantique, ENSAI et Sciences Po Rennes) qui travaillent sur les usages des technologies de l'information et de la communication (TIC). Cela représente une vingtaine de laboratoires de recherche.
(2) Le CREAD est le laboratoire multisite de sciences de l'éducation de Bretagne.
(3) Définition internationale d'un internaute : un individu ayant eu l'usage d'Internet au cours des trois derniers mois.

simple (sans possibilité de connexion), particulièrement les catégories d'âge les plus âgées. Il existe plusieurs raisons pour ne pas posséder de *smartphone :*

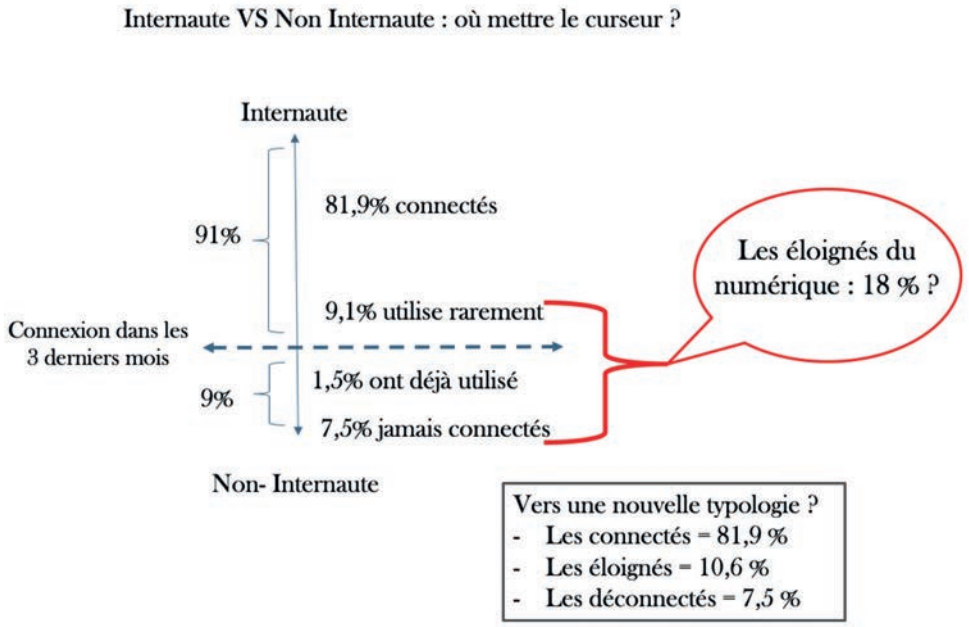
- le manque de maitrise *;*
- la non-nécessité ou le désintérêt ;
- le débit insatisfaisant.

Une autre raison émerge : 18 % des non-possesseurs de *smartphone* évoquent « la limitation volontaire de biens numériques ou électroniques ». Cette déconnexion volontaire est davantage le fait d'individus exerçant une profession intermédiaire ou de retraités ayant un niveau de vie confortable à très confortable.

En fonction de la définition, on aurait entre 5 et 18 millions « d'exclus » du numérique, ce qui produit dans les familles des facteurs multiples d'inégalités. Ils se répartissent en trois groupes :

- les habitants des territoires en bas débit et des zones blanches *;*
- les personnes en situation de pauvreté-précarité *;*
- les personnes subissant des déconnexions involontaires (par exemple : 4e âge vis-à-vis de la dématérialisation) ou choisissant la déconnexion volontaire.

En conclusion de ce panorama, l'enquête Capuni 2019 permet aux chercheurs de Marsouin de proposer une nouvelle typologie.



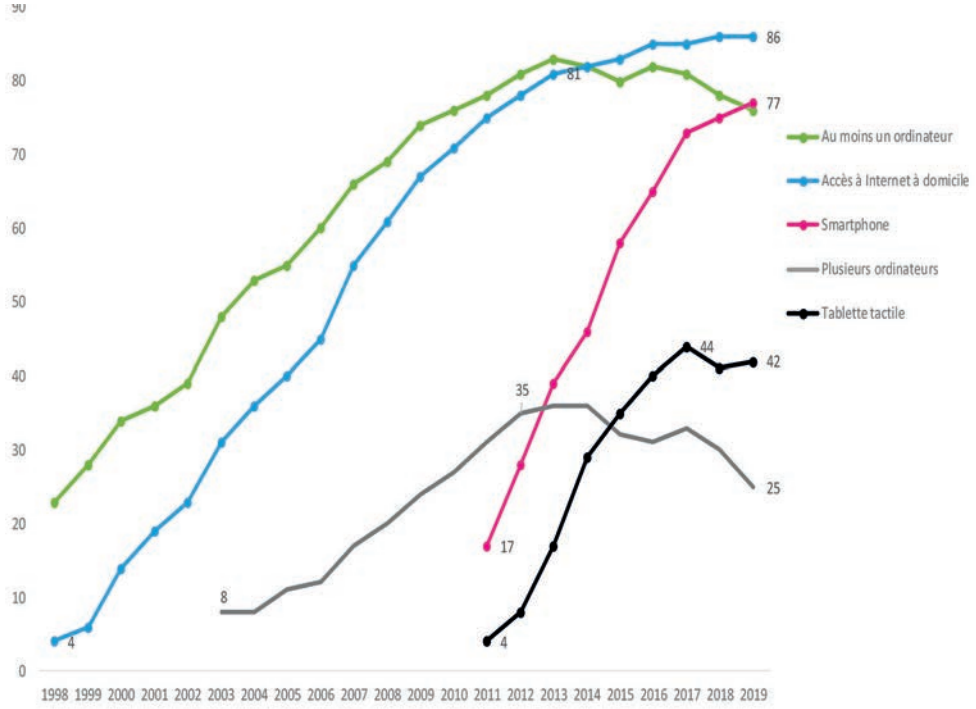
La proportion de connectés et de déconnectés à Internet (Source : enquête CAPUNI 2019, Marsouin).

La définition internationale de l'internaute comme « un individu ayant eu l'usage d'Internet au cours des trois derniers mois » était pertinente pour les comparaisons internationales lors de la phase de massification de l'Internet dans la décennie 2000. Maintenant que l'accès fixe à Internet est banalisé dans les pays développés autour de 90 %, elle n'est plus véritablement opératoire pour réfléchir les politiques publiques numériques. En additionnant les internautes qui utilisent rarement Internet aux non-internautes, on arrive à 18 % des Français, ce qui représente quand même un peu plus de 12 millions de personnes. Si les connectés étaient 81,9 % en 2019, 7,5 % ne

se connectent jamais, et 10,6 % sont éloignés des normes d'usages actuelles de l'Internet. C'est le public de la médiation numérique, même s'il faut opérer une dernière distinction entre la déconnexion et l'éloignement subis, et la déconnexion volontaire qui est en train de s'installer dans le paysage numérique.

Enfin, l'enquête Capuni décrit que, quant au suivi de la scolarité des enfants, le numérique est en cours de massification, car 37 % des internautes bretons ayant au moins un enfant scolarisé favorisent le numérique pour suivre la scolarité de leur(s) enfant(s). C'est 7 points de plus que l'ensemble des parents internautes français (France : 30 %), et 26 % d'entre eux le fait autant avec le numérique que sans. Il faut pointer ici un biais de notre enquête, car, en 2019 en Bretagne, les élèves de maternelle et de primaire n'avaient pas accès à un ENT [4] du 1er degré. Il est permis de supposer que les 12 % d'internautes bretons qui déclarent éviter le numérique (France : 8 %) ou les 26 % qui disent ne « jamais » suivre la scolarité de leur(s) enfant(s) *via* le numérique (France : 34 %) surreprésentent les familles qui ont des enfants scolarisés en maternelle ou primaire.

Le baromètre numérique du Credoc [5]



L'équipement informatique des familles (source : Enquête du Credoc sur les « Conditions de vie et les aspirations » effectuée en juin 2019 pour l'Arcep [6], le CGE [7] et l'Agence du numérique).

Il s'agit de la 19e édition du baromètre du numérique, sur lequel on peut constater le fléchissement de plusieurs courbes :

- 86 % des Français ont accès à Internet à domicile ;

(4) Espace numérique de travail (« Toutatice » en Bretagne)
(5) Centre de recherche pour l'étude et l'observation des conditions de vie
(6) Autorité de régulation des communications électroniques et des Postes
(7) Conseil général de l'économie

- 77 % des Français possèdent au moins un ordinateur, et 25 % plusieurs ; ces courbes d'équipements baissent depuis 2012 et, en 2019, le *smartphone* devient le premier mode d'accès à Internet ;
- l'équipement en tablette qui ne décolle pas au-delà des 42 %.

Les effets numériques du premier confinement en 2020

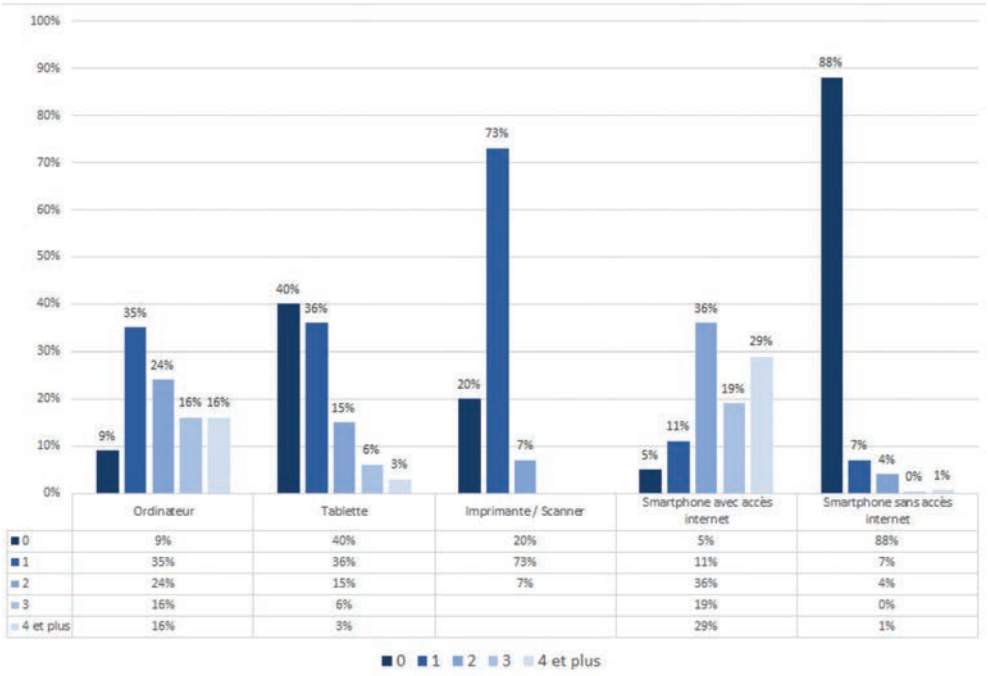
Dès le 17 mars 2020, premier jour du confinement, nous avons monté une enquête Capuni crise, miroir « confiné » de l'enquête Capuni 2019, en interrogeant 2 500 personnes.

Les familles

Le degré d'équipement des foyers avec des enfants scolarisés

Depuis le Plan informatique pour tous de 1986, l'argument de la réussite scolaire est un puissant levier marketing pour la vente de biens et de services technologiques, ce que démontrent une nouvelle fois nos données Capuni crise :

- 91 % des familles possèdent au moins un ordinateur (Credoc : - 5 pts) ;
- 60 % des familles possèdent au moins une tablette (Credoc : - 18 pts) ;
- 80 % des familles possèdent au moins une imprimante ou un scanner ;
- 95 % des familles possèdent au moins un *smartphone* avec accès à Internet (Credoc : - 18 pts).



	Ordinateur	Tablette	Imprimante/ Scanner	Smartphone avec accès internet	Smartphone sans accès internet
0	9%	40%	20%	5%	88%
1	35%	36%	73%	11%	7%
2	24%	15%	7%	36%	4%
3	16%	6%		19%	0%
4 et plus	16%	3%		29%	1%

L'équipement informatique des familles : 9 % des foyers avec enfant(s) scolarisé(s) n'ont pas d'ordinateur, et plus de la moitié (54 %) en possède deux ou plus (source : Capuni crise 2020, Marsouin).

Ce qui donne, en négatif, 9 % des familles sans ordinateur, 40 % sans tablette, 20 % sans imprimante ou scanner, et 5 % sans *smartphone* avec accès à Internet.

Les écarts très nets entre les deux enquêtes ne peuvent s'expliquer par des différences méthodologiques ou des achats massifs entre juin 2019 (Credoc) et avril 2020 (Capuni crise),

mais bien par le suréquipement des familles avec des enfants scolarisés par rapport à la moyenne nationale.

L'accompagnement des enfants dans leur scolarité

Etes-vous impliqué dans l'accompagnement scolaire des enfants ?

	n	%
non	128.01	27.56
oui mais pas le referent principal	147.35	31.73
oui tres implique	189.08	40.71
Total	464.45	100.00

L'implication des parents dans la scolarisation de leurs enfants (source : Capuni crise 2020, Marsouin).

Nos données Capuni crise indiquent que 40 % des parents, qui se disent « très impliqués » avec leurs enfants pendant l'épisode « école à la maison » du premier confinement, estiment savoir réaliser aujourd'hui beaucoup plus de choses avec le numérique. Elles montrent aussi que 17 % des parents concernés par l'école à la maison ont rencontré des difficultés *:* pour 9 % d'entre eux, celles-ci étaient liées à l'usage des technologies et pour 11 % liées au suivi scolaire. Dans les familles, tous nos répondants ou presque pointent l'absence d'un ou plusieurs enseignants avec, comme en écho, beaucoup d'enseignants qui stigmatisent la distance des familles vis-à-vis de l'école (Fiévez, 2017).

Commençons par un panorama de la parentalité scolaire des « très impliqués » :

- les femmes *;*
- les 30-44 ans qui sont dans la moyenne d'âge des parents d'élèves ;
- les habitants des zones rurales isolées (ZRI) *;* l'hypothèse d'un renforcement de la vigilance des parents de ZRI dû aux caractéristiques éducatives sur leurs territoires reste à creuser, dans la continuité de l'ANR INEDUC [8] qui démontre que, si les territoires sont importants pour lutter contre les inégalités par la mise à disposition des ressources éducatives, les capitaux économiques, sociaux et culturels des familles sont déterminants dans l'appropriation de ces ressources territoriales par les adolescents (Danic *et al.,* 2021) ;
- les parents d'enfants de la maternelle au collège : lorsqu'il n'y a que des lycéens dans le foyer, les répondants ont tendance à être moins impliqués dans l'accompagnement scolaire ;
- lorsqu'il y a un ou des enfants uniquement en primaire.

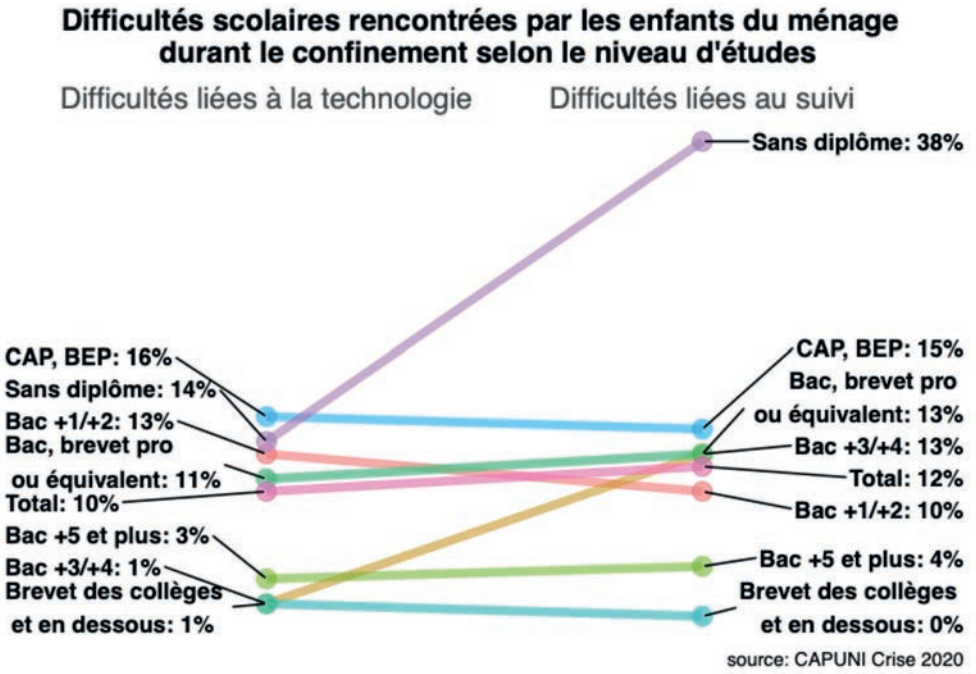
Chez les « moins impliqués », on trouve :

- les personnes sans activité professionnelle ;
- les personnes déclarant trouver leur vie difficile ;
- les personnes seules avec des mineurs ;
- les parents peu ou pas diplômés.

Les personnes déclarant s'être améliorées dans leur usage du numérique durant le premier confinement étaient plus impliquées dans l'accompagnement scolaire. Nous avons aussi constaté une potentielle dépendance entre le niveau d'études des parents et le type de difficultés rencontrées

(8) Un programme de recherche sur les inégalités éducatives

lors de ce confinement, soit vis-à-vis de la dimension proprement technologique du suivi soit vis-à-vis de la dimension du suivi scolaire.

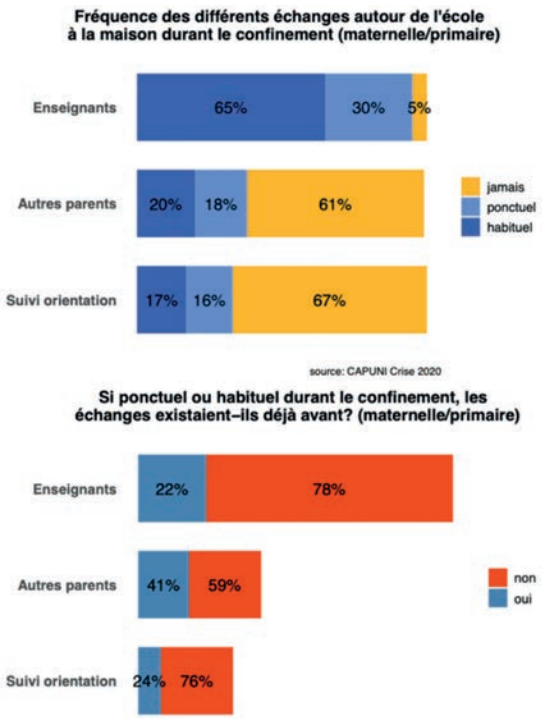


Les difficultés scolaires rencontrées durant le confinement : Difficultés technologiques : Bac + 3 / + 4 : 1 % ; CAP BEP : 16 %. Difficultés liées au suivi scolaire : Bac + 5 et plus : 4 % ; Sans diplôme : 38 %.

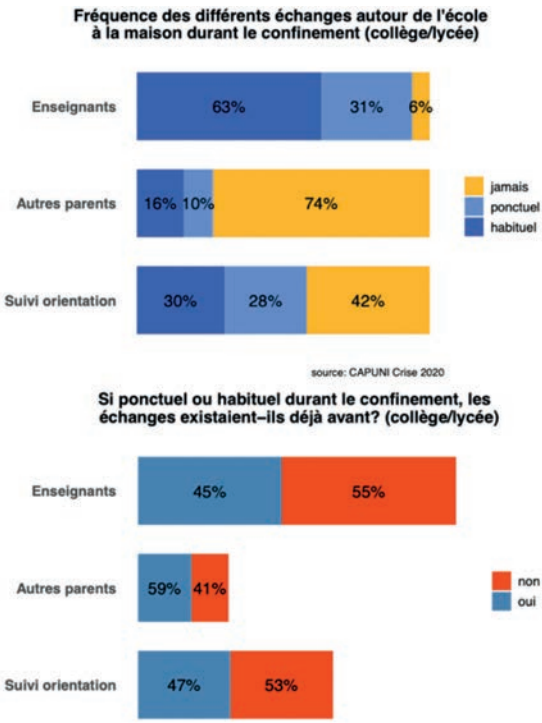
On constate donc une nette prévalence du rapport des parents à l'école (du parcours scolaire) dans les difficultés évoquées. Là où les « sans diplôme » sont 14 % à avoir des difficultés avec la technologie, ils sont 38 % à déclarer avoir eu des difficultés avec le suivi scolaire (Bac + 5 et plus : 4 %). Ce qui confirmerait que l'apprentissage expérientiel des pratiques numériques est moins discriminant que le vécu scolaire des parents peu ou pas diplômés. Ce qui rejoint les travaux constatant le poids des déterminants sociaux et académiques sur l'accompagnement des élèves en situation de confinement (Sanrey *et al.,* 2020). Le bricolage numérique a néanmoins ses limites dans le sentiment d'auto-efficacité. En effet, si 31 % des répondants considèrent savoir faire plus de choses avec le numérique depuis ce confinement, ils sont 57 % chez les Bac + 3 / + 4, et seulement 15 % chez les niveaux Bac et inférieur.

La communication entre les familles et les enseignants

C'est probablement là un des effets majeurs de la pandémie en 2020 que d'avoir augmenté la fréquence des échanges entre les enseignants et les parents ainsi que, mais dans une moindre mesure, entre parents autour de la scolarité. On constate des différences notables entre le 1er et le 2nd degrés ainsi que dans les classes « pivot » que sont la grande section de maternelle, le CM2, la 3e et la Terminale.



Fréquence des échanges entre les familles et les enseignants de maternelle et primaire (source : Capuni crise 2020, Marsouin)



Fréquence des échanges entre les familles et les enseignants de collège et lycée (source : Capuni crise 2020)

Pour les familles ayant des enfants scolarisés dans le 1er degré, les échanges avec les enseignants ont littéralement explosé pendant le premier confinement avec 65 % d'échanges habituels et 30 % d'échanges ponctuels, soit 95 % sur un échantillon représentatif de la population française. Lorsque l'on interroge cet échantillon sur la situation avant le confinement, 78 % répondent que ces échanges n'existaient pas. Serait-ce le signe d'un nouveau dialogue entre les enseignants et les familles ? La différence est moins nette en ce qui concerne les échanges entre parents (38 % face à 41 % pré-confinement), qui se sont peu développés et qui sont très discriminés socialement comme a pu le démontrer, entre autres travaux, le projet ANR INEDUC (Danic *et al.,* 2021). Pour le suivi de l'orientation, l'évolution est aussi moins nette (33 % face à 24 %), et l'on peut évoquer au moins deux raisons à cela. L'impératif de la « continuité pédagogique » a reculé dans le temps et dans le rang des priorités les questions d'orientation dans le 1er degré, et les effets de paliers d'orientation qui sont moins forts dans le 1er que dans le 2nd degré.

Pour le 2nd degré, les échanges avec les enseignants sont très proches de ceux du 1er degré avec 63 % d'échanges habituels et 31 % d'échanges ponctuels, soit 94 %. C'est la situation de départ qui diffère puisque 55 % (1er degré : 78 %) répondent que ces échanges n'existaient pas avant le confinement. Ces résultats montrent davantage un développement qu'une explosion. Rappelons aussi que les « espaces numériques de travail » (ENT) permettant une communication institutionnelle ne sont pas encore tous déployés dans le 1er degré et, en conséquence, les enseignants du 1er degré en avaient alors moins l'expérience. Les échanges entre parents ont diminué (2nd degré : 26 % face à 55 % avant le confinement ; 1er degré : 38 % face à 59 %), ce qui peut s'expliquer par une

socialisation parentale plus forte autour de l'école quand les enfants sont petits. Par ailleurs, le suivi de l'orientation a été renforcé pendant le confinement (2nd degré : 58 % face à 53 % ; 1er degré : 33 % face à 24 %), essentiellement autour des paliers d'orientation de la 3e et de la Terminale.

Les enseignants

Notre point d'entrée vis-à-vis des pratiques numériques des enseignants est l'enquête en ligne *e*FRAN IDÉE [9], effectuée en décembre 2019 sur un effectif de 936 enseignants du 2nd degré en Bretagne [10]. L'échantillon est déclaratif et n'est donc pas représentatif de la population enseignante, mais suffisamment proche des moyennes pour permettre des projections. Sur l'ensemble des données encore à travailler, nous retiendrons le tableau suivant :

Nous avons listé ci-après des propositions d'usages de technologies numériques en classe, merci d'indiquer si elles semblent correspondre à vos usages en c

	Jamais ou rarement	1 à 2 fois par mois	1 à 2 fois par semaine	Tous les jours ou presque	Total
J'utilise un tableau numérique ou vidéo projecteur pour projeter un support que j'ai préparé à l'avance	11%	5%	11%	73%	100%
Je prépare des supports de cours sur ordinateur (diaporama, etc.) qui me servent à introduire la séance avant de mettre les élèves au travail sur des supports issus de manuels papier	14%	14%	21%	51%	100%
J'articule les technologies numériques à d'autres supports « papier crayon » (cahier, prise de notes, manuel, etc.).	20%	19%	19%	42%	100%
Je me sers des technologies numériques pour introduire une nouvelle notion	21%	29%	22%	28%	100%
Je me sers des technologies numériques pour faire travailler mes élèves en petits groupes	30%	35%	20%	15%	100%
Je fournis des documents complémentaires à mes élèves avant ou après mon cours via le Moodle, l'ENT de mon établissement ou d'autres moyens de communication (mails, google drive, etc.)	39%	18%	18%	25%	100%
Je me sers des technologies numériques dans les phases de mises en commun des productions d'élèves (par exemple avec un visualiseur pour montrer un cahier d'élève, etc.)	43%	25%	17%	15%	100%
J'apprécie que ma salle dispose d'un tableau classique et d'un Tableau Blanc Interactif (TBI). Je complète ce qui est projeté en écrivant sur mon tableau classique.	48%	5%	9%	39%	100%
Je me sers des technologies numériques pour faire travailler certains élèves individuellement	48%	25%	15%	12%	100%
Je me sers des technologies numériques pour mettre en œuvre des temps d'entrainement et de systématisation des connaissances	48%	28%	13%	11%	100%
Mes élèves utilisent des applications ou des logiciels spécifiques à ma discipline (logiciel de géométrie dynamique pour les mathématiques par exemple, etc.)	49%	23%	12%	16%	100%
Je me sers de technologies numériques pour évaluer mes élèves (QCM sur Moodle, production de capsules vidéos pour la tâche finale, quizz, etc.)	61%	22%	9%	8%	100%
Total	36%	21%	16%	28%	

p = <0,1 ; Khi2 = 2208,4 ; ddl = 33 (TS)

Les usages numériques des enseignants (source : *e*FRAN-IDÉE 2019).

En assemblant différentes catégories, on arrive au constat global suivant :

- 1/4 des enseignants étaient acculturés aux technologies numériques (voir 25 % « Tous les jours ou presque », ligne 6) ;

(9) Merci à Agnès Grimault-Leprince pour le travail sur l'enquête IDÉE auprès des enseignants.

(10) L'échantillon contient :

- 1/3 d'hommes, 2/3 de femmes (en France, 58 % des enseignants du secondaire sont des femmes) ;
- Type d'établissement d'enseignement : 55 % des répondants enseignent en collège, dont 5 % en SEGPA (section d'enseignement général et professionnel adapté), 33 % en LEGT (lycée d'enseignement général et technologique), 15 % en LP (lycée professionnel), 6 % en ULIS (unité localisée pour l'inclusion scolaire – collège ou lycée) ;
- Statut : 66 % de PLC (professeur de lycées et collèges), 14 % PLP (professeur de lycées professionnels), 13 % agrégés, 5 % contractuels, 3 % stagiaires ;
- Disciplines les plus représentées : 17 % en langues vivantes, 13 % en mathématiques, 12 % en français, 9 % en histoire-géographie, 7 % en économie-gestion, 6 % en sciences et vie de la terre, 6 % en physique-chimie, 5 % de disciplines de spécialités professionnelles, 4 % EPS, 3 % en technologie ;
- Ancienneté : 6 % des répondants exercent depuis 1 an ou 2, 7 % ont une ancienneté située entre 3 et 5 ans, 12 % entre 6 et 10 ans, 30 % entre 11 et 20 ans, 36 % entre 21 et 30 ans, et 9 % plus de 30 ans ;
- 5 % exercent en REP (6,9 % de la population scolaire de l'académie sont scolarisés en REP – réseau d'éducation prioritaire) ;
- 53 % exercent en zone urbaine, 22 % en zone périurbaine, 31 % en zone rurale.

- 1/2 des enseignants avaient des usages simples (voir 51 % « Tous les jours ou presque », ligne 2) ;
- 1/4 des enseignants n'avaient pas ou peu d'usages (voir 22,5 % « Jamais ou rarement », moyenne des lignes 1 à 6).

Les résultats sont similaires pour les différents types d'établissements (collège, LP, LEGT).

À partir de ce constat de départ, nous avons relancé une enquête en ligne [(11)] comparable à celle de décembre 2019, mais adaptée au contexte de « l'école à la maison ». Elle a été déployée, dans le cadre de Capuni crise, sur un effectif de 525 enseignants du 2nd degré en Bretagne au printemps 2020. Si la comparaison « toute chose égale par ailleurs » est impossible statistiquement, elle nous donne des indications de tendances intéressantes pour poursuivre les recherches. Nous avons réduit le tableau « modalités pédagogiques » à 3 entrées (sur 15 initiales) pour le tableau suivant :

	Avant le premier confinement			Depuis le premier confinement		
	Jamais	Ponctuel	Habituel	Jamais	Ponctuel	Habituel
Mise à disposition de cours, de ressources et d'exercices en ligne	28 %	51 %	21 %	18 %	13 %	69 %
Scénarisation de séquences pour l'apprentissage à distance	32 %	48 %	20 %	17 %	15 %	68%
Classes virtuelles ou autres formes d'enseignement à distance	82 %	9 %	9 %	24 %	23 %	53 %

Les usages numériques des enseignants. Méthodologie : cocher deux réponses par ligne, une qui correspond à la situation « avant le confinement » et une « depuis le confinement » (source : Capuni Crise 2020, Marsouin).

Cette enquête nous indique que le premier confinement aurait poussé **les enseignants des 50 % médians vers des usages plus importants du numérique** dans la mise à disposition de ressources pédagogiques, de scénarisation de cours et d'enseignement à distance.

Les données qualitatives du 1er volet [(12)] du projet *e*FRAN-IDÉE permettent d'identifier six facteurs déterminants de l'engagement des enseignants dans la continuité pédagogique :

- la peur de perdre le contact avec les élèves et les familles les plus fragiles, ce qui renvoie, historiquement, aux fondements de la pédagogie ;
- l'ouverture aux propositions des élèves ;
- l'effet prescriptif des enseignants sur les environnements numériques éducatifs utilisés par les familles, qui représentent probablement un nouvel espace de liberté pédagogique ;
- le rôle des chefs d'établissement : le « chef d'orchestre » chargé du pilotage, de la dynamique et

(11) Un autre biais est identifiable dans notre méthodologie d'enquête volontaire en ligne, la culpabilité de déclarer ses difficultés en ligne que nous connaissons bien avec nos enquêtes antérieures sur le non-usage. Nous continuerons les travaux avec des observations et des entretiens qualitatifs d'enseignants non usagers des technologies numériques.
(12) Voir thèse en cours : *Dynamiques collectives et parcours individuels dans l'appropriation des instruments numériques par les enseignants du second degré* par Didier PERRET, CREAD-Marsouin, Université Rennes 2.

de l'organisation de l'enseignement hybride ou à distance ;
- la distance réflexive des enseignants par rapport aux injonctions paradoxales produites par les discours politiques et médiatiques vis-à-vis des réalités de terrain (Perret et Plantard, 2020) ;
- les cultures numériques des enseignants, où la formation entre pairs et/ou avec l'entourage personnel devient fondamentale [(13)].

La situation du quart des enseignants « décrocheurs » de la continuité pédagogique est préoccupante. S'il y a des situations critiques de santé, de technophobie ou de *burn out*, il y a aussi des enseignants minés par des conflits de légitimité entre la forme scolaire classique à laquelle ils sont arrimés et cette évolution rapide, pendant le confinement, s'appuyant sur les technologies numériques qui passent de **l'illusion du contrôle**, dans l'enseignement présentiel classique, au **devoir d'accompagnement,** dans l'enseignement hybride ou à distance (Peraya, 2020).

Les élèves

La parole des élèves, qu'on a très peu entendus lorsqu'ils étaient enfermés chez eux, se libère. Nous aimerions aujourd'hui faire entendre la parole de ces lycéens pendant le premier confinement du printemps 2020, pour ce faire nous avons mis en place en février 2021 un questionnaire ouvert et en ligne avec de larges plages qualitatives, destiné aux étudiants de 1ère année de licence à Rennes et qui étaient lycéens l'an précédent.

Voilà quelques verbatim qui semblent indiquer les signes d'une auto-organisation coopérative :

« Nous avions un camarade qui a créé un serveur [sur] Discord pour tous les élèves et les professeurs, il était très bien organisé et tenu, c'était très pratique. Puis les professeurs ont voulu changer de plateforme, ce qui a été plus complexe. Mais nous communiquions toujours sur ce serveur entre nous » (Bac S, Carentan les Marais).

Ce que confirme cet enseignant de lycée lors d'un atelier de recherche coopérative organisé dans le cadre du Forum recherche et éducation du 2 février 2021, mais pas pour toutes les classes :

« J'ai créé tout de suite dès le premier jour du confinement un groupe [sur] Messenger, et ça a extrêmement bien marché, parce qu'ils [les terminales] étaient concernés par leur scolarité. Ça a nettement moins bien marché avec des secondes... C'est beaucoup, beaucoup plus difficile avec des élèves, par exemple, de seconde, qui ont vu dès le début l'occasion évidemment de perdre le fil et de ne pas travailler, enfin de moins travailler. Donc avec les secondes, ça a été un autre outil, ça a été plutôt l'outil officiel. Malheureusement, l'outil officiel a eu très, très vite ses limites, et ça a été un vrai problème. Donc autant Messenger finalement en tant que réseau social a très, très bien fonctionné, autant l'outil officiel, moi je suis très, très dubitatif sur ça. Parce que les familles ne jouent pas le jeu non plus. »

On peut émettre l'hypothèse que les élèves en Terminale ont des échéances, mais sont globalement dans un état de maturité plus important que les collégiens, les secondes et les premières. On constate aussi une perméabilité très importante entre les pratiques numériques ordinaires et les pratiques numériques scolaires des élèves (Cottier et Burban, 2016).

Les lycéens pointent aussi une diversité dans la communication avec les enseignants :

« Pour certains, il y avait une meilleure communication, mais pour d'autres on avait du mal à les contacter, et j'ai eu certains cours que je n'avais plus à partir du confinement, mes camarades et moi-même n'avons eu aucun devoir, ni polycopié de leur part » (Bac professionnel service à la personne, Bain-de-Bretagne).

(13) Par exemple : « Les Coopératives pédagogiques numériques » (Inter@ctik, Bretagne) et « La maîtresse part en live » sur YouTube (Marie-Solène Letoqueux, Fougère, 35).

Ou témoignent d'une profonde détresse :

« […] Être enfermé, ne pas avoir pu passer le Bac, ne pas sentir le mériter, de se battre pour avoir son Bac, ne pas avoir eu le bal de fin d'année, ne pas avoir pu finir le lycée comme tout le monde, être dans le déni tout le temps, ne plus pouvoir sortir, ne plus voir ses amis, avoir l'impression d'être privé de sa jeunesse » (Bac ES, Dol-de-Bretagne).

Conclusion

Depuis quarante ans, malgré la succession des plans, le numérique s'articule encore mal avec l'univers scolaire (Amadieu et Tricot, 2014). Au-delà des difficultés matérielles, des difficultés de connexion, ce sont surtout des difficultés de pratique du numérique pédagogique qui ont été dévoilées par le premier confinement, articulées avec des expériences préalables et des capitaux culturels numériques très inégaux chez les enseignants, mais aussi chez les élèves et dans les familles. La massification de l'enseignement à distance pendant ce confinement a entrainé une mise en lumière des inégalités à la fois vis-à-vis du numérique, mais aussi de la forme scolaire dans son ensemble. Ces inégalités dépassent les indicateurs habituels pour mettre à jour l'organisation (télétravail ou non), les conditions de vie (appartement contre maison) et le capital culturel numérique. Résumer le décrochage des élèves de milieu populaire au manque d'équipement numérique, c'est ne pas tenir compte des autres problématiques (économique, sociale, culturelle, etc.) qui touchent ces populations et qui expliquent en grande partie leur éloignement de l'institution scolaire. Ce qu'a mis en avant de manière plus surprenante la crise, ce sont les fragilités numériques de tous les autres milieux sociaux.

L'envahissement du numérique via l'école à la maison et le télétravail a mis en difficulté nombre de familles traditionnelles, recomposées, monoparentales, des personnes modestes comme des « cadres sup » ayant fait de bonnes études. Par exemple, de nombreux citadins partis se confiner dans leur maison de campagne se sont vite aperçus qu'ils ne disposaient pas d'assez de réseau. On ne peut pas imaginer que les professeurs soient seuls en charge de l'éducation au numérique tant cette question est arrimée à une forme de redistribution économique, selon que l'on parle des équipements et des connexions, et à une forme de redistribution culturelle, selon que l'on parle des représentations et des usages.

Joakim Palme, cité par Jacques Bichot (2002, p. 575), décrit quatre processus de redistribution :

- la redistribution horizontale qui « vise à répartir le revenu au cours du cycle de vie » ;
- la redistribution des risques grâce aux assurances ;
- la redistribution verticale qui « consiste à prendre aux riches pour donner aux pauvres » ;
- la redistribution régressive « par laquelle le système de protection sociale prend en réalité plus aux pauvres et donne aux riches », que Palme et Bichot décrivent comme « l'effet Matthieu », en référence à l'évangile selon Saint Matthieu [(14)].

Comme le suggérait André Tricot lors de la présentation des résultats de l'enquête Capuni crise le 9 mars 2021, assistons-nous à un « effet Matthieu » qui conjugue les inégalités éducatives et sociales aux inégalités d'usages des technologies numériques ? Il serait peut-être temps de changer de paradigme. Si l'ensemble des fragilités d'un usager vis-à-vis des technologies numériques décrit sa « vulnérabilité » socio-numérique, l'ensemble de ses capacités produit sa « capabilité », pour reprendre le concept proposé par Sen (2012). La capabilité (Nussbaum, 2012) désigne l'ensemble

(14) *La Parabole des talents*, chapitre 25, verset 29 : « Car à celui qui a, on donnera, et il aura du surplus ; mais à celui qui n'a pas, on enlèvera même ce qu'il a », cité par Bichot, p. 575.

des capacités qu'une personne a le droit de réaliser, qu'elle les exerce ou non. Articulé avec la notion d'*empowerment* (Bacqué et Biewener, 2013), la vulnérabilité socio-numérique ne s'oppose donc pas à l'autonomie numérique dont rêve le « solutionnisme » technologique, mais à la capabilité qui, en France, se décline dans le registre citoyen de l'égalité dans le partage du pouvoir d'agir avec le numérique.

Pour l'éducation, cela nous conduit à faire une distinction fondamentale entre les approches par les compétences, qui inscrivent les incompétences en creux des normes scolaires classiques, et des approches par la capabilité, liées à des potentialités et à des apprentissages à développer par les apprenants. Dans le premier cas, on reste dans la posture techno-centrée du comblement de la « fracture numérique » par les biens et services technologiques. Dans l'autre, on entre dans une logique socio-éducative d'accompagnement des enseignants, des élèves et des familles vers l'*empowerment* numérique, et la citoyenneté du XXIe siècle.

Bibliographie

AMADIEU F. & TRICOT A. (2014), *Apprendre avec le numérique. Mythes et réalité*, Retz Eds.

BACQUÉ M.-H. & BIEWENER C. (2013), *L'empowerment, une pratique émancipatrice*, Paris, La Découverte.

BICHOT J. (2002), « L'effet Matthieu revisité », *Droit social*, n°6.

COTTIER P. & BURBAN F. (2016), *Le Lycée en régime numérique – Usages et recomposition des acteurs,* Octares.

DANIC I., HARDOUIN M., KEERLE R., PLANTARD P. & DAVID O. (dir.) (2021), *Adolescentes et adolescents des villes et des champs : la construction spatiale des inégalités éducatives*, Rennes, PUR.

FIÉVEZ A. (2017), *L'intégration des TIC en contexte éducatif : modèles, réalités et enjeux,* Presses de l'université du Québec.

MERRIAUX J.-M. (2021), « Le numérique à l'école : la crise sanitaire, une opportunité pour développer une culture numérique », *Enjeux Numériques*, n°13, mars, pp. 27-31.

NUSSBAUM M. C. (2012), *Capabilités*, Paris, Flammarion.

PALME J. (2002), « Protection sociale et lutte contre les inégalités : le modèle scandinave », *in* PALLIER B. & DANIEL C. (dir.), *La protection sociale en Europe : le temps des réformes*, Paris, La Documentation française.

PERAYA D. (2020), « Conférence de conclusion des états généraux du numérique pour l'éducation en Bretagne », 15 octobre.

PERRET D. & PLANTARD P. (2020), « Pratiques numériques des enseignants en Bretagne pendant le confinement. Analyse anthropologique des premières données qualitatives et quantitatives », *Formation et profession,* 28(4), hors-série, pp. 1-12.

PLANTARD P. (2016), « Temps numériques et contretemps pédagogiques en collège connecté », *Distances et médiations des savoirs,* 16, https://doi.org/10.4000/dms.1660

SANREY C., STANCZAK A., GOUDEAU S. & DARNON C. (2020), « Confinement et école à la maison : l'illusion de la solution numérique », *Psychologie & Éducation*, AFPEN, hal-02978531.

SEN A. K. (2012), *L'idée de justice*, Paris, Flammarion.

Numérique de crise dans les collectivités locales : le rôle des infrastructures de la contribution

Par **Louise GUILLOT**
Cheffe de projets à La 27e Région, laboratoire de transformation publique
et **Yoan OLLIVIER**
Designer et cofondateur de l'agence de design d'intérêt général Vraiment Vraiment

Entre mai et septembre 2020, le laboratoire de transformation publique La 27e Région, l'agence de design d'intérêt général Vraiment Vraiment et l'agence de conseil en coopération territoriale Partie Prenante, ont mené une enquête de terrain collaborative sur les transformations publiques par temps de crise. Avec l'appui de la délégation interministérielle de la transformation publique (DITP), de la fondation Bloomberg Philanthropies, et d'une vingtaine de laboratoires d'innovation publique et collectivités territoriales partenaires, nous avons réalisé plus d'une cinquantaine d'entretiens, couvrant six grandes controverses et documentant une dizaine de phénomènes administratifs nés durant la crise.

Quelle place le numérique a-t-il occupé dans la gestion de la crise à l'échelle locale ? La crise a-t-elle acté l'avènement d'un tant promis « pilotage par la donnée » ? La dématérialisation des démarches a-t-elle tenu à l'épreuve de la crise ?

Dès le premier confinement en mars 2020, dans les collectivités locales, les services de l'État et les forces vives des territoires se sont efforcés d'innover dans leur pratique. Dans ce contexte critique, l'impératif de continuité de service a bousculé le management public et transformé les modalités de prise de décision. De nouveaux modes de coopération sont apparus, la relation des institutions publiques aux usagers et aux citoyens s'est recomposée. De multiples innovations ont émergé – plateformes de mise en relation entre citoyens, plateformes d'appel aux habitants isolés, etc. Construites pour faire face à la crise, ces diverses réponses éclairent la manière dont le numérique a trouvé sa place dans cette période, et esquissent la place qu'il pourrait occuper demain, dans la perspective d'une action publique plus contributive.

Nous proposons ici de revenir sur trois usages et détournements d'usage du numérique observés dans la crise. Nous verrons comment ces expériences rencontrent et outillent les transformations en matière de coproduction de l'action publique.

L'outillage numérique de la démocratie contributive

La crise sanitaire a déclenché une forte mobilisation des citoyens, et la nécessité pour l'acteur public d'accompagner, voire parfois d'organiser, cette volonté d'agir. La crise du Covid-19 est en effet venue enrichir et bousculer les lignes des politiques en matière de coopération. Face à la fermeture des locaux de distribution, la baisse brutale de bénévoles et l'explosion des besoins sociaux, des partenariats protéiformes se sont tissés entre acteurs publics et citoyens.

La situation de crise s'est accompagnée d'un foisonnement d'initiatives citoyennes : des distributions alimentaires à la production de visières par les *makers*, en passant par le bénévolat

dans les EHPAD, les solidarités de voisinage ou les couturières bénévoles. Ces initiatives et nouvelles coopérations ont porté sur des enjeux aussi prégnants que l'aide d'urgence, la mise à l'abri, la gestion du matériel de protection. Elles dessinent une mise en commun de certains pans de l'action publique, et élargissent le champ de l'intérêt général au-delà des acteurs (publics et parapublics) habituellement en charge.

Pour organiser la montée en puissance de ce « contributivisme » à l'échelle locale, les collectivités ont été très nombreuses à mettre en place des plateformes d'engagement citoyen. Ces plateformes sont pensées pour accompagner les volontés d'engagement des habitants, et organiser la mise en lien entre des propositions d'engagement et des besoins du territoire.

La ville de Grenoble a par exemple mis en place « Voisins Voisines », un site qui permettait aux citoyens de proposer leur aide ou de rechercher des voisins prêts à fournir une aide souvent précieuse. Lors du premier confinement, près de 2 500 grenoblois et grenobloises avaient proposé leur contribution sur cette plateforme. Plusieurs catégories permettent de trouver facilement des personnes près de chez soi : aide aux devoirs à distance, conversation à distance, courses de première nécessité ou autres propositions. Il est aussi possible de partager des « bons tuyaux ». À l'automne 2020, cette plateforme a été pérennisée, en élargissant le champ de l'engagement : les citoyens peuvent désormais participer à des actions solidaires portées par l'acteur public, telles que la plateforme d'appel aux personnes isolées.

À Nantes, afin d'aider, de faciliter et de coordonner au mieux ces initiatives locales, la municipalité a mis en place un réseau d'entraide citoyenne. La participation de nombreux acteurs associatifs, d'agents de la collectivité ainsi que le travail collaboratif et agile entre directions a permis de répondre aux besoins de plus de 1 400 familles. Du point de vue de l'administration, le mode de travail adopté pour mettre en œuvre cette cellule a été une nouveauté : décloisonnement fort de l'organisation, travail en transversalité, niveau élevé de confiance et d'autonomie accordées à la cellule, travail en mode projet avec pour objectif prioritaire d'identifier une solution.

Ces plateformes de mise en relation ont souvent été conçues par les collectivités, mais totalement alimentées par l'initiative citoyenne. Elles sont des outils opérationnels d'une forme de fabrique ascendante de l'intérêt général par les citoyens, et articulent le rôle d'entremetteur de l'acteur public. Ces dispositifs ont aussi permis de simplifier l'implication citoyenne, sur le principe que toutes les volontés d'engagement peuvent rencontrer un besoin. Pour ces deux raisons, ces nouvelles plateformes accompagnent l'émergence d'une démocratie contributive sur le territoire. Elles pourraient à terme outiller une politique de la contribution citoyenne plus large, s'appuyant sur un ensemble de mécanismes innovants (guichet unique de l'engagement, équipe d'agents entremetteurs pour accompagner les citoyens, lignes budgétaires dédiées aux actions contributives, etc.).

Les nouvelles voies d'accès aux droits à l'ère du tout-à-distance

Cette gestion de la crise par la contribution a aussi été observée à l'intérieur de l'administration, lorsque des agents ont rejoint, soit de manière bénévole, soit par réaffectation, des plateformes contributives internes sur des missions *ad hoc* d'adaptation à la crise. Ce fut notamment le cas pour de nombreux départements et CCAS (centre communal d'action sociale), qui ont mis en place des plateformes d'appel aux usagers fragiles.

En imposant la relation à distance, le confinement a profondément transformé le rapport entre l'administration et l'usager. Il a contraint les collectivités à ajuster les démarches administratives, pour s'adapter à ce contexte inédit et éviter d'aggraver la situation de citoyens déjà fragilisés par la crise. Si le premier confinement a rendu impossible le contact humain présentiel, peu de collectivités ont toutefois opté pour un scénario 100 % numérique, qui renforce les inégalités

d'accès au dispositif. Pendant la crise, de nombreuses collectivités ont mis en place des systèmes de permanence téléphonique inversée : à l'inverse des numéros verts, cette permanence consistait à prendre régulièrement des nouvelles des publics fragiles, sans raison autre que de maintenir le lien et identifier d'éventuelles problématiques.

Ce fut notamment le cas dans le département de la Seine-Saint-Denis, où plus de 50 000 appels furent passés sur la période du premier confinement par des agents. Pour ce faire, le département s'est appuyé sur deux mécanismes : d'une part, la mobilisation d'agents réaffectés et formés pour le premier contact et, d'autre part, la compilation de banques de données d'usagers pour cibler les usagers les plus fragiles. Concernant leur formation, les agents volontaires s'inscrivaient sur une plateforme d'appel, qui leur fournissait un script de conversation et les coordonnées des personnes qu'ils devaient appeler. Leur intervention évoluait selon une trajectoire pensée en amont, prenant en compte la courbe d'apprentissage (par exemple, commencer par les appels avec des personnes âgées puis aller vers des situations plus complexes).

Lorsque les rôles de chacun étaient bien définis, la collectivité parvenait à articuler ces plateformes de repérage avec les métiers et les missions classiques de l'aide sociale, grâce à des *process* de partage d'informations et de tâches bien pensés : si l'agent volontaire détectait des difficultés, il remplissait un formulaire pour l'usager concerné. Ensuite, des « orientateurs », c'est-à-dire des personnes qui maîtrisent toutes les compétences sociales du département, réorientaient la demande vers le bon service, tout en gardant une trace sur un fichier Excel du traitement de chaque demande.

Ces plateformes sont particulièrement frugales techniquement, s'appuyant tout juste sur un tableur Excel partagé. Mais elles requièrent une organisation pointue de l'affectation des agents, reposant sur des dispositifs innovants en matière de gestion des ressources humaines. Elles témoignent, en somme, des complémentarités et du nécessaire équilibre entre innovation organisationnelle et innovation technique dans la reconfiguration de la relation bénéficiaire-action publique.

Usages et détournements d'usages des données

Enfin, la crise a permis de mettre à l'épreuve une part importante de la politique numérique des collectivités territoriales : celle de la gestion des données. Qu'il s'agisse d'analyser la situation sanitaire, de recenser les différents besoins sur le moment et à venir, d'anticiper les effets de nouvelles mesures ou d'améliorer la prise en charge des publics les plus fragiles, le besoin de données fiables, territorialisées et appropriables par les décideurs comme par les acteurs de terrain a été criant tout au long de la crise.

La crise a-t-elle acté l'avènement d'un tant promis « pilotage par la donnée » ? La période a plutôt mis en lumière la faiblesse des capacités de production et d'utilisation par les administrations des données nécessaires pour agir dans un contexte inédit et incertain. Nos entretiens soulignent des pratiques relevant de l'artisanat de l'information stratégique : recueil de données des cas de Covid-19 « fait maison », cellule d'informateurs de terrain, rapport PowerPoint. Parmi ces pratiques plus ou moins « bricolées » de production et d'usage (parfois détourné) de ces données par les agents, l'usage de registre d'usagers dits « sensibles » nous a particulièrement intéressés.

Prenant acte de la difficulté accrue pour les usagers de manifester leurs besoins et du risque de « vague de submersion » des services sociaux post-confinement, les collectivités ont adopté une posture proactive d'identification des besoins. Ce qui impliquait d'accéder à des données d'usagers plus ou moins sensibles. Dans les départements, on a observé un réusage des fichiers des minima sociaux (les bénéficiaires des tarifs réduits des transports, les allocataires de l'APA – aide à la perte d'autonomie). Dans les villes, ce sont notamment les « fichiers canicules » qui sont mobilisés. Souvent imaginées par les agents de terrain pour répondre à des besoins, ces pratiques bricolées fonctionnent en temps de crise notamment grâce à la « bonne foi » des acteurs impliqués.

L'usage des fichiers d'usagers interpelle sur la capacité à encadrer éthiquement ces pratiques amenées à s'amplifier en cas de crises répétées (canicules, pics de pollution...). La gestion des données sensibles des usagers confronte les collectivités à des enjeux forts de gouvernance des données (qui décide que nous pouvons utiliser ces données sensibles ?) et de sécurisation (quelles solutions techniques et quels cadres préalables pour limiter les risques ?). Ces questionnements ouvrent la voie à une approche de la donnée comme un commun dont la communauté d'usagers (collectivités, citoyens...) définirait ensemble les règles d'usage, de manière à maintenir cette ressource viable.

Ces constats accentuent la dimension stratégique et démocratique de la consolidation, de la publication et de l'utilisation de données essentielles. Ils ouvrent des pistes de travail au croisement de l'amélioration des systèmes d'information, et des enjeux de coopérations interterritoriales et de gouvernance d'une ressource.

Conclusion

Qu'il s'agisse de la mise en commun de données, d'une plateforme d'appel ou d'une plateforme d'entraide citoyenne, ces trois cas soulignent la part des fonctions d'intermédiation et des outils numériques dans les solutions mises en place pendant la crise. Ces plateformes accueillent et organisent l'engagement des citoyens et des agents. En tentant de rassembler des jeux de données réparties entre administrations, les collectivités créent des ressources partagées. Ces démarches conjointes créent ainsi les infrastructures nécessaires à la coproduction et la co-délivrance de service public. Cette organisation entre acteur publics et privés, prenant appui sur des dispositifs numériques, est un facteur de mutabilité, d'adaptation permanente et d'ajustement du service.

À certains égards, ces infrastructures de la contribution s'inscrivent dans la perspective d'un acteur public "*as a platform*" (1). Pour Tim O'Reilly, avec l'État-plateforme, l'État n'apparaît plus comme un « distributeur automatique » de prestations, mais comme un « bazar », qui met à la disposition des acteurs de la société civile des ressources leur permettant de développer des services innovants (2).

Si les pratiques que nous avons observées partagent la finalité de mise à disposition des ressources pour le développement de nouveaux services, elles semblent aussi être empreintes de deux infléchissements dans la manière de faire une plateforme. La première concerne la finalité des engagements : il est moins question de mobiliser la créativité et les expertises de la société civile, que la capacité des personnes à faire et à être réactif, dans une logique de polyvalence. Les activités qui prennent appui sur ces plateformes sont ainsi rarement innovantes en tant que telles, mais relèvent davantage d'une logique de préservation, de maintien d'un lien social et d'attention à l'autre. Elles témoignent d'un partage des rôles sur des missions de maintenance plutôt que sur des innovations : dans le cas des plateformes d'appel ou d'entraide, c'est le « travail du *care* » (3) qui devient contributif.

La seconde question qui s'ouvre est celle de la gouvernance de ces ressources et infrastructures communes. Autrement dit, la place des contributeurs dans la définition des règles d'usage de ces ressources. Ce fut particulièrement saillant concernant l'utilisation des données sensibles des usagers, et le détournement d'usage de certains fichiers d'usagers. La perspective d'une réutilisation, à des fins certes louables mais non prévues, appelle à une plus grande place donnée aux usagers eux-mêmes dans ces décisions. Cela ouvre la voie d'une gestion en commun de ces plateformes et de ces ressources.

(1) O'REILLY T. (2011), "Governance as a Platform", *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, 6(1), pp. 13-40.
(2) CHEVALLIER J. (2018), « Vers l'État-plateforme ? », *Revue française d'administration publique*, 167(3), pp. 627-637.
(3) « Le *care* est l'objet d'un partage social selon le genre, la race et la classe. Il peut alors devenir l'objet d'un travail mal rémunéré (travail des dominés ou des faibles au service des puissants) et peu considéré alors même qu'il constitue un rouage essentiel du fonctionnement de la société de marché. […] Cette dévalorisation systématique du *care* s'enracine dans une association constante avec la sphère privée, l'affectivité et la proximité ; le *care* est ainsi naturalisé et sa reconnaissance comme travail difficile déniée », https://laviedesidees.fr/Pour-une-theorie-generale-du-care.html

Grandes entreprises et réponses à la crise : Télétravail, l'arbre qui cache la forêt

Par **Nicolas PETTE**
École du management et de l'innovation

« Il faut rester chez soi ». En mars 2020, la France découvrait la vie en pandémie, entre travailleurs en première ligne, commerces non essentiels et confinement. La société tout entière se mettait alors entre parenthèses dans l'attente de reprendre une activité normale. Contraintes de mettre en place dans l'urgence des mesures fortes, les entreprises ont alors basculé dans le télétravail, adapté leurs chaînes logistiques, pris des mesures de sauvegarde de la trésorerie, adapté leurs SI...

Un an plus tard, tandis que nous affrontons en Europe une troisième vague qui n'est pas moins violente que les précédentes, force est de constater que les entreprises – et singulièrement les grandes, auxquelles nous allons nous intéresser ici – sont loin d'être restées dans un temps suspendu. C'est au contraire une puissante accélération qui s'est produite, sous l'effet d'un triple choc : technologique bien sûr (le télétravail en étant l'élément le plus immédiatement visible, mais il est loin d'être le seul), organisationnel (le bouleversement des modèles historiques) et socio-économique (accélération de l'*e*-commerce, mutation des modes de consommation).

Accélération plutôt que rupture, car les évolutions étaient déjà largement engagées. Mais par les réponses qu'elle a suscitées – et dont la colonne vertébrale est, à l'évidence, le numérique –, la pandémie a bien constitué un point de bascule de la transformation des grands groupes.

Un choc technologique : le « télétravail confiné », élément le plus visible de la réponse numérique à la crise

Le télétravail est sans conteste la plus visible des réponses mises en œuvre par les entreprises pour préserver la continuité de leur activité et assurer l'adaptation de leurs modèles de production [(1)]. Une réponse qui a produit des effets massifs et immédiats. Les chiffres de l'Insee [(2)] montrent ainsi que lors de la seconde quinzaine de mars 2020, toutes mesures confondues (chômage partiel, travail à distance), moins d'un tiers des effectifs continuait de travailler sur site. À l'automne 2020, quatre mois après le premier confinement et avant la bascule dans le deuxième, on estimait que près de 40 % des salariés étaient encore en télétravail, à raison de deux fois par semaine [(3)], ce qui s'est prolongé lors des mois suivants – le deuxième confinement a atteint un niveau de télétravail presque aussi élevé qu'en mars 2020 [(4)]. Il faut cependant souligner la grande diversité des situations en fonction des secteurs d'activité et des typologies d'emplois [(5)].

(1) Une étude publiée par le World Economic Forum en octobre 2020 souligne qu'au niveau mondial les trois réponses principales planifiées par les entreprises face au Covid-19 sont : « l'accélération de la digitalisation des modes de travail » (84 % des répondants), la « possibilité de travailler à distance » (83 %) et « l'accélération de l'automatisation des tâches » (50 %).
(2) *Insee Première* (2020), « L'impact de la crise sanitaire sur l'organisation et l'activité des sociétés », n°1830, 10 décembre.
(3) Essec Chaire Workplace Management (2020), « Mon bureau post-confinement », enquête, septembre.
(4) Selon la DARES (direction de l'animation de la recherche, des études et des statistiques), un quart des salariés a été en télétravail au moins un jour par semaine, 40 % l'ont été entre deux et quatre jours, et presque un sur deux tous les jours.
(5) Dans une étude commandée par le ministère du Travail, de l'Emploi et de l'Insertion, 40 % des actifs en emploi déclarent que leur métier ne peut être exercé en télétravail, tandis que 25 % le déclarent possible « avec difficulté » (« L'activité professionnelle des Français pendant le confinement », novembre 2020).

Dans les premières semaines, cette bascule dans un fonctionnement de crise ne s'est pourtant pas faite sans inquiétudes ni difficultés, à la fois du côté des salariés et de celui des directions d'entreprise.

Pour la plupart des salariés, le télétravail « non choisi et confiné » était une première expérience non préparée et brutale, dans un contexte familial et matériel souvent peu adapté (présence d'enfants en bas âge, partage des équipements et des connexions, manque d'équipements professionnels élémentaires)[6]. Ces difficultés ont été surmontées, mais expliquent pour partie la demande croissante de retour sur site qui a été constatée dès la fin de l'année 2020.

Du côté des entreprises, cette bascule a constitué un défi de taille, en premier lieu pour les directions des systèmes d'information (DSI). Dans les premières semaines, la question de la mise à disposition d'ordinateurs portables et surtout de la « guerre de la bande passante » s'est souvent posée.

Moins visible, la question de la cybersécurité s'est révélée être l'autre crise dans la crise. Les chiffres disponibles montrent que le passage au télétravail a constitué un point de faiblesse préoccupant[7]. La nécessité d'accroître le nombre de connexions à distance de manière rapide (avec une priorité donnée à la disponibilité des systèmes) et d'adopter des mesures d'urgence (en autorisant par exemple des connexions depuis du matériel personnel) a pu parfois conduire les équipes SI à négliger les besoins accrus de sécurisation.

En dépit de ces difficultés, pourtant, aucun *crash* notable ne s'est produit. À la surprise des directions d'entreprise, les usages informatiques se sont modifiés très rapidement, et des outils qui restaient marginaux dans la vie quotidienne des équipes ont connu un essor extraordinaire, même si cela ne s'est pas toujours fait sans difficultés[8]. Colonne vertébrale des échanges, le courriel a vu son usage augmenter dans les premières semaines, mais les outils de travail collaboratif (agenda partagé, stockage partagé, messagerie instantanée, tableaux partagés, etc.) – en premier lieu, bien sûr, les outils de visioconférence (Teams, Zoom, Google, etc.) – ont connu en parallèle un essor très rapide[9].

Pour autant, les deuxième et troisième confinements ont donné lieu à une forme de fatigue à l'égard du travail à distance[10], avec une forte demande de retour au bureau[11] – en particulier de la part des jeunes et des salariés non-cadres –, et une reprise significative du travail sur site a été constatée début 2021. Un an après le début de la pandémie, en France, le télétravail semblait refluer progressivement, pour revenir à des chiffres moyens proches de l'avant-crise[12]. Ce reflux a d'ailleurs opposé les pouvoirs publics « aux secteurs qui se relâchent »[13].

Faut-il en conclure que le télétravail, s'il s'est imposé comme un élément central de la réponse à la crise, n'a pas vocation à perdurer dans la « vie normale » des entreprises ? Probablement pas.

(6) GIS Marsouin, Labo société numérique, enquête « Capuni crise » de janvier 2021 ; l'ANACT relève de son côté dans une étude publiée en juin 2020 qu'un salarié sur trois a télétravaillé dans un environnement inadapté.
(7) Pour la France, l'ANSSI (Agence nationale de la sécurité des systèmes d'information) a enregistré depuis mars 2020 une hausse de 400 % des tentatives de *phishing* et une multiplication par quatre en 2020 des attaques de « rançongiciels ».
(8) 58 % des DRH déplorant par exemple des difficultés d'adaptation des collaborateurs aux outils d'échange à distance, 38 % mentionnant un besoin accru d'accompagnement des managers : ANDRH (2020), « Les DRH face à la crise de la Covid-19 », avril.
(9) Selon l'enquête Marsouin précitée, 62 % des télétravailleurs ont participé à des visioconférences durant le premier confinement.
(10) Selon une étude Ifop publiée en novembre 2020, un quart des personnes interrogées disait moins bien vivre le deuxième confinement, un tiers de ceux ayant télétravaillé déclarait que leur charge de travail s'était détériorée.
(11) Harris Interactive & ministère du Travail, de l'Emploi et de l'Insertion (2020), « L'activité professionnelle des Français pendant le confinement », novembre.
(12) Mais si le nombre de télétravailleurs avait alors réduit, le nombre de jours télétravaillés restait nettement supérieur à ce qu'il était les années précédentes (3,6 jours par semaine contre 1,6 en 2019).
(13) « Télétravailler partout où c'est possible devient impératif », déclarait par exemple le Premier ministre au début du mois de février 2021.

Au contraire, en conduisant les employeurs à imposer le travail à distance à tous les emplois qui le permettaient – avec des règles collectives fortes : pas de volontariat, temps complet, bascule sur les outils numériques –, le premier confinement a profondément modifié les représentations collectives.

Ce qui était perçu comme une facilité ou un avantage, un élément de bien-être et de santé au travail reposant sur le volontariat et destiné à un faible nombre de collaborateurs [14] s'est en effet imposé comme une perspective nouvelle pour un large nombre d'actifs. La pandémie a renversé les perspectives. Cette première expérience a fait prendre conscience tant aux directions d'entreprise qu'aux salariés qu'un mode de travail plus hybride pouvait être envisagé durablement et de manière étendue [15]. Davantage de flexibilité, une réduction des coûts immobiliers, des gains de productivité notables, ..., les avantages apparents de ces nouvelles organisations du travail ne manquent pas.

Les trois confinements ont ainsi modifié la manière de se projeter dans l'avenir, dessiné un autre rapport au travail. Ce n'est pourtant là que la partie la plus visible de l'*iceberg*. En vérité, d'autres transformations dues à la crise sanitaire engagent en profondeur – et de manière plus discrète – l'organisation du travail.

Un choc organisationnel : la transformation silencieuse des organisations

Une étude menée après le premier confinement par François Dupuy, Sébastien Olléon et Cécile Roaux [16] a mis en avant la révolution silencieuse provoquée par la pandémie dans le fonctionnement et l'organisation des grandes entreprises. Ils constatent en effet une forme de « désobéissance organisationnelle » et de « rééquilibrage du pouvoir au sein des hiérarchies », qui expliquent pour partie selon eux la résilience des entreprises dans la crise. Autonomie retrouvée, prise d'initiative, émergence de nouveaux collectifs : le numérique a été au cœur d'une vraie transformation managériale, « avec un rôle déterminant joué par l'encadrement de proximité, en première ligne pour assurer la continuité de l'activité et préserver les collectifs de travail ».

En résonnance avec cette analyse qui fait des managers de proximité les vainqueurs héroïques de la pandémie au travail [17], de nombreuses grandes entreprises se sont fait l'écho des difficultés de la ligne hiérarchique intermédiaire et des fonctions siège, qui n'ont pas toujours fait leurs preuves dans la tempête – difficulté à apporter des solutions, à être à l'unisson des réalités locales, à faire preuve de suffisamment d'empathie et de soutien.

La mise à plat des modèles organisationnels est donc à l'ordre du jour – y compris sous l'effet de plans d'économies et de réductions des coûts – avec la possibilité d'envisager des organisations moins pyramidales, moins hiérarchiques, plus ouvertes et plus agiles. « Débureaucratisation », « aplatissement des hiérarchies », "*empowerment*", « digitalisation »… La pandémie a de fait joué un rôle d'activateur de transformations qui étaient discutées depuis plusieurs années. Le grand mouvement engagé par de nombreux groupes de réduction de leurs surfaces immobilières de bureaux et de refonte de leur siège illustre bien cette remise en cause des organisations anciennes.

Dans cette évolution, le numérique est central et semble être perçu par tous comme la clé d'une résilience indispensable. Par la remise en cause des modes de contrôle traditionnels et des

(14) Les chiffres publiés ne rendaient cependant pas compte d'une réalité pour partie informelle et faite d'arrangements locaux. Certaines estimations établissent qu'en réalité en 2019 près de 30 % des salariés télétravaillaient pour une moyenne hebdomadaire de 1,6 jours – Malakoff Mederic Humanis (2019), « Où en est le télétravail en France », février.
(15) Selon l'Insee, à l'issu du premier confinement, 26 % des sociétés envisageaient d'avoir plus souvent recours au télétravail de façon pérenne ou transitoire, pour une moyenne de 25 % du temps de travail.
(16) DUPUY F., OLLÉON S. & ROAUX C. (2020), « Le télétravail a diversement affecté les organisations », *Le Monde,* tribune, 30 décembre.
(17) Fondation Jean Jaurès, « Les attentes de l'entreprise à l'issue d'une année 2020 hors norme ».

intermédiations historiques, il accélère l'obsolescence du modèle pyramidal. Cette bascule à l'œuvre n'est pas la moindre des réponses des entreprises face à la pandémie.

Et demain ? Une crise peut en cacher une autre

L'après-Covid-19 ne se résumera donc pas à un retour aux équilibres du « monde d'avant ». Grâce aux leçons apprises dans la tempête, les grands groupes dessinent progressivement un modèle opérationnel différent, mieux à même de faire face aux crises à venir.

La « divine surprise » du Covid-19 pourrait ainsi avoir marqué une nouvelle étape dans la réinvention des entreprises et leur « mutation numérique ». Pourtant, à la faveur de ces évolutions accélérées, de nouvelles questions émergent, qui ne sont pas moins difficiles à envisager dans une concurrence mondiale qui s'intensifie.

Derrière le « travail hybride », le défi de la cohésion et de l'équité

Les nouvelles formes de travail (le télétravail bien sûr, mais aussi les différentes alternatives au salariat) réactivent ou font surgir des fractures nouvelles au sein de l'entreprise : cols bleus contre cols blancs, salariés contre précaires, employabilité technologique contre compétences obsolètes, etc.

Les questions sont nombreuses (mentionnons par exemple le débat apparu autour de la notion de subordination et la remise en cause des structures historiques de la relation salariale), et le risque pour une entreprise de ne plus savoir « faire société » est une menace directe sur son efficacité et sa capacité à créer de la valeur de manière durable. Repenser la cohésion et la coopération au sein des collectifs de travail est donc indispensable [(18)].

Derrière « l'entreprise flexible et modulaire », le défi de la cohérence et de la manœuvrabilité

On a beaucoup parlé de résilience et de flexibilité ces derniers mois, et la capacité des grands groupes à gagner en agilité, à bâtir des alliances et à œuvrer dans des « écosystèmes d'entreprises » réinventés, ou encore à combiner des modèles d'affaires multiples constitue à l'évidence l'une des leçons tirées de la crise.

Cependant, au-delà des slogans, cela suppose des évolutions profondes – et difficiles – de la gouvernance et du pilotage de ces grands groupes pour maintenir « une ligne claire » et préserver leur cohérence.

Derrière « l'entreprise engagée », le défi des contradictions

La confiance et la demande de protection à l'égard des entreprises s'est intensifiée au cours de la pandémie [(19)]. Les questions de santé et de bien-être au travail redeviennent une priorité de bien des entreprises alors que ces sujets étaient passés au second plan – certains y voient même le retour d'une « entreprise providence ».

Cette demande de protection s'ajoute à une demande accrue de sens et d'engagement responsable, notamment sous l'effet des menaces climatiques. Alors que la sortie de crise se profile, le risque est grand pour les entreprises de ne pas pouvoir tenir toutes les promesses faites, ou du moins celle de pouvoir trouver le bon équilibre entre l'exigence de performance et l'exigence de responsabilité.

Le numérique a permis de surmonter la crise sans sombrer. Les tendances déjà à l'œuvre se sont accentuées, et les usages numériques se sont accélérés de manière forte. Tirée par la technologie, ses potentialités – mais aussi ses menaces –, la mutation du travail et des organisations va se

(18) GOMEZ P.-Y. (2020), « Télétravail : réinventer la coopération », *Le Monde*, 16 septembre.
(19) Fondation Jean Jaurès (2020), baromètre « Fractures françaises » : + 13 points avec 47 % d'indice de confiance.

poursuivre à marche forcée, pour faire face aux défis de la sortie de crise – notamment aux enjeux de compétitivité et d'innovation. À l'heure où la confiance dans les grandes entreprises n'a jamais été aussi élevée [20], des nouveaux défis apparaissent, et cette « nouvelle question numérique » constitue sans doute l'horizon immédiat des prochaines années.

Bibliographie

ADEME (2020), « Télétravail, (Im)mobilités et modes de vie : étude du télétravail et des modes de vie à l'occasion de la crise sanitaire de 2020 », juillet.

ALBOUY V. & LEGLEYE S. (2020), « Conditions de vie pendant le confinement : des écarts selon le niveau de vie et la catégorie socio-professionnelle », *Insee focus,* n°197, Insee, 19 juin.

AUTOR D. & REYNOLDS E. (2020), "The nature of work after the Covid crisis: Too few low-wage jobs", The Hamilton project, Essay 2020-14, July.

BATUT C. (2020), « Quel avenir pour le télétravail après le confinement », *Le carnet de l'EHESS*, 26 novembre.

COLLAS F., GUERILLOT G., TREBAOL S., LALANCETTE S. & PENARD T. (2021), « Travail et numérique pendant le confinement du printemps 2020 », 22 janvier, Marsouin.

DINGEL J. & NEIMAN B. (2020), "How many jobs can be made at home?", white paper, Chicago, Becker Friedman Institute, UChicago.

FLAMAND J., JOLLY C. & REY M. (2020), « Les métiers au temps du Corona », *France Stratégie*, avril, n°88.

HALLEPEE S. & MAUROUX A. (2019), « Quels sont les salariés concernés par le télétravail », DARES analyse, n°51.

LALLEMENT M. (2021), « Les trois révolutions du télétravail », 4 janvier, AOC.

LLORCA R. (2020), « Fractures françaises 2020 : cinq enseignements pour les entreprises », Fondation Jean Jaurès.

MESSENGER J. (dir.) (2019), *Telework in the 21st century: an evolutionary perspective*, Cheltenham, Elgar, Genève, International Labour Office.

OECD (2020) "Productivity gains from teleworking in the post-covid era: how can public policies make it happen?", September 7.

PORA P. (2020), « Comment le télétravail affecte-t-il la productivité des entreprises ? Les enseignements très partiels de la littérature », *Le blog de l'Insee,* Insee.

RICHER M. (2020), « Déconfiner le travail à distance », Fondation Terra Nova, 19 novembre.

VARGAS LLAVE O., MANDL I., WEBER T. & WILKENS M. (2020), "Telework and ICT-based mobile work: flexible working in the digital age", Luxembourg, Eurofound.

VITAUD L. (2020), « Ce qui se cache derrière les chiffres du télétravail en France », Institut Montaigne, blog, septembre.

World Economic Forum (2020), "Resetting the future of work agenda: Disruption and renewal in a post-covid world", white paper, October.

World Economic Forum (2020), "The future of jobs", report, October.

(20) Elabe & Institut de l'entreprise (2020), « Les nouvelles attentes des Français envers les entreprises », enquête, 22 septembre.

Travail à distance, travail confiné ?

Par **Amandine BRUGIERE**,
Édouard ROBIN
et **Karine BABULE**
Agence nationale pour l'amélioration des conditions de travail (ANACT)

La crise pandémique : moteur de la prévention et de la transformation numérique des organisations

Un an après le début de la crise pandémique en France, il n'est plus besoin de démontrer l'ampleur tout à fait inédite de celle-ci sur le monde du travail. Arrêt de la production pour certains, télétravail massif pour d'autres, ou maintien des activités sur site accompagné de mesures de prévention drastiques, modifiant en profondeur les gestes professionnels [(1)]. Ces trois configurations étant, le plus souvent, réunies dans une même entreprise. Les enjeux de santé publique tendent à primer sur le développement économique, et font reposer sur les infrastructures numériques les leviers de continuité de l'activité.

Devant composer dorénavant avec le risque sanitaire, les entreprises font face à un double défi : **la prévention intégrée des risques pour la santé des individus au travail et l'accélération de la transformation numérique**.

En effet, la crise a développé de façon accélérée les pratiques de travail à distance, et les usages numériques au travail. Mais les difficultés rencontrées par les individus ou les collectifs de travail soulignent combien ces usages ne sont pas qu'une problématique technologique relevant de compétences techniques, mais **également une dynamique sociale et organisationnelle**. Vue essentiellement comme un facteur de performance ou de « **résilience » au travail, la transformation numérique peut aussi être un réel facteur de risques professionnels et de fragilités organisationnelles** (inégalités d'équipement ou d'usages, isolement des travailleurs à distance ou *e*-exclusion, transformation des processus de travail, déqualification des compétences, dépendance au prestataire technique, dépendance économique aux plateformes, etc.), si elle n'est pas suffisamment pensée et **concertée**.

En partant d'une situation concrète de transformation du travail pendant la crise pandémique, nous proposons dans cet article de décrire en quoi le travail à distance – même en situation extrême de crise – constitue un modèle organisationnel spécifique, qui nécessite de repenser tout le système d'interactions au cœur du *process* de travail, et en particulier les formes d'inclusion numérique. Sous peine, sinon, de faire du travail à distance un travail « invisibilisé », mais « sous contrôle », facteur d'inégalités et de risques psycho-sociaux.

Travail à distance : où en sont les entreprises un an après ?

Lors du premier confinement, c'est plus d'un tiers de la population salariée [(2)] qui a été placé en télétravail à domicile. Un tiers des actifs était en activité sur site, et environ un tiers en chômage

(1) BRUGIERE A., PAVAGEAU M. & ROUSSEAU T. (2020), « Le monde du travail à l'épreuve d'un coronavirus : analyses et réflexions », *Revue des Conditions de travail*, n°10, juillet, pp. 6-13.
(2) DARES (2021), « Activité et conditions d'emploi de la main-d'œuvre pendant la crise sanitaire Covid-19 en décembre 2020 », enquête flash ACEMO.

partiel (cela ayant entraîné *ipso facto* une réaffectation de l'activité sur les collaborateurs en présence, et de la polyvalence). Ces chiffres connaissent de fortes disparités selon les territoires (métropolitains ou plus ruraux), et d'un secteur d'activité à un autre (pas de télétravail pour les commerces essentiels, mais moindre télétravail aussi pour le secteur bancaire ou assuranciel [3]).

Après le premier confinement, on a observé [4] une diminution de la proportion de télétravail et une nette augmentation du travail sur site (plus de 50 % des actifs en moyenne), et ce, tous secteurs d'activité confondus, entre mars et avril 2020, et entre octobre et novembre 2020. Début 2021, la proportion de télétravailleurs [5] avoisine celle observée avant la pandémie (même si le nombre de jours reste plus élevé). Les raisons invoquées pour un retour sur site sont dans 79 % des cas les difficultés d'exercer à distance, 14 % une préférence pour se rendre sur le lieu de travail, 7 % une demande de l'employeur. S'il peut toujours y avoir, bien sûr, des employeurs qui ne « jouent pas le jeu », la principale raison semble bien revenir à la **question de l'organisation du travail**.

Le télétravail deviendra-t-il après la crise une nouvelle norme des organisations de travail ? Nombre d'observateurs s'accordent à dire que le télétravail déployé pendant la crise aura fait la démonstration de la possibilité d'un travail à distance (quand la culture d'entreprise ou la vision managériale pouvait parfois considérer l'inverse). 86 % des télétravailleurs [5] souhaiteraient en tout cas continuer à télétravailler après la crise.

Toutefois, rappelons que le sujet du travail à distance n'est pas neuf, au moins une trentaine d'années déjà [6], et les possibilités techniques sont largement à disposition des entreprises depuis le milieu des années 2000. Qu'est-ce que le travail à distance fait à l'activité collective de travail pour que l'organisation résiste [7] ? Quelle place y joue la transformation numérique ?

Le cas d'une entreprise de gestion de paie

Cette organisation de gestion de paie déployée sur l'ensemble du territoire a été accompagnée par une ARACT (association régionale pour l'amélioration des conditions de travail) avant le début de la crise. Le télétravail y était peu développé, l'activité en partie dématérialisée. L'introduction d'un nouvel outil de gestion de paie générait des défaillances dues à un manque d'adaptation aux besoins spécifiques des salariés, et qui empêchaient un traitement des dossiers complexes. D'où le maintien d'une gestion papier en parallèle.

Le premier épisode de confinement a amené l'organisation, faute d'équipements adaptés, à mettre un certain nombre de salariés en chômage partiel, et à reporter d'autres activités. Progressivement, les équipes ont pu de nouveau travailler 50 % en présentiel et 50 % en distanciel.

Rappelons que la gestion de paie est une matière complexe et vivante, avec beaucoup d'informations à connaître du fait de l'évolution de la législation, mais aussi de cas complexes liés aux arrêts, des spécificités qui ne reviennent pas tous les mois, une répartition des activités entre plusieurs catégories d'acteurs (gestionnaires de paie et service RH), une circulation qui ne peut pas être contournée même en cas d'urgence, des dates butoir indépassables, et des tensions qui se cristallisent la dernière semaine avant la paie...

(3) *Le Parisien*, « 52 mises en demeure depuis octobre, banques et finance dans le viseur du ministère ».
(4) DARES (2021), « Activité et conditions d'emploi de la main-d'oeuvre pendant la crise sanitaire Covid-19 en décembre 2020 », enquête flash ACEMO.
(5) Malakoff-Humanis (2021), « 100% télétravail, retour au bureau, va-t-on vers un travail hybride ? », baromètre annuel Télétravail.
(6) BRETON T. (1994), Le télétravail en France : situation actuelle, perspectives de développement et aspects juridiques, Paris, Éd. La Documentation française.
(7) Communication d'Amazon en mars 2021 : "*Our plan is to return to an office-centric culture as our baseline. We believe it enables us to invent, collaborate, and learn together most effectively*".

D'une part, l'équipement en matériel portable n'était pas suffisant pour permettre le travail à distance de la majorité des effectifs, créant par là des inégalités. Encore aujourd'hui, quand celui-ci existe, c'est sans *webcam* pourtant nécessaire à la visioconférence. Il manque aussi les outils pour soutenir les échanges formels et informels indispensables au traitement de dossier entre les différents acteurs de la chaîne. Depuis la crise, l'entreprise s'est dotée de davantage d'équipements, mais les usages sont en cours d'acquisition et les équipes privilégient le présentiel et le téléphone.

D'autre part, pour le traitement des dossiers complexes, les collaborateurs sont obligés de revenir sur place (dossiers papier), avec des régulations téléphoniques avec ceux qui sont à distance. Ils jonglent alors entre différents supports physiques ou dématérialisés. Le travail à distance peut ainsi accroître les contraintes perçues pour réaliser les tâches face à un environnement de travail « partiel » : peur de ne pas avoir les informations nécessaires au traitement qui doit se faire dans un délai court – cadence de productivité rompue.

L'organisation était déjà sous-tension avant la crise : dépassements des horaires et non-prise de congés, accroissant le risque de surmenage (« si tout le monde respectait ses horaires, l'organisation ne fonctionnerait pas »). Le télétravail contraint a exigé un renforcement des usages numériques, l'adaptation des fonctionnements à la situation de collectif de travail éclaté (par exemple une boîte mail commune pour gérer les dossiers), et de nouvelles régulations individuelles et collectives. Entre autres, le dépassement des difficultés s'est fait grâce à la proximité déjà vécue au travail avant la crise – connaissance mutuelle des acteurs, connaissance du métier. Les salariés récemment employés ont, eux, fait le choix de rester un maximum sur site, afin de mieux acquérir « les ficelles du métier ».

La crise nous rappelle la matérialité du travail

La prolifération de solutions numériques depuis une vingtaine d'années pourrait nous faire croire que tout est dématérialisable, réalisable à distance par le truchement d'outils nouveaux, de technologies assez puissantes pour nous détacher des lieux d'exercice du travail. Ce serait céder à l'illusion d'une parfaite substituabilité entre activités réalisées « sur site » et « à distance », ou à la confusion entre autonomie dans les tâches et indépendance vis-à-vis de la chaîne productive. En effet, le travail est un fait social bien plus complexe, fruit d'une série d'actions certes individuelles mais articulées dans un ensemble qui les dépasse. C'est paradoxalement la matérialité du numérique, du travail et de nos organisations qui apparaît à la faveur de la crise. Ainsi que la dimension inexorablement collective du travail.

Travailler à distance plutôt qu'entre les murs de l'entreprise requiert de réorganiser tout un ensemble de fonctionnements, et d'y adapter les formes de régulation et de prévention des risques professionnels (qui relèvent de la responsabilité de l'employeur).

Un sujet illustrant parfaitement ce risque est la gestion de la déconnexion. Si le numérique a favorisé le travail « en tout lieu en tout temps » [8], ce n'est pas sans conséquence sur les conditions de travail : intensification, augmentation des amplitudes horaires, surconnexion, accroissement de la charge cognitive, dispersions de l'attention, brouillage des frontières entre vie personnelle et vie professionnelle. Or le travail à distance constitue une difficulté supplémentaire dans la gestion de la déconnexion, qui n'appelle pas de réponses simples.

Par ailleurs, le télétravail, parce que générant une plus grande sédentarité, augmente aussi les risques physiques [9] pour la santé (TMS – troubles musculosquelettiques –, maladies cardiovasculaires, lombalgies, troubles du sommeil, etc.).

(8) OIT (2017), "Working anytime, anywhere: The effects on the world of work".
(9) INRS (2020), « Du télétravail imposé en situation exceptionnelle à un télétravail qui se prolonge ».

De ce point de vue, l'utilisation des outils numériques n'est pas neutre, et peut exacerber un certain nombre de tensions [10]. Le tableau ci-dessous montre la part de promesses et de risques du numérique au travail [10].

Quelles promesses ? « Des modalités de travail plus collaboratives et ouvertes ? »	Quels risques ? « Des situations de travail plus mobilisatrices, un travail sous contrôle ? »
Accès rapide et facile à l'information	Accroissement de la charge cognitive (simultanéité, instantanéité, interruptions et dispersion, etc.) des travailleurs, infobésité, etc.
Plus de liberté et de souplesse dans l'utilisation des technologies	Possibilités de contrôle accru de l'activité
Des organisations du travail plus simples et fluides	Dépendance à des systèmes complexes
Des collaborations facilitées : les technologies s'adaptent aux personnes et aux organisations du travail peu importe le lieu et le moment	Rationalisation de l'activité : les technologies prescrivent la cadence de travail, la qualité de la production, etc.
Des activités moins pénibles	Des pertes de savoir-faire. Suppression et/ou remplacement des travailleurs, délocalisation et nomadisme

Dès lors, pour ne pas faire du travail à distance un travail confiné et risqué, il convient de soumettre les changements vécus à une plus grande délibération collective, pour qu'ils soient le fruit d'ajustements, d'arbitrages et d'apprentissages organisationnels.

Adapter les contenus et la répartition de la charge de travail

Toutes les activités au sein d'une même pratique métier ne sont pas toujours télétravaillables. Il s'agit de considérer ce qui peut se faire à distance, ou préférentiellement sur place, et ce qui rend possible la réalisation concrète des activités. La répartition de la charge de travail et les formes de coordination avec le reste de la chaîne peuvent en être modifiées. Cette réorganisation de l'activité ne relève pas seulement d'une redéfinition entre salarié-manager, mais souvent d'un ensemble plus large : l'équipe, le service.

Adapter l'environnement physique et l'environnement technique, pour qu'ils ne soient pas sources de risques pour la santé ou d'inégalités

Les outils de production ne sont pas eux non plus toujours entièrement ou en partie dématérialisables. Les environnements de travail à domicile sont loin d'être adaptés. Ils peuvent même être un facteur de dégradation des conditions de travail (travailler entre le salon et la cuisine, sur une chaise de mauvaise qualité, avec une mauvaise connexion). Le travail à domicile et en mobilité est par ailleurs aujourd'hui source d'inégalités [11] entre les cadres et les employés (plus souvent sur site), et entre les hommes et les femmes (disposant moins souvent d'un espace dédié de travail au domicile). Déjà avant la crise, compte tenu des métiers occupés [12], les femmes moins que les hommes avaient accès aux équipements numériques mobiles, entraînant une inclusion numérique à double vitesse.

(10) ANACT (2019), « 10 questions sur la maîtrise des transformations numériques ».
(11) LAMBERT A. (2020), « Le travail et ses aménagements : ce que la pandémie de Covid-19 a changé pour les Français », *Population et Sociétés*, n°579, pp. 1-4.
(12) LAMBERT A. (2020), « Le travail et ses aménagements : ce que la pandémie de Covid-19 a changé pour les Français », *Population et Sociétés*, n°579, pp. 1-4.

Soutenir les dynamiques collectives

Le travail à distance nécessite de revoir la répartition des tâches (celles réalisables à distance, celles devant se réaliser sur site), la circulation de l'information, ainsi que le maintien de la cohésion du collectif. Les dynamiques collaboratives peuvent être par ailleurs entravées par la distance (perte des échanges informels, de l'apprentissage), mais aussi complexifiées par l'hybridation (certains en présence, certains à distance à faire fonctionner ensemble).

Réinventer les modes de régulation

Le contrôle de l'activité et la prévention des risques (surcharge, isolement, hyperconnexion, ou manque d'agilité – détresse numérique) nécessitent de revoir les modalités de régulation : 1) issues du collectif qui joue un rôle essentiel dans le partage des savoir-faire, ou la gestion du quotidien ; 2) mais aussi managériale. En particulier, la distance pourrait conduire les managers à vouloir augmenter la formalisation des traces de l'activité : tout un registre des régulations informelles pourrait alors laisser place à un contrôle numérique de l'activité intrusif et désincarné, faisant fi des difficultés et des aléas rencontrés par les collaborateurs.

Maturité organisationnelle et transformations concertées

Cette période de télétravail contraint constitue pour les entreprises une expérimentation grandeur nature. Si le télétravail, avant la crise, était plus souvent activé pour apporter des solutions au cas par cas à des problématiques de conciliation de temps, de handicap ou de longue maladie, il aura été expérimenté ici comme une modalité organisationnelle à part entière. Il requiert à ce titre que soit analysé finement ce qui, dans les situations hybrides de travail, représente des ressources ou des contraintes pour les collaborateurs.

Il apparaît d'ailleurs que les entreprises qui avaient déjà une culture du travail à distance (adaptation des outils, accompagnement des collaborateurs, formation des managers) se sont adaptées plus facilement aux contraintes de la prévention au Covid-19. Une lecture diachronique des accords d'entreprises « télétravail » – quand ils sont de deuxième ou troisième génération dans une même entreprise – montre que l'entreprise développe une approche plus souple et plus adaptée aux spécificités de l'activité. On pourrait ainsi avancer l'hypothèse d'une « **maturité organisationnelle** ». C'est-à-dire que l'organisation efficace du travail à distance fait nécessairement l'objet d'un cheminement au long cours et d'ajustements successifs, qui peuvent alors être encadrés par un accord ou une charte d'entreprise évolutifs [13].

Il en va de même pour les outils numériques et leur « façonnage » par le corps social. Cela appelle à penser la **médiation numérique en entreprise** non comme un opérateur magique d'inclusion par les outils, mais bien comme une démarche d'amélioration de l'organisation et des conditions de travail. L'accord signé par les partenaires sociaux européens sur la transformation numérique [14] incite d'ailleurs à concerter l'organisation, les contenus du travail et les compétences, les conditions de travail et d'emploi, et les relations sociales, dans une même dynamique de performance globale.

(13) ANACT (2021), « 10 recommandations pour négocier un accord ou élaborer une charte ».
(14) "European social partners framework agreement on digitalization".

Logistique urbaine et pandémie de Covid-19

Par **Laetitia DABLANC**
Urbaniste, directrice de recherche à l'Université Gustave Eiffel

Introduction

La pandémie mondiale de Covid-19 a conduit à la mise en place de mesures sanitaires de degrés et d'échelles variables (confinement total ou partiel, éloignement social, couvre-feu). Ces mesures ont eu un effet majeur sur les villes, transformant les modes de vie urbains, les activités économiques et la mobilité. Pendant les confinements, alors que la mobilité des passagers, notamment dans le secteur du tourisme, s'est effondrée, les marchandises ont réussi à maintenir un haut niveau de mobilité, limitant ainsi les effets possibles de pénuries. Pour les activités logistiques, cette période a nécessité de s'adapter à un contexte complètement nouveau. La demande de marchandises a connu surtout une forte variabilité qui a mis à rude épreuve les chaînes d'approvisionnement. La logistique alors est devenue une activité prioritaire. Plus précisément, si elle a toujours été stratégique pour les villes, elle est devenue beaucoup plus visible. Avec la diminution du nombre d'habitants, l'absence de visiteurs et de touristes, et la fermeture de plusieurs activités (restaurants, écoles), la demande de biens a changé. La consommation a emprunté d'autres canaux. Les chiffres de la FEVAD (fédération du *e*-commerce et de la vente à distance) montrent qu'en 2020 les Français ont augmenté leur consommation de produits en ligne de 32 %, soit un taux d'accroissement deux à trois fois plus rapide qu'en 2019 par rapport à 2018. Les ventes en ligne des enseignes physiques ainsi que le BtoC (*business to consumer*) alimentaire ont augmenté encore plus vite. Plus d'un consommateur sur trois ayant effectué des achats alimentaires en ligne pendant le confinement était un nouveau converti, dont 70 % étaient des *baby-boomers* (FoxIntelligence, 2020).

Deux enquêtes ont été mises en œuvre pendant et après le premier confinement français (mars et mai 2020), dans le but d'obtenir des connaissances de première main sur les opérations de logistique urbaine pendant les confinements, et d'identifier les défis et les propositions de solutions des professionnels. La première enquête est le « Baromètre de la logistique urbaine en temps de confinement » (Dablanc et Buldeo Rai pour Chaire Logistics City), une enquête quotidienne du 26 mars au 8 mai 2020 auprès d'un panel de onze entreprises de livraison opérant à Paris (de PME à de très grands groupes). En outre, une enquête hebdomadaire a été menée auprès des quatre principales organisations françaises du secteur du fret et de la logistique (FNTR, TLF, SNTL et OTRE). La seconde enquête était une enquête mensuelle auprès de promoteurs immobiliers logistiques en France (Diziain et Dablanc pour Afilog), mise en place de mars à octobre 2020. Tous les grands promoteurs immobiliers logistiques ont répondu.

Résultats

Pour les transporteurs : extrême variabilité des commandes et difficultés économiques sectorielles

L'effet du confinement de mars-mai 2020 sur les entreprises de livraison a été fort. Il s'est traduit par une désorganisation des flux, qui a influencé l'optimisation des tournées. L'imprévisibilité des commandes (en volumes et en types de marchandises) a été le problème le plus complexe à gérer. La Figure 1 montre, sous forme de synthèse hebdomadaire, l'évolution du ressenti du panel

vis-à-vis du nombre de livraisons quotidiennes. En rouge, l'activité a paru plus lente ou beaucoup plus lente que d'habitude, en vert l'activité a été plus élevée ou beaucoup plus élevée que d'habitude, et en gris l'activité est restée la même. On voit sur les diagrammes circulaires que les couleurs ont changé rapidement d'une semaine à l'autre.

Figure 1. L'évolution du volume quotidien de livraison à Paris pendant le premier confinement par rapport à une période « normale », telle que perçue par les entreprises de livraison (auteures : Dablanc et Buldeo Rai).

Les jours qui ont suivi la décision de confiner la population en mars 2020 ont été marqués par une forte consommation de certains produits du quotidien, créant des situations de pénurie. Les prestataires de services logistiques et les expéditeurs ont su s'adapter rapidement pour répondre à cette nouvelle demande, qui s'est vite stabilisée. Alors que le secteur de la distribution alimentaire faisait face à une forte demande, le secteur industriel s'est effondré. L'identification officielle d'une catégorie de « biens essentiels » a entraîné une réorganisation des chaînes d'approvisionnement. De nombreuses entreprises se sont tournées vers de nouveaux marchés. Beaucoup se sont ouvertes au BtoC, accélérant ainsi un mouvement déjà amorcé. Les restaurants étant fermés, le marché de gros de produits frais, de viande et de poisson de Rungis a mis en place un service complet de livraison à domicile pour les consommateurs. Le détaillant Monoprix (groupe Casino) a transformé cinq de ses magasins situés dans des zones telles que le quartier central des affaires de La Défense (sans habitants, et tous les bureaux fermés) en entrepôts urbains ("*dark stores*") pour les services de livraison à domicile. Les livraisons « collaboratives » de pair à pair (comme Yper, basé sur la collaboration des voisins pour les livraisons à domicile) ont émergé, du moins dans les médias.

Sur le marché du colis et de l'express, les volumes de colis ont très rapidement augmenté. Les prestataires logistiques ont eu besoin d'un certain temps pour se préparer et trouver suffisamment de personnel. Non seulement les volumes de colis ont changé d'un seul coup, mais il y a également eu un changement dans leurs destinations et dans leurs types. Les fermetures temporaires de magasins (y compris les points de collecte) et la nouvelle réalité du travail à domicile ont entraîné une augmentation rapide des livraisons à domicile au sens strict, au détriment des points relais et des lieux de travail. La réalisation de livraisons sans contact a pris de l'importance (bien qu'elle ne soit pas toujours respectée par les consommateurs), les travailleurs signant le reçu à la place des

destinataires. Les types de colis se sont diversifiés : les gros envois, tels que les meubles ou les jouets d'extérieur, ou les marchandises qui ne sont généralement pas livrées à domicile, comme les grands conteneurs de peinture, sont devenus des produits courants dans les chaînes d'approvisionnement de livraison à domicile. Les répondants ont soulevé des problèmes d'absentéisme du personnel tout au long de la période d'enquête.

Une conséquence évidente de la variabilité de la demande et de la désorganisation de la chaîne d'approvisionnement a été l'augmentation des retours à vide, ce qui a dégradé la productivité. Globalement, l'augmentation de la productivité rendue possible par de meilleures conditions de circulation a été contrebalancée par d'autres facteurs, qui ont fait baisser la productivité du fret urbain : moins de retours, plus de désorganisation dans l'organisation du personnel, plus de livraisons à domicile (par opposition aux livraisons aux points relais).

Les livraisons instantanées de repas ont chuté au début (du fait de la demande réduite de repas dans les bureaux), mais ont repris à la suite de la réouverture des services de livraison par les restaurants et les chaînes de restauration rapide. La situation des livreurs indépendants, qui ont été fortement exposés – sur le plan sanitaire et économique – pendant la crise, a été mise en évidence dans le cadre de la jurisprudence sur les contrats de travail des plateformes de mobilité numérique. Une décision majeure de la Cour de cassation, en mars 2020, a souligné la nécessité d'un statut clarifié des chauffeurs et livreurs auto-entrepreneurs, et les missions engagées par la suite (Mission Frouin et *task-force* en cours) ont confirmé le mouvement de réforme engagé pour ces nouveaux métiers. Surfant sur la vague de la demande de produits alimentaires en ligne tout en répondant aux défis de la livraison, des partenariats se sont formés entre les plateformes de livraison de repas et les grandes chaînes de magasins d'alimentation. Deliveroo s'est associé à Casino tandis qu'UberEats a entamé une collaboration avec Carrefour.

Les activités de logistique urbaine ont connu plusieurs problèmes de recrutement, pour les employés mais aussi pour les travailleurs indépendants, les intérimaires et les sous-traitants du dernier kilomètre. Amazon a dû fermer temporairement ses entrepôts français à la fin du mois d'avril 2020 à la suite d'une action en justice des syndicats, car les conditions sanitaires n'étaient pas respectées. Cette décision de justice a influencé les entreprises de transport et de logistique, qui ont renforcé les mesures sanitaires ainsi que le dialogue avec les syndicats.

Il convient de noter diverses initiatives caritatives des prestataires de logistique urbaine : « Nous menons des opérations avec plusieurs partenaires pour aider les hôpitaux de Paris en fournissant des produits alimentaires invendus aux différents services des hôpitaux ».

L'immobilier logistique a bien tenu malgré de nombreux obstacles

Globalement, l'immobilier logistique se portait très bien avant le premier confinement. La pandémie a généré des pertes importantes, mais de courte durée, liées notamment à l'arrêt des chantiers. Les activités ont repris partiellement et progressivement après ce confinement (Figure 2), en s'adaptant aux nouveaux processus sanitaires sur les chantiers. Globalement, l'activité n'a diminué que de 7 % en 2020 par rapport à 2019, qui était déjà une année exceptionnellement forte.

La réorganisation du personnel a été le sujet majeur de préoccupation des responsables au cours du premier mois de confinement. Cette question est restée très importante pendant toute la période, mais rapidement, en ce qui concerne la construction et la gestion des installations logistiques, le principal défi est devenu celui des retards administratifs dans l'instruction des permis réglementaires (permis de construire, autorisations ICPE…). Les relations avec les clients, les fournisseurs et les administrations sont également devenues un défi important. Les restrictions sanitaires ont rendu (à juste titre, bien sûr) les opérations plus complexes, tant sur les chantiers qu'à l'intérieur des entrepôts en exploitation. À l'intérieur des entrepôts, les mesures intègrent

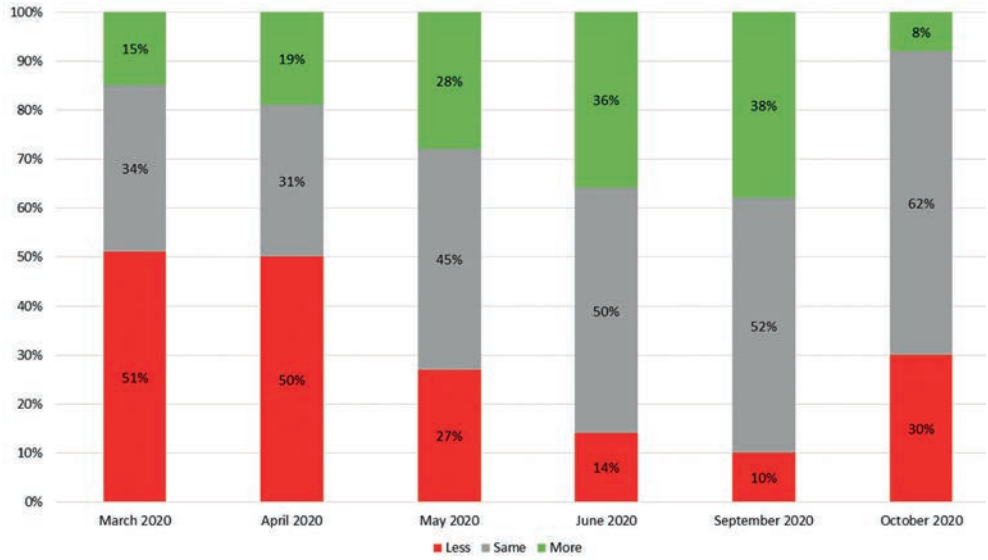


Figure 2. L'évolution des niveaux d'activité entre mars et octobre 2020, tels qu'estimés par les promoteurs immobiliers logistiques en France par rapport aux périodes « normales » (auteures : Dablanc et Diziain, pour Afilog).

dorénavant des distances physiques entre les travailleurs ainsi qu'entre les chauffeurs de camions et les manutentionnaires, le port obligatoire de masques et de gants, et des nettoyages répétés.

À la fin de la période enquêtée, les niveaux d'activités du secteur (construction, entretien et gestion d'entrepôts) sont restés élevés, en particulier dans et autour des principales villes, poussés par une demande continue d'installations urbaines pour soutenir le phénomène croissant d'achats en ligne et de livraisons express. Toutefois, des inquiétudes se sont exprimées pour le long terme : l'annulation d'événements commerciaux et la difficulté à rencontrer de nouveaux clients pourraient bien se traduire par des opportunités manquées pour 2021 et les années suivantes.

Le Tableau 1 montre le ressenti par phrases-clés suscité mois après mois par la situation. En fin de période, on voit une inquiétude croissante face à la « double perception » du grand public, de l'opinion publique et des administrations locales à l'égard des activités logistiques et des entrepôts : d'un côté, l'éloge du rôle-clé joué par la logistique pour faire face aux défis de l'organisation de la distribution des marchandises lors d'une pandémie ; de l'autre, une volonté de stopper le développement des entrepôts, parfois confondus avec les seuls entrepôts du *e*-commerce.

Mois	**Phrases-clés**
Mars 2020	Forte capacité d'adaptation
Avril 2020	Retour graduel à la normale, mais retards administratifs
Mai 2020	Fort retour à la croissance, mais retards administratifs persistants
Juin 2020	Retards administratifs, et incertitudes pour le deuxième semestre et pour 2021
Septembre 2020	2020 sera une bonne année, mais retards administratifs
Octobre 2020	2020 sera une bonne année, mais les incertitudes pour 2021 s'accroissent du fait des retards pris dans les prises de contact et les rencontres avec les clients ; craintes d'un sentiment « anti-Amazon »

Tableau 1. Phrases-clés du ressenti des acteurs de l'immobilier logistique, mars-octobre 2020 (auteures : Dablanc et Diziain, pour Afilog).

Et les politiques publiques ?

Cette année 2020 de pandémie a démontré la flexibilité de l'organisation logistique. Elle a également soulevé des questions qui concernent directement les acteurs publics, qu'ils soient locaux ou nationaux. Les collectivités locales et tous les niveaux d'administration (en particulier l'État pour certains des processus liés au développement des entrepôts) ont été impliqués dans la facilitation des opérations logistiques de plusieurs manières pendant la pandémie. Ils ont également été à l'origine de difficultés supplémentaires dans certains cas.

À court terme, une très grande réactivité pour assurer les livraisons au niveau local

Dès le début du premier confinement, les acteurs publics locaux en France ont pris une part très active pour proposer des solutions et faciliter la logistique urbaine. Les horaires réglementaires de livraison par exemple ont été immédiatement assouplis, afin de permettre le bon déroulement des activités logistiques. Au cours de la période, y compris pendant les couvre-feux, plusieurs municipalités ont mis en place des sites *web* recensant les producteurs agricoles en circuits courts ainsi que les magasins de quartiers désireux de développer un service de livraison à domicile lorsqu'ils n'en avaient pas. Au plus fort du premier confinement, le site parisien https://www.paris.fr/pages/livraison-alimentaire-a-domicile-les-commercants-parisiens-mobilises-7685 a identifié et cartographié plus de 1 000 commerçants de proximité engagés dans la livraison à domicile. Des villes ont directement mis en place des services de livraison, comme l'a fait la Ville de Paris pour les marchés de producteurs. Certaines municipalités ont transformé les cantines scolaires municipales en centres de production et de distribution de repas aux personnes isolées.

La logistique urbaine omise de plusieurs initiatives post-confinement

De nombreuses municipalités se sont engagées dans une réorganisation de leur espace de voirie pour s'adapter à un « monde urbain différent » (maire de Grenoble) après le premier confinement. C'est ce que l'on appelle « l'urbanisme tactique », qui exprime la capacité à modifier rapidement, à peu de frais et temporairement, l'utilisation de l'espace urbain. Paris a rapidement annoncé son plan pour 50 kilomètres de « coronapistes ». Une piétonisation accrue de plusieurs lieux-clés de la capitale a également été décidée. Les instructions relatives à l'utilisation de ces zones ont quelque peu tenu compte des livraisons : les vélos-cargos ont été encouragés à utiliser les nouvelles zones interdites aux voitures. Cependant, dans de nombreux cas, la circulation des VUL (pour véhicule utilitaire léger) et des camions n'a pas été prise en compte, et il a fallu une forte demande de dialogue de la part des organisations de transport de marchandises pour régler certaines des questions les plus urgentes dans la situation post-confinement, comme la mise en place de bornes de recharge rapide électrique sur la voirie. Une consultation publique entre septembre et décembre 2020, consacrée à la gestion du stationnement à Paris, a inclus l'organisation d'un atelier dédié aux questions de marchandises (novembre 2020).

Les municipalités françaises accélèrent actuellement la mise en place de zones à faibles émissions, rattrapant enfin leur retard sur le reste de l'Europe. Une question spécifique fait actuellement l'objet d'une controverse entre les décideurs locaux et les opérateurs de transport : le statut des poids lourds dans les nouvelles restrictions de circulation. Les camions à zéro émission sont encore peu disponibles à un prix raisonnable. Les opérateurs demandent des subventions pour acquérir des camions électriques et/ou des exemptions temporaires ainsi que des corridors sans interdiction pour entrer dans les villes. L'argument est que le remplacement des camions par des camionnettes électriques (beaucoup plus nombreuses) augmentera la congestion urbaine.

Sur un cas précis, les acteurs du fret ont échoué à attirer l'attention des décideurs publics sur les problèmes de livraison. Les municipalités ont donné aux restaurants et aux bars le droit d'étendre leurs terrasses, afin de pouvoir accueillir davantage de clients en plein air. Bon nombre de ces nouvelles utilisations de l'espace viaire se sont faites au détriment des zones de livraisons. Lorsque la fermeture des restaurants a été décidée à partir du début novembre 2020, les espaces n'ont pas été rendus aux livraisons et sont restés encombrés de matériel divers.

Aire de livraison bloquée par l'extension d'un restaurant (photo Laetitia Dablanc)

Conclusion : une logistique urbaine en mutation dans un monde post-pandémique

Jean-Baptiste Djebbari, ministre délégué auprès de la ministre de la Transition écologique chargé des Transports, s'exprimant devant la Commission du développement durable en avril 2020, estimait que « la crise pourrait être un catalyseur pour décarboner le secteur des transports ». La pandémie met également en question la gestion des secteurs stratégiques et de leur chaîne d'approvisionnement. Dans ce contexte, les questions de logistique urbaine post-pandémie doivent-elles être abordées avec un regard neuf ? Sur trois sujets au moins, la réponse semble positive.

- ***Accélération de l'utilisation des technologies***. Des discussions émergent sur le rôle que la technologie jouera dans la gestion du fret urbain. Les véhicules de livraison automatisés tels que les robots et les drones nécessiteront des autorisations spécifiques pour opérer dans les zones urbaines et suburbaines ; les *big data* ou « données massives » des flux de marchandises devront être connectées aux données de la ville intelligente ; les nouveaux outils de contrôle (caméras ANPR) devront être autorisés aux municipalités et leurs données accessibles aux chercheurs. Ces évolutions sont importantes pour rendre le fret urbain plus efficace.
- ***Amélioration de la situation des auto-entrepreneurs des plateformes de livraison instantanée***. L'amélioration du statut, des conditions de travail et de la rémunération des livreurs travaillant pour les applications de type UberEats ou Deliveroo est désormais un sujet politique et grand public. Leur statut et leur représentation collective sont discutés au niveau législatif. Ces

questions, qui commençaient à peine à être soulevées avant la pandémie, figurent désormais au premier plan des préoccupations.

- ***Collecte et partage de données sur le fret urbain***. La gestion des villes, d'une part, et la gestion de la logistique urbaine, d'autre part, dépendent fortement de la quantité et de la qualité des données. Ces données sont particulièrement essentielles pour faire face à la croissance exponentielle du commerce électronique. Cependant, les données sur la mobilité du *e*-commerce font défaut au niveau urbain. Il s'agit d'un paradoxe, car le commerce en ligne génère une grande quantité de données en raison de sa nature numérique, mais ces données sont largement inaccessibles aux chercheurs et aux municipalités. Plusieurs solutions existent : le partage des données des opérateurs (la municipalité de Rotterdam, aux Pays-Bas, obtient chaque semaine la localisation des points de livraison des 80 plus grands prestataires de services logistiques opérant dans la ville) ; les données enregistrées par les caméras de lecture automatique des plaques d'immatriculation mises en place pour faire respecter les zones à faibles émissions ; les données des opérateurs télécoms (celles-ci ne permettent pas encore de distinguer les profils des véhicules de transport de marchandises).

Pour aller plus loin

BCG x Foxintelligence (2020), «Online growth during Covid-19 crisis – France The view after confinement», https://web-assets.bcg.com/4c/8c/a018809f49aeb03ca3fb807321b1/bcg-x-foxintelligence-ecommerce-after-covid-19.pdf

DABLANC L. & BULDEO RAI H. (2020), « Baromètre de la logistique en temps de confinement », https://www.lvmt.fr/chaires/logistics-city/

FEVAD (2020), « Bilan du e-commerce en 2020 », www.fevad.com

OECD (2020), "Food supply chains and COVID-19: Impacts and policy lessons".

RODRIGUE J.-P. (2020), "Coronavirus impacts on trade and supply chains", METRANS Advisory Board Meeting, https://www.youtube.com/watch?v=P9z2qaWjn-4&ab_channel=USCPrice

SHEFFI Y. (2020), *The new (ab)normal: Reshaping business and supply chain strategy beyond Covid-19*, MIT CTL Media.

Urban Freight Lab (2020), "Impacts of Covid-19 on supply chains", http://depts.washington.edu/sctlctr/sites/default/files/research_pub_files/UFL-COVID19-Supply-Chains.pdf

Réseaux : réactions et adaptation à la charge et au confinement

Par **Aurore TUAL**
et **Laurent TOUSTOU**
Arcep

Les réseaux pendant la crise

La crise sanitaire de la Covid-19, en particulier pendant le premier confinement du printemps 2020, a eu de forts effets sur les usages des réseaux. Cette partie revient sur quelques observations des conséquences sur les réseaux et sur les principaux enseignements tirés de cette période.

La volumétrie du trafic Internet varie, en règle générale, très sensiblement au cours de la journée, et en fonction du jour de la semaine. En temps normal en effet, le trafic Internet connaît un pic le soir, du fait d'usages relativement consommateurs en bande passante (vidéo notamment), et durant les week-ends. Ce sont ces pics d'utilisation qui déterminent le dimensionnement des réseaux. La crise sanitaire du Covid-19 a illustré le besoin et la nécessité pour les citoyens français de rester connectés à leur environnement professionnel, personnel et culturel depuis leur domicile. Ce basculement de nombreux usages au sein des foyers a entraîné une forte augmentation du trafic, de 30 % pendant le confinement du printemps 2020 selon certaines estimations [(1)], mais aussi une modification importante du profil de trafic, avec le pic de trafic, habituellement constaté en soirée, étalé sur toute la journée. Cette situation a posé un certain nombre de questions sur le fonctionnement d'Internet, décrites dans la suite de cet article.

Gérer l'augmentation de trafic liée à la crise

Un utilisateur qui se connecte à Internet pour accéder à un contenu ou à un service particulier (par exemple navigation *web*, visioconférence, *streaming* vidéo, téléchargement, etc.) peut faire face à une indisponibilité de ce service ou contenu, voire de plusieurs services à la fois. Cette indisponibilité peut être due à une surcharge au niveau du réseau ou du système d'information d'un maillon de la chaîne technique qui permet d'acheminer le trafic du serveur hébergeant le contenu au terminal de l'utilisateur. Des saturations peuvent parfois survenir au niveau du réseau local (LAN) du domicile de l'utilisateur final, par exemple à cause d'une sur-sollicitation du Wi-Fi. Au-delà de ces limitations au niveau de l'utilisateur final, les risques de congestion peuvent avoir lieu au niveau des différents acteurs de la chaîne d'Internet. D'une façon simplifiée, les problèmes de congestion peuvent ainsi survenir à trois niveaux : au niveau du fournisseur de contenu et d'applications (FCA) ou du réseau de diffusion de contenu (CDN), au niveau des réseaux intermédiaires et des interconnexions, et au niveau du réseau du fournisseur d'accès à Internet (FAI).

Lors du premier confinement, des saturations sont apparues au niveau de nombreux fournisseurs de contenu, perturbant l'accès à plusieurs services (services de visioconférences, *e-learning*, etc.). Des tensions très locales sur l'accès à Internet mobile ont aussi été constatées ponctuellement.

Au-delà du réseau Internet, des congestions peuvent aussi apparaître sur le réseau voix. Cela a été constaté dans les premiers jours de confinement au printemps 2020 : en effet, la forte

(1) Étude Netscout à partir des données des fournisseurs français d'accès à Internet.

augmentation des appels téléphoniques avait entraîné des saturations ponctuelles et temporaires sur le réseau voix. Le redimensionnement des interconnexions concernées par les opérateurs a permis d'améliorer rapidement la situation.

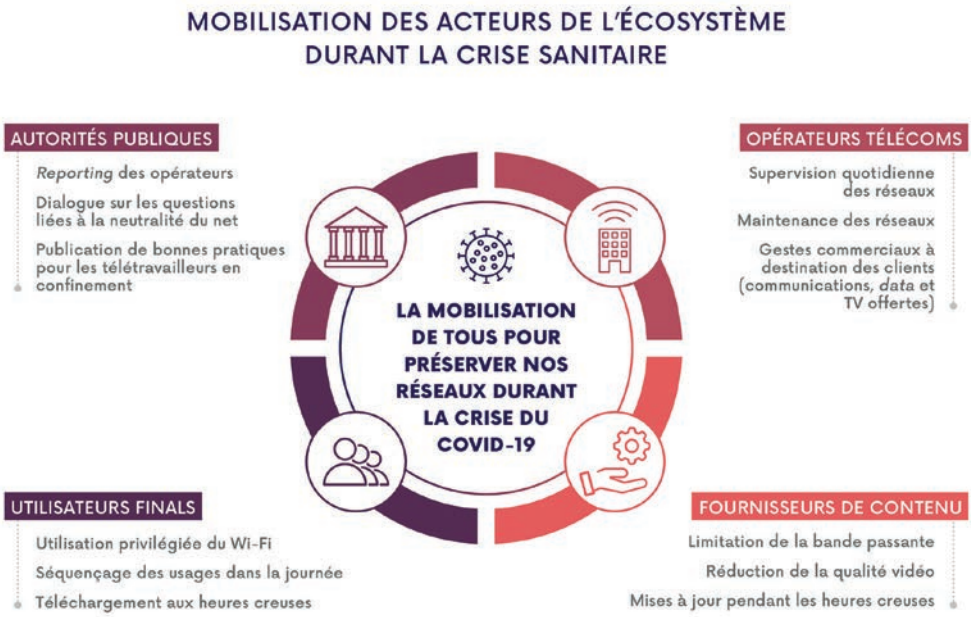
Grâce, d'une part, aux capacités et aux performances des réseaux de télécommunications et, d'autre part, à la mobilisation des différents acteurs de l'écosystème, les réseaux en France n'ont pas connu de congestion majeure durant les périodes de confinement liées au Covid-19.

Mobiliser l'écosystème pour qu'Internet continue à fonctionner

La mobilisation exceptionnelle de tous les acteurs de l'écosystème (opérateurs, fournisseurs de contenu et d'applications, utilisateurs finals et institutions publiques) a permis de faire face à l'intensité inédite des besoins numériques durant la crise.

Tout d'abord, les entreprises télécoms et le tissu de PME, d'acteurs locaux et d'associations qui les entourent ont travaillé de concert pour maintenir et assurer le fonctionnement continu des réseaux. En plus de la mobilisation de leurs équipes sur le terrain, les opérateurs ont également multiplié les gestes commerciaux à destination de leurs clients confinés : données mobiles supplémentaires offertes, communications téléphoniques gratuites, accès libre aux chaînes de télévision payantes, augmentation du débit sur certaines offres, etc.

À la suite d'un dialogue proactif initié par le gouvernement ou de leur propre initiative, les fournisseurs de contenu et d'applications ont également contribué à l'effort collectif. Les « grands » utilisateurs des réseaux, telles les plateformes de *streaming* vidéo ou encore les plateformes de jeux en ligne, ont réduit la charge de leurs contenus en circulation en limitant la bande passante requise par leurs services, en diminuant la qualité de leurs vidéos ou encore en programmant les téléchargements et les mises à jour de leurs services en période de faible affluence. Le dialogue mis en place entre Disney et les opérateurs a aussi permis d'anticiper le lancement de la plateforme de *streaming* vidéo Disney+. En effet, à la différence d'autres FCA, l'architecture retenue par Disney ne reposait pas sur son propre CDN, mais sur le recours à des CDN tiers, pouvant ainsi saturer un lien d'interconnexion partagé avec de multiples autres contenus en cas de pic d'utilisation lié au



Source : Arcep

lancement de la plateforme. Le redimensionnement de certaines interconnexions a donc pu être nécessaire pour prévenir d'éventuels risques de congestion des réseaux. Cette situation illustre la nécessité d'un dialogue proactif entre les opérateurs et les principaux fournisseurs de contenu et d'applications, pour favoriser l'anticipation des événements pouvant avoir un effet sur la charge des réseaux.

De même, les utilisateurs finals ont également pu contribuer à l'effort collectif pour les réseaux, en adaptant leurs usages, notamment guidés par les recommandations du gouvernement et de l'Arcep (Autorité de régulation des communications électroniques et des Postes) sur les bonnes pratiques à suivre, par exemple en matière de télétravail [2] ou encore les recommandations de l'Arcep pour améliorer la qualité de son Wi-Fi [3]. Ainsi, les utilisateurs finals qui ont suivi ces recommandations ont basculé certains de leurs usages de la 4G au Wi-Fi, optimisé l'utilisation de leur Wi-Fi (par exemple en utilisant des répéteurs Wi-Fi), séquencé leurs usages numériques dans la journée et reporté aux heures creuses les usages lourdement consommateurs en bande passante (par exemple les téléchargements ou les mises à jour).

Durant toute la crise, le gouvernement et l'Arcep ont opéré un suivi régulier de l'évolution des réseaux télécoms avec les opérateurs. De plus, la résilience des réseaux télécoms étant aussi une question transnationale, les régulateurs européens, dont l'Arcep, ont activement contribué au suivi de l'état des réseaux européens au sein du BEREC [4].

Garantir le respect de la neutralité du net dans cette situation exceptionnelle

Pour répondre à cette demande exceptionnelle et démultipliée de connectivité, les fournisseurs d'accès à Internet ont rapidement émis l'hypothèse de devoir prioriser l'acheminement dans leurs réseaux de certains contenus jugés essentiels (notamment le télétravail, l'enseignement à distance ou encore la télémédecine) afin d'assurer leur fonctionnement continu. Parfois présentée comme la solution pour contenir l'augmentation des flux en circulation en période de crise, cette dernière n'est pas si simple en pratique, notamment lorsqu'il est question de distinguer des flux similaires (par exemple : la visioconférence du *streaming* vidéo) ou encore lorsque des services sont détournés de leurs usages premiers (par exemple : le recours à des plateformes de jeux vidéo à des fins d'enseignement pédagogique). Si à situation exceptionnelle, mesure exceptionnelle, qu'en est-il de la validité de cette pratique au regard du règlement Internet ouvert ?

En effet, le principe de neutralité du net est protégé par le législateur européen depuis 2016. En France, c'est l'Arcep qui est chargée de sa mise en œuvre et veille à son respect par les fournisseurs d'accès à Internet (FAI). Le règlement Internet ouvert prévoit en particulier que les FAI sont tenus de traiter tout le trafic de façon égale et non discriminatoire, quelles que soient la nature et l'origine des données en circulation dans leurs réseaux. Le traitement différencié de certains contenus est donc strictement encadré par le règlement Internet ouvert, mais peut toutefois s'inscrire dans l'une des trois exceptions explicitement prévues par ce dernier, parmi lesquels le risque d'une congestion imminente. C'est dans le cadre légal de cette exception que l'Arcep a ouvert un dialogue proactif avec les opérateurs sur les éventuelles mesures de gestion de trafic envisagées par ces derniers en lien avec la crise sanitaire.

(2) Bonnes pratiques sur l'utilisation d'Internet en télétravail publiées par l'Arcep : https://www.arcep.fr/demarches-et-services/utilisateurs/teletravail-et-connexion-internet.html
(3) Cinq astuces pour améliorer la qualité de son signal Wi-Fi : https://www.arcep.fr/demarches-et-services/utilisateurs/comment-ameliorer-la-qualite-de-son-wif.html
(4) BEREC (Body of European Regulators for Electronic Communications) : instance européenne indépendante créée par le Conseil de l'Union européenne et le Parlement européen qui rassemble les régulateurs des communications électroniques des vingt-sept États membres de l'Union européenne.

Au regard du règlement Internet ouvert, les fournisseurs d'accès à Internet pouvaient, si besoin, prendre des mesures exceptionnelles de gestion de trafic afin de réduire les effets d'une congestion imminente survenant dans leurs réseaux, sous réserve que ces mesures restent exceptionnelles et respectent plusieurs conditions visant à assurer la pérennité d'un traitement non discriminatoire entre les différents fournisseurs de contenus similaires.

Ainsi, malgré la gravité et la dureté de la crise sanitaire, le règlement Internet ouvert a montré sa capacité à s'appliquer en toutes circonstances.

Les réseaux après le confinement du printemps 2020

La crise sanitaire a également été l'occasion de différents évènements qui ont fait émerger des questions sur la place et l'avenir des réseaux et du numérique en général. D'une part, elle a souligné le rôle joué par les terminaux sur l'ouverture de l'Internet. D'autre part, la période de confinement du printemps 2020 a été l'occasion d'une mise en valeur très forte de la place du numérique dans nos vies, et a encouragé les questions autour de l'empreinte environnementale du numérique.

Assurer l'ouverture de l'Internet au-delà des réseaux

Pour lutter contre la pandémie, les États ont pour la plupart développé des solutions numériques de traçage des contacts comme en France « StopCovid », devenue ensuite « TousAntiCovid ». Le développement de ces applications a confirmé tout l'enjeu de l'Internet ouvert au-delà des seuls opérateurs télécoms. Eu égard au rôle décisif joué par les deux plus grands fournisseurs de systèmes d'exploitation mobiles sur les choix des États dans le fonctionnement de ces solutions, il apparaît toujours plus indispensable de pouvoir interroger ces acteurs sur leurs choix technologiques et les entraves qu'ils imposent aux développeurs d'applications. L'extension du principe d'Internet ouvert aux OS (*operating system* ou système d'exploitation), que l'Arcep propose depuis 2018, apparaît plus que jamais d'actualité.

Accélérer la prise en compte de l'enjeu environnemental dans le numérique

Le confinement a mis en relief l'importance du numérique dans nos sociétés, en soulignant à la fois les possibilités d'échange et d'innovation que cette technologie est susceptible d'apporter à la société, mais aussi sa place toujours plus grande. Dans ce contexte, plusieurs questions liées au développement numérique ont pris une résonnance particulière, et notamment celle liée à l'empreinte du numérique sur l'environnement. Dans ce contexte, l'Arcep a également intensifié les travaux qu'elle avait initiés sur ce thème, s'adaptant à la situation en lançant une plateforme « pour un numérique soutenable », qui a donné lieu à 9 ateliers, rassemblé 127 participants et abouti à la publication d'un rapport de l'Arcep [5] fin 2020, qui identifie le sujet environnemental comme un quatrième chapitre de sa régulation.

Dans ce rapport, l'Autorité souligne qu'il n'y a pas lieu de condamner le numérique en lui-même, car il couvre une diversité d'usages si vaste – dont certains participent directement à la réduction des émissions de gaz à effets de serre tels que le télétravail – qu'on ne saurait brider ou restreindre *a priori* son utilisation. Pourtant, le numérique ne saurait être consacré comme un secteur dispensé des efforts à accomplir pour respecter l'Accord de Paris et ses exigences nouvelles. Conjuguer le développement des usages et la réduction de l'empreinte écologique du numérique, telle est l'ambition.

(5) Arcep (2020), « Pour un numérique soutenable », rapport :
https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/rapport-pour-un-numerique-soutenable_dec2020.pdf

Pour y répondre, l'Arcep a souhaité mobiliser l'instrument de la régulation en tant que courroie de transmission entre l'initiative du marché et l'exigence de l'intérêt général. Pour expliquer cette orientation, il convient de souligner la mobilisation significative d'un large ensemble d'acteurs économiques tendant à s'inscrire dans une meilleure responsabilité environnementale, comme la prise de conscience croissante de nos concitoyens quant à l'impact environnemental de leurs usages numériques : il faut relever une vaste prise de conscience, qui témoigne d'un certain niveau d'incitation des agents économiques – fournisseurs et utilisateurs – à modifier leurs comportements.

Cette mobilisation est le point de départ des propositions de l'Arcep, avec pour objectif de l'amplifier et de s'assurer qu'elle permette effectivement de dépasser le seul registre des bonnes intentions pour s'inscrire dans une trajectoire ambitieuse de réduction de l'empreinte environnementale. Ni « bridage » *a priori* ni acte de foi dans les résultats de la responsabilisation spontanée. Alors que les réseaux ne représentent qu'une part très minoritaire de l'enjeu écologique du numérique, il s'agit de porter cette logique de manière plus systématique, notamment pour ce qui concerne les terminaux, centres de données et fournisseurs de service.

La mise en place d'une régulation environnementale du numérique est une décision qui relève d'abord du pouvoir politique. C'est à ce dernier qu'il appartient de définir le niveau d'ambition et en particulier la trajectoire dans laquelle il souhaite inscrire le secteur numérique, pour que celui-ci participe pleinement à la stratégie nationale bas-carbone (SNBC). C'est aussi au pouvoir politique de définir, par la loi, les outils de transparence, d'incitation et le cas échéant de contrainte qui permettront de donner corps à cette régulation, ainsi que les institutions en charge de leur mobilisation.

Les propositions de l'Arcep dans son rapport se répartissent en trois mouvements : mieux connaître et surveiller l'empreinte écologique des différents maillons et acteurs du numérique, en dotant la puissance publique d'instruments de pilotage solides et partagés ; intégrer, pour ce qui est du périmètre de la régulation des télécoms, l'enjeu environnemental dans les choix de régulation tant pour ce qui est des réseaux fixes que mobiles ; enfin, accroître les incitations des agents économiques – fournisseurs et utilisateurs.

La numérisation à marche forcée du système de santé face à la Covid-19

Par **Maurice RONAI**
Ancien membre de la CNIL

« Les différentes administrations envoyaient nombre de fichiers Excel sur la distribution des moyens de protection, l'état des stocks, les besoins, les activités, les lits de réanimation, etc. Les fichiers se multipliaient dans tous les sens, alors qu'il aurait été facile d'utiliser des outils numériques intégrés, simples à mettre en place, pour peu que l'on veuille bien homogénéiser les standards de communication », Marc Noizet, chef du pôle urgences et du SAMU à l'hôpital Muller de Mulhouse [(1)].

La pandémie de Covid-19 est la première crise sanitaire gérée numériquement. De bout en bout. Enfin presque. Et souvent, dans la douleur.

Il a fallu, ainsi, en quelques semaines, adapter des systèmes de surveillance déjà existants, mais aussi en créer de nouveaux de toutes pièces, et en urgence.

Pour désengorger le 15, le SAMU et les hôpitaux, pour gérer les ressources (lits, médicaments, renforts, tests…), pour partager (localement, régionalement) ou remonter nationalement les données, les hôpitaux, les services d'urgence, les agences, les médecins de ville ont basculé, à marche forcée, dans le numérique. Et, à leur suite, les patients.

Les controverses sur les pénuries (masques, tests, vaccins) ou sur les « retards à l'allumage » ont largement éclipsé l'examen des réussites et des défaillances des outils numériques de santé au cours de l'année 2020.

Le numérique de santé n'a, pour autant, pas été complètement à l'abri des polémiques. Deux « objets numériques » ont cristallisé de vives controverses : l'application « StopCovid »-« TousAntiCovid » (qui fait l'objet d'un article distinct) et le recours de la plateforme « Health Data Hub » aux solutions de *cloud* d'un prestataire nord-américain. Ces deux arbres ont caché la forêt de systèmes d'information, de plateformes et d'applications qui, tant bien que mal, ont permis de faire face à l'épidémie [(2)].

Pour tenter de restituer ce qu'a été (et ce qu'est encore) la contribution du numérique à la gestion de la crise sanitaire, le plus simple est encore de passer en revue, successivement, ses divers « compartiments ». Ce parti pris ne permet de restituer que très imparfaitement l'intensité et la complexité des interactions numériques qui se nouent entre acteurs et leurs systèmes d'information.

(1) Rapport de la commission d'enquête du Sénat.

(2) La gestion de la crise sanitaire a donné lieu à deux commissions d'enquête, au Sénat et à l'Assemblée nationale. L'attention des deux commissions d'enquête a porté essentiellement sur les problématiques d'impréparation, les pénuries, l'articulation (et les tensions) entre les services de l'État (ARS et préfets) et les collectivités. De ce fait, l'examen de la dimension proprement numérique de la gestion de la crise a été mis de côté, tout en restant aimanté par les questions liées à « StopCovid ». Les rapports finaux des deux commissions d'enquête pointent cependant un certain nombre de défaillances des systèmes d'information. Les auditions, et notamment les témoignages des acteurs de terrain, foisonnent d'observations sur les difficultés rencontrées par ces derniers : des systèmes d'information qui manquent et qui parfois s'empilent.

Un numérique de crise pour la gestion des urgences

La gestion des urgences a reposé sur des systèmes d'information qui n'étaient, en février 2020, que partiellement déployés, non ou partiellement interconnectés :

- « SI-SAMU » : ce programme, initié en 2014, vise à fournir un système d'information centralisé à l'ensemble des centres du SAMU de France ;
- « SI-VIC » (système d'information pour le suivi des victimes d'attentats et de situations sanitaires exceptionnelles) : il a été mis en œuvre à la suite des attentats du 13 novembre 2015 ;
- Le « Répertoire opérationnel des ressources » (ROR) : il recense le nombre de lits disponibles dans les hôpitaux ;
- « SurSaUD » : le système de surveillance sanitaire dit syndromique, mis en place par Santé publique France, basé sur la collecte de données non spécifiques [3] ;
- Le réseau « OSCOUR » (organisation de la surveillance coordonnée des urgences).

L'outillage numérique de la gestion des capacités (et de leurs limites) dans les hôpitaux

Le recensement et la gestion des lits pour accueillir les patients furent, au cours de la crise, un enjeu crucial, qui nécessitait de la part des agences régionales de santé (ARS) un suivi quotidien, voire biquotidien.

Créé il y a douze ans, le « Répertoire opérationnel des ressources » (ROR) était jusqu'alors peu utilisé du fait de l'existence d'une multitude de réseaux locaux. Pour gérer en temps réel son stock de lits disponibles dans les quelque 250 établissements franciliens, l'ARS a très tôt étendu, avec le GCS [4] francilien, le module de disponibilité en lits du ROR pour l'étendre aux soins critiques de la Covid-19 [5]. « Nous avons réussi la prouesse de mettre en place les paramétrages du ROR et à créer des comptes pour les établissements de santé une semaine avant le pic », explique le directeur du projet ROR. Les gestionnaires de lits appelaient tous les établissements trois fois par jour pour demander les ressources vacantes et cartographier en temps réel la situation. Ces remontées du terrain étaient ensuite centralisées dans un tableur, et les documents étaient ensuite transmis aux établissements plusieurs fois par jour. « Avant la crise sanitaire, il y avait près de 200 mises à jour quotidiennes des disponibilités en lits. Au 31 mars 2020, au moment du pic de l'épidémie, on en comptait plus de 1 300. En parallèle, les cellules d'orientation qui recherchent les places disponibles ont multiplié leur consultation du ROR par 50 » [6].

« Le recours au ROR n'a pas permis la collecte d'une information en temps réel des capacités disponibles », déplorent les sénateurs. « Autrement dit, l'élan capacitaire engagé à partir du 12 mars [2020] ne s'est pas accompagné des outils nécessaires à son suivi sur le terrain » [7].

Des solutions issues du terrain ont aussi vu le jour, dans les régions, pour recenser le nombre de lits en temps réel, comme « InnoMed360 » à Strasbourg, « Covid moi un lit » à Besançon ou

(3) Ce système permet la centralisation quotidienne d'informations des services d'urgence. Il fonctionne depuis 2004, à partir de quatre sources de données : les urgences hospitalières, les associations SOS médecins, les données de mortalité de l'Insee et les données issues de la certification électronique des décès.
(4) Groupement de coopération sanitaire.
(5) Parallèlement, le GCS Sesan fournissait à l'ARS Île-de-France et à l'AP-HP des outils de pilotage grâce notamment au système d'information géographique « Santégraphie ».
(6) GCS Sesan : le ROR sert à rendre visible la disponibilité en lits pour les patients atteints du Covid-19.
(7) « Le remplissage du ROR, non automatisé, est par ailleurs fortement consommateur de temps humain », commission d'enquête du Sénat.

encore « Icubam » à Nancy, toutes conçues par des médecins, avec le concours de développeurs-chercheurs ou bénévoles.

Suivi des stocks de médicaments

Aux problématiques de gestion des lits s'est ajoutée, très vite, celle des stocks et des approvisionnements de médicaments dans les services de réanimation. Pour faire face aux tensions extrêmement fortes autour de certaines molécules, l'outil de suivi « MaPUI.fr [8] » a été déployé dans toutes les régions entre le 2 et le 8 avril 2020. Cette application de suivi des pharmacies à usage intérieur (PUI) permettait aux pharmacies des hôpitaux d'effectuer des exports de leurs données à partir de leurs logiciels. Au 20 mai 2020, près de 700 PUI alimentaient quotidiennement la plateforme (plus de 2 200 fin juin).

Une nouvelle plateforme a depuis été mise en place, « *e*-Dispostock », qui permet un suivi national et régional, par les ARS et les observatoires du médicament, des dispositifs médicaux et de l'innovation thérapeutique [9].

Des plateformes régionales émergent pour gérer les renforts de soignants

L'épidémie de grippe H5N1 avait conduit à la création, en 2007, d'un corps de réserve sanitaire pour venir en soutien des professionnels de santé en cas de crise. En mars 2020, près de 19 000 personnes avaient fait acte de candidature pour rejoindre la réserve. Seulement 630 réservistes seront déployés au début de la crise. Plus de 1 000 réservistes ont cependant été mobilisés entre janvier et mi-avril 2020, pour un besoin de plus de 8 000 jours / plus de 35 missions en France métropolitaine et en Outre-Mer [10]. En cause : le sous-dimensionnement du serveur informatique de la réserve, le caractère réduit de son équipe permanente (huit personnes) et la lourdeur du processus de déploiement [11]. La réserve « s'est finalement avérée insuffisamment opérationnelle pour répondre aux besoins croissants en personnels et aux tensions très fortes sur certains métiers, et a dû être suppléée par des dispositifs alternatifs montés directement par les ARS » [12].

Face au besoin urgent de renforts, un certain nombre d'établissements s'étaient tournés vers la plateforme de la *start-up* Whoog, qui permet depuis 2015 aux établissements de santé de proposer des missions temporaires à des soignants [13]. Le 21 mars 2020, l'ARS d'Île-de-France et la *start-up* MedGo mettaient en place un dispositif alternatif, « Renforts-Covid.fr », très vite adopté par sept

(8) Ma pharmacie à usage intérieur.

(9) La bascule de « MaPUI » vers « Dispostock » s'est effectuée par étape durant le mois de novembre 2020.

(10) Catherine Lemorton, responsable de la réserve sanitaire, est revenue le 23 avril 2020 « sur quelques idées fausses » qui circulent à propos de la réserve sanitaire. « En mars 2020, le serveur de notre site www.reservesanitaire.fr n'étant pas dimensionné pour recevoir des milliers de connexions simultanées, notre site a fonctionné partiellement pendant plusieurs jours. 19 000 volontaires ont tout de même réussi à s'inscrire pendant cette période. Par la suite, une plateforme nationale a été mise en place par le ministère des Solidarités et de la Santé en partenariat avec Santé publique France. Le site de la réserve sanitaire a donc été fermé temporairement pour privilégier cette plateforme nationale ayant pour objectif de permettre aux agences régionales de santé d'"extraire" le vivier des professionnels éventuellement disponibles dans leur région. Aujourd'hui, les professionnels de santé souhaitant rejoindre la réserve sanitaire peuvent de nouveau s'inscrire sur notre site, mais un "ralentisseur" a été mis en place afin qu'il puisse être accessible prioritairement aux réservistes sélectionnés pour un départ en mission ». Elle précise que si « 40 000 personnes ont entamé leur inscription sur le site de la réserve sanitaire, cela ne signifie pas qu'elles sont toutes demandées, volontaires ou disponibles pour les missions proposées », Catherine Lemorton, extraits de l'entretien « Le point sur la réserve sanitaire face aux idées reçues dans la crise du Covid-19 », 23 avril 2020.

(11) Commission d'enquête du Sénat.

(12) Commission d'enquête de l'Assemblée nationale.

(13) 1 500 établissements de santé, dont la moitié des CHU de France, utilisaient, en mars 2020, cette plateforme. Bien que concurrentes depuis plusieurs années, Whoog et MedGo ont mis en commun leurs ressources pour créer « Renforts-Covid ». Cette collaboration a, d'ailleurs, conduit les deux *start-up* à fusionner pour former une nouvelle entité baptisée Hublo.

régions, puis onze, pour mettre en contact directement volontaires et établissements de santé. « Renforts-Covid » a pris fin le 10 juillet 2020 : elle aura recensé 60 000 volontaires, et plus de 6 000 établissements avaient puisé dans ce vivier de professionnels éventuellement disponibles dans leur région. Lors de la seconde vague, en octobre, la plateforme « Renfort RH crise », lancée par le ministère des Solidarités et de la Santé, a pris le relais de « Renforts-Covid ».

Des plateformes d'orientation pour désengorger les urgences et la médecine de ville

En amont du 15 et de la téléconsultation, des initiatives ont vu le jour, au printemps 2020, dans l'urgence, pour désengorger le SAMU et les hôpitaux.

L'Alliance digitale contre le Covid-19 [(14)] a mis en ligne, le 18 mars 2020, « Maladie-Coronavirus .fr », un site qui offrait de réaliser gratuitement une évaluation des symptômes avant d'orienter les personnes vers leur médecin, le SAMU, ou une auto-surveillance, en fonction des symptômes et facteurs de risque. L'évaluation reposait sur un algorithme développé par des médecins et chercheurs de l'Institut Pasteur, de l'assistance publique-hôpitaux de Paris (AP-HP) et de trois centres hospitaliers universitaires (CHU). Le site recevait jusqu'à 15 000 connexions par seconde durant la deuxième quinzaine de mars 2020. Quelque 13 millions de Français ont ainsi répondu au questionnaire en ligne (des informations, par ailleurs, utiles pour la gestion de l'épidémie). Son utilisation a permis de diviser par huit les appels non pertinents au numéro d'urgence 15 [(15)].

Mi-mars 2020, Synapse Medicine [(16)] lançait le site « Covid19-medicaments.com » pour permettre aux patients d'obtenir une réponse sur les risques relatifs à l'automédication en cas de symptômes de la Covid-19.

Le 11 mai 2020, le ministère chargé de la Santé ouvrait au public « mesconseilscovid.fr » pour dispenser conseils et orientations, en utilisant le même algorithme que « maladie-coronavirus .fr » [(17)]. Le même jour, « sante.fr » recensait plus de 3 000 lieux de prélèvement des tests de dépistage, consultables *via* une carte géolocalisée.

La téléconsultation se fraye rapidement une voie dans les pratiques de santé

La crise sanitaire a donné un puissant coup d'accélérateur à la téléconsultation qui, bien que faisant partie du droit commun des pratiques médicales, restait assez marginale.

À l'occasion du confinement, grâce à un assouplissement du cadre réglementaire, début mars 2020, la téléconsultation a très rapidement été adoptée par les professionnels et par un très grand nombre de patients. Outre les plateformes traditionnelles de télémédecine déjà existantes, les consultations pouvaient se faire par le biais de n'importe quel dispositif, que ce soit Skype ou WhatsApp.

De 40 000 actes de téléconsultation en février 2020, le chiffre bondit à 4,5 millions d'actes remboursés en avril 2020, en plein confinement, pour se stabiliser durant l'été à un million d'actes

(14) L'Alliance digitale contre le Covid-19 rassemble des industriels de la santé et acteurs du numérique et de l'assurance : Johnson & Johnson, AstraZeneca, Kelindi, Docaposte, Allianz France, AG2R La Mondiale, MesDocteurs et Withings.
(15) "Implementation of a self-triage web application for suspected Covid-19 and its impact on emergency call centers: Observational study", *Journal of Medical Internet Researc*h, 23 novembre 2020.
(16) En collaboration avec la société française de pharmacologie thérapeutique et clinique (SFPT), le réseau national des centres régionaux de pharmacovigilance (CRPV) et le département de pharmacologie du CHU de Bordeaux.
(17) L'algorithme avait, entre temps, été placé sous licence ouverte et ses évolutions rendues disponibles par la DNS (délégation numérique en santé) sur la plateforme « GitHub ».

par mois. Pendant le confinement, la téléconsultation représentait une consultation sur quatre. En septembre 2020, la téléconsultation ne représentait cependant plus que 3 % des consultations. Les trois quarts des médecins généralistes ont mis en place la téléconsultation, alors que moins de 5 % la pratiquaient auparavant. Un peu moins de la moitié a souvent ou systématiquement rencontré des problèmes techniques. La facturation des honoraires n'a en revanche pas été une « difficulté majeure » pour les médecins [18]. Un décret, le 12 mars 2021, a prolongé une série de mesures dérogatoires pour la médecine de ville, dont la possibilité d'effectuer des téléconsultations par téléphone, jusqu'au 1er juin.

Des applications pour le suivi des patients à domicile

L'urgence commandait, début mars 2020, la mise au point de solutions pour suivre à distance des patients porteurs ou suspectés atteints de Covid-19, mais ne nécessitant pas d'hospitalisation. On partait, en matière de télésuivi médical, pratiquement de zéro.

L'AP-HP et son partenaire technologique Nouveal ont ouvert le 8 mars 2020 l'application « Covidom » [19]. Une fois inclus par le médecin dans « Covidom », le patient s'engage à remplir chaque jour un questionnaire de suivi médical à partir duquel des alertes peuvent être émises automatiquement. Un centre de télésurveillance médicale (mis en place le 12 mars 2020) suit les alertes. En cas d'urgence immédiate, il est demandé au patient de se mettre en relation avec le 15 [20]. « Covidom » a connu des pics de charge allant jusqu'à 35 000 questionnaires remplis et 9 000 alertes émises par jour.

Des applications de suivi à domicile du même type ont vu le jour en divers points du territoire [21] : « De l'ensemble de ces initiatives, trop peu nombreuses mais globalement porteuses de résultats probants et décisifs dans la prévention de l'engorgement des structures hospitalières », les sénateurs observent « avec perplexité qu'elles ont été lancées en ordre dispersé, laissées à la pleine appréciation des ARS sans qu'aucune ligne directrice ne leur soit fournie à cet égard par les autorités ministérielles. Elles n'ont globalement pu empêcher l'essentiel du flux des patients de se diriger vers les structures hospitalières » [22].

En septembre 2020, « Covidom » avait été adopté par 216 établissements de santé et près de 22 000 professionnels [23]. 800 000 personnes ont été suivies au travers de la plateforme depuis son lancement en mars 2020, et plus de 350 000 alertes ont été traitées [24].

Un outillage numérique pour le pilotage de la campagne de tests

Le ministère des Solidarités et de la Santé a mis en place, le 16 avril 2020, une plateforme nationale, « laboratoires.fabrique.social.gouv.fr », pour fluidifier les remontées d'informations et documenter les tensions sur les approvisionnements. Jusqu'alors, seuls les résultats transmis par le réseau 3 Labo [25] et les laboratoires hospitaliers étaient centralisés.

(18) Laboratoire société numérique (2020), « Santé : la téléconsultation s'installe dans la durée », 13 octobre.
(19) « Un médecin généraliste sur deux a participé à ce dispositif qui a constitué une innovation majeure, décisive durant la crise concernant l'engorgement des établissements de santé. Une enquête a été faite sur 10 000 patients suivis sur "Covidom" : 40 % d'entre eux répondent que, sans l'application, ils seraient allés aux urgences », commission d'enquête du Sénat.
(20) Laboratoire société numérique (2020), « Des applications pour le suivi à distance des patients porteurs ou suspectés de Covid-19 », 15 mars.
(21) « Rafael Covid-19 » au CHU de Bordeaux, adaptation de « MHLink » au CHU de Montpellier, « *e*-Suivi BZH » en Bretagne, « Lifen Covid » développé en trois jours par la société Lifen avec une équipe de chercheurs à l'Hôtel-Dieu.
(22) Commission d'enquête du Sénat.
(23) « Télémédecine : Covidom, un système au carrefour entre l'humain et la data science », *Zdnet*, 16 septembre 2020.
(24) « Covidom » : plateforme de télésuivi des patients de Covid-19, site de l'AP-HP, 16 décembre 2020.
(25) Cerba, Eurofins-Biomnis et Inovie.

C'est en avril 2020 qu'est décidée la mise en route du « SI-DEP » (système d'informations de dépistage) pour collecter dans un système unique les résultats des tests pratiqués par les 5 000 laboratoires autorisés. Avec l'AP-HP comme maître d'œuvre et la délégation numérique en santé (DNS) comme maître d'ouvrage, le « SI-DEP » a été développé en trois semaines [26] et était opérationnel le 13 mai 2020.

Un outillage numérique pour le traçage des contacts

Santé publique France et les ARS ont très vite été débordées quand l'épidémie a commencé à flamber. Le suivi des contacts était réalisé, en février-mars 2020, de façon très hétérogène sur le territoire. « On travaille avec des outils archaïques, on a beaucoup bricolé à base d'Excel et de copier-coller, on a perdu des journées et des soirées à refaire nos tableaux à la main », confie un agent d'une ARS [27]. Les données récoltées étaient alors remontées *via* l'application « Godata » de l'organisation mondiale de la santé (OMS).

Le 20 avril 2020, le Conseil scientifique identifie, parmi les six prérequis pour préparer la sortie de confinement [28], « les capacités d'identification rapide des cas et de leurs contacts ». Pour ce prérequis, le Conseil scientifique préconise :

- un système s'appuyant sur la médecine de ville, des plateformes numériques et des équipes mobiles pour identifier les cas suspects et les orienter vers des structures de test ;
- des plateformes téléphoniques complétées par des équipes mobiles pour la prise en charge des cas diagnostiqués et de leurs contacts ;
- des équipes mobiles et des outils numériques pour un traçage efficace des contacts.

Le dispositif retenu par le gouvernement [29] reprend, dans ses grandes lignes, les recommandations du Conseil, mais s'en éloigne cependant [30] en écartant la piste des équipes mobiles (malgré la démonstration que « Covisan » avait faite, en Île-de-France, de leur efficacité [31]).

Le dispositif retenu repose sur trois niveaux :

- les médecins généralistes ont pour mission d'identifier les contaminations possibles dans le cercle familial ;
- des plateformes téléphoniques « armées » par l'assurance maladie (CNAM) se chargent de prévenir les autres contacts ;

(26) Santé publique France, la Société française d'informatique de laboratoire (SFIL), les entreprises MIPS, Dedalus, Enovacom, Cap Gemini, l'ANS et l'association Interop'Santé.
(27) « Données épidémiologiques : la pénurie cachée », *Mediapart*, 11 juillet 2020.
(28) Les six prérequis : « 1. mise en place d'une gouvernance en charge de la sortie de confinement ; 2. des hôpitaux et des services sanitaires reconstitués ; 3. des capacités d'identification rapide des cas, de leurs contacts, et d'isolement des patients et de tous les porteurs sains contagieux ; 4. un système de surveillance épidémiologique capable de détecter les nouveaux cas et une reprise de l'épidémie ; 5. critères épidémiologiques ; 6. des stocks de protection matérielle pour l'ensemble de la population », note du Conseil scientifique Covid-19 du 28 avril 2020.
(29) Les sénateurs observent, à ce propos, que « l'architecture d'ensemble est assez différente de l'épure initialement décrite. Contrairement aux intentions exprimées par le Premier ministre, l'organisation du traçage a moins dépendu de la définition d'un circuit dédié que des autorisations d'accès aux systèmes d'informations nouvellement créés », commission d'enquête du Sénat.
(30) SICARD D., THIEULIN B., RONAI M., BEAUVALLET G. & PÈNE S. (2020), « Pour faire la guerre au virus, armons numériquement les enquêteurs sanitaires », *Libération*, 26 avril.
(31) L'AP-HP avait pris l'initiative, mi-avril, sous l'impulsion du Pr Renaud Piarroux, de déployer un dispositif baptisé « Covisan » pour suivre individuellement les personnes malades en s'appuyant sur des équipes mobiles. Celles-ci se déplaçaient au domicile de personnes – détectées aux urgences ou par leur médecin traitant – pour les examiner, prélever leur entourage, leur recommander de s'isoler (le cas échéant) et leur proposer un accompagnement (pendant l'isolement) ou un hébergement.

- un troisième niveau est assuré par les ARS pour la gestion des chaînes de contamination complexes pouvant déboucher sur des *clusters*.

L'assurance maladie se voit confier l'animation du dispositif et met sur pied, en trois semaines, l'application « ContactCovid » [(32)] qui permet de recenser en temps réel et automatique (sans double saisie pour les laboratoires) tous les tests RT-PCR de France afin de suivre l'épidémie et déclencher le contact *tracing*, en donnant lieu aux agents de la CNAM et aux médecins de créer une fiche de suivi pour chacun des patients testés positifs et aux plateformes téléphoniques de la CNAM d'appeler les personnes à risque pour évaluer leur degré d'exposition. « ContactCovid » permet au médecin ou à l'agent de la CNAM de recueillir auprès des personnes positives l'identité des cas contacts et des informations relatives au risque d'exposition, comme la fréquence et la durée des contacts.

Fin août 2020, Santé publique France dénombrait 2,3 cas contacts par cas positif contre 4,5 à la mi-juillet. Deux semaines plus tard, alors que la baisse se confirmait, l'agence mettait en garde contre les potentielles conséquences de cette baisse : « La diminution du nombre moyen de personnes contacts par cas fait craindre qu'une part des personnes contacts n'est plus identifiée, ce qui est problématique pour l'efficacité et l'impact du contact *tracing* sur la transmission du virus » [(33)].

Le traçage des cas-contacts de personnes contaminées par les équipes de la CNAM sera, dès septembre 2020, mis en difficulté par l'augmentation des nouvelles contaminations détectées, et ce malgré un renfort de 2 000 agents au sein des caisses primaires d'assurance maladie (CPAM) et des ARS (soit 10 000 au total). Si les plateformes d'appel de la CNAM parviennent à joindre 90 % des personnes-contacts, le nombre moyen de personnes-contacts par cas reste faible, autour de 3. Santé publique France reconnaissait mi-septembre « l'existence de nombreux cas pour lesquels aucune personne-contact à risque n'est enregistrée », et s'inquiétait du « faible nombre de nouveaux cas précédemment identifiés comme personnes-contacts à risque (20 %) » [(34)].

La détection des *clusters* et le suivi de ceux en cours d'investigation reposent sur un système d'information distinct, déployé par Santé publique France le 11 mai 2020 : le « SI-MONIC » (monitorage des *clusters*), alimenté par douze équipes régionales en métropole et quatre en outre-mer. Les ARS également en charge du traçage de niveau 3 adoptaient, pour leur part, le logiciel libre « Sormas ».

La commission d'enquête de l'Assemblée nationale attribue les difficultés du traçage à « l'embolie du dispositif de dépistage » lors de la deuxième vague. « La fragilisation du dispositif de tests s'est mécaniquement répercutée sur les dispositifs de traçage et d'isolement. Les retards constatés pour réaliser les tests et les délais pour en obtenir les résultats n'ont pas permis d'agir avec une vraie efficacité sur la dynamique de l'épidémie. Cette situation a fragilisé notamment le travail des brigades sanitaires de la CNAM ». Rappelant qu'au 26 septembre, « 380 000 patients zéro avaient été contactés en moins d'un jour, et un million de cas contacts l'avaient été dans les 24 heures suivantes », elle regrette que le dispositif de traçage n'ait pas « pu compter sur les bénéfices escomptés de l'application "StopCovid", dont l'inutilité sanitaire aura été manifeste ».

La commission d'enquête du Sénat porte un jugement nettement plus sévère sur les opérations de traçage : « Le constat global reste celui d'un échec… Parmi les personnes qui ont été trouvées positives dans la deuxième semaine de septembre, quatre sur cinq n'avaient pas été identifiées comme cas contacts. Plusieurs témoignages se sont faits l'écho d'opérations de traçage lacunaires,

(32) Il s'agit concrètement d'un téléservice accessible par le portail « Amelipro », habituellement utilisé par les professionnels de santé.
(33) Santé publique France : point épidémiologique du 27 août 2020.
(34) Santé publique France : point épidémiologique du 17 septembre 2020.

parfois simplement non déclenchées ». Elle pointe un « défaut d'interconnexion de ces deux outils [« SI-DEP » et « StopVaccins »] lourd de conséquences »[·]. Les sénateurs semblent attribuer l'échec du traçage à l'éviction des médecins, à la suite des difficultés qu'ils auraient rencontrées pour accéder à « ContactCovid [(35)] », « un défaut d'implication […] aggravé par la levée de l'obligation de prescription médicale pour les tests [(36)] ». Autre facteur d'échec, selon les sénateurs : « L'efficacité des opérations de traçage a été fortement compromise par une absence de communication entre les organismes chargés de la recherche des contacts et de la détection des clusters, d'une part, et ceux habilités à prendre les mesures pour les limiter, d'autre part [(37)] ».

Submergée depuis plusieurs mois [(38)], l'assurance maladie a renoncé à appeler toutes les personnes-contacts à risque. Priorisant les appels téléphoniques vers les personnes testées positives, elle renvoie, désormais, par SMS, les personnes-cas contacts vers l'application « Briserlachaine.org », conçue par l'ONG Bayes Impact [(39)] : début avril 2021, la proportion des cas contacts investigués *via* cette application avait progressé en une semaine de 26 à 35 %.

Le rendement décroissant de cette forme de traçage, qualifiée de « prospectif » (on demande aux personnes positives les coordonnées des individus qu'elles connaissent et ont croisés après leur contamination, pour les isoler à leur tour) [(40)], relance le débat sur l'opportunité de réorienter la stratégie vers le traçage « rétrospectif », ou « inversé » ou encore « ascendant » (on remonte en arrière pour identifier la personne ou l'évènement « contaminant ») [(41)]. L'assurance maladie a expérimenté en mars 2021 le "retro-*tracing*" dans deux départements où la circulation du virus est relativement faible [(42)].

(35) « L'absence d'accès direct des professionnels de santé à « SI-DEP » limite fortement leur incitation à ouvrir des fiches de suivi dans « ContactCovid », notamment lorsqu'ils sont dans l'ignorance du statut positif ou négatif d'un patient qu'ils suivent… Ceci conduit l'assurance maladie, dans les faits, à assurer l'essentiel des opérations de traçage. Ainsi, l'implication des médecins traitants dans les opérations de traçage se trouve tout bonnement frappée d'ineffectivité », commission d'enquête du Sénat.

(36) Cette levée de l'obligation de prescription « a eu des conséquences sur le *tracing*, car les médecins n'étaient pas forcément prévenus que leurs patients étaient positifs et ne pouvaient donc pas leur donner les consignes sur le recours au masque ou la mise à l'isolement, ni engager le *tracing* », commission d'enquête du Sénat.

(37) « Concrètement, plusieurs acteurs ont regretté que les préfectures et les collectivités territoriales, responsables du maintien de l'ordre public et habilitées à limiter les rassemblements, ne soient pas informées des *clusters* lorsque ces derniers sont repérés par les agents de l'assurance maladie ou par l'ARS », commission d'enquête du Sénat.

(38) Début avril 2020, Santé publique France notait une baisse de la proportion de cas (88 %) et de personnes-contacts à risque (85 %) ayant pu être investiguées par la CNAM. La proportion des nouveaux cas précédemment connus comme personnes-contacts à risque d'un autre cas (25,1 %) continuait, à cette date, de baisser, comme celle des personnes-contacts devenues des cas. Le nombre moyen de personnes-contacts à risque par cas restait stable à 2,2.

(39) Alors que l'application « StopCovid » était annoncée pour le 6 juin 2020, Bayes Impact lançait le 13 mai « briserlachaine .org », une *web*-application qui permettait d'identifier et prévenir les cas contacts (comme « StopCovid »), mais sans conserver aucune donnée personnelle. Les personnes pensant être malades pouvaient se connecter sur le site, y renseigner leurs symptômes et la date de leur apparition. Le site les guidait ensuite pas à pas pour identifier les cas-contacts potentiels. Une fois ceux-ci identifiés, le site leur envoyait un SMS d'alerte – anonyme ou non selon le choix de la personne malade – contenant des renseignements sur la marche à suivre : test, isolement.

(40) Le 28 octobre 2020, le président de la République avait reconnu que « si ce système peut être efficace avec quelques milliers de cas par jour », tel ne peut être le cas lorsque 40 000 à 50 000 contaminations quotidiennes sont dépistées.

(41) « Dès la fin de l'été, les épidémiologistes ont mis en garde contre les risques d'un épuisement des équipes de traçage si une stratégie efficace n'était pas mise en place, notamment pour identifier et casser les principales chaînes de contamination. Il semble, en effet, que les capacités propagatrices du virus varient considérablement d'une personne contaminée à l'autre » : Le professeur Antoine Flahaut avait cité l'exemple japonais du traçage rétrospectif qui ne se concentre « tant [sur] la recherche des contacts passés […] que [sur] la recherche de tous les contacts qui risqueraient de "superpropager" la pandémie dans le futur », commission d'enquête de l'Assemblée nationale.

(42) « En quoi consiste le "retro-*tracing*" expérimenté en Côte d'or et en Loire-Atlantique ? », BFMTV, 30 mars 2021.

Un outillage numérique de la campagne vaccinale

Afin d'assurer la traçabilité des vaccins et des étapes de la vaccination, l'assurance maladie a ouvert, en janvier 2021, le téléservice « Vaccin Covid ». Le choix a été fait, en revanche, de s'appuyer sur trois plateformes privées pour la prise de rendez-vous en ligne, en complément de la prise de rendez-vous par téléphone. Ces plateformes permettent aux personnes éligibles (selon des critères d'âge ou médicaux) de s'inscrire dans un centre, même loin de leur lieu de résidence.

La principale difficulté pour réserver un créneau résultait encore (quand cet article a été écrit) de la pénurie de vaccins. La priorité a été donnée aux personnes de 75 ans et plus. La presse a consacré de nombreuses enquêtes à ces personnes de 75 ans et plus, éloignées du numérique, qui devaient se faire aider par des proches ou des soignants pour réserver un créneau, ainsi qu'aux centres de vaccination en Seine-Saint-Denis qui virent « affluer des patients de départements voisins, plus connectés et plus au fait des possibilités de réserver des créneaux de vaccination en ligne » [(43)].

La difficulté à obtenir un rendez-vous en ligne a suscité la création d'applications alternatives, qui viennent colmater deux trous du dispositif. Deux médecins, constatant qu'un certain nombre de doses de vaccins étaient perdues, sont à l'origine d'une plateforme, « CovidListe », qui permet de dresser des listes de volontaires. Lorsqu'un centre de vaccination dispose de doses supplémentaires, il peut contacter les volontaires se trouvant à proximité [(44)]. « ViteMaDose » détecte les créneaux de vaccination disponibles sur les plateformes Doctolib, Keldoc, Maiia, Ordoclic, MaPharma et permet de les réserver.

Conclusion

Notre système de santé n'était pas, ou mal, préparé à une épidémie de cette ampleur. Des chantiers de numérisation, engagés pour certains depuis de longues années ou sur le point d'être déployés, comme la messagerie sécurisée de santé, ont été pris de vitesse.

La crise sanitaire a accéléré des évolutions en cours : des usages qui peinaient à s'imposer, comme la téléconsultation, ont été massivement adoptés. Un Français sur quatre aurait communiqué par courrier électronique ou par SMS avec le pharmacien ou le médecin pour la première fois pendant la crise sanitaire. 70 % auraient pratiqué la prise de rendez-vous en ligne, et 66 % l'envoi de résultats d'analyse ou de diagnostic en ligne.

Quand la crise a surgi, on a beaucoup improvisé, dans les hôpitaux, leurs groupements ou dans les ARS, pour faire face à l'absence ou aux limites des outils en place, et fait appel à des informaticiens pour développer, à la hâte, des outils provisoires. Qui pour certains durent encore.

Tel un *crash* test, cette crise a mis en relief la tentation de traiter chaque enjeu par un système d'information spécifique, des manques cruels d'interopérabilité [(45)] et l'importance des chantiers comme l'identifiant national de santé (INS) ou celui d'espace numérique de santé (ENS), prévus

(43) Laboratoire société numérique, « Des initiatives pour favoriser l'accès à la vaccination des publics éloignés du numérique ».
(44) Plus d'une centaine de bénévoles, développeurs informatiques, communicants, spécialistes en droit, gestion et traitements des données ont rejoint « CovidListe » pour que le site fonctionne et soit sécurisé.
(45) Le déploiement imparfait du cadre d'interopérabilité des systèmes d'information en santé (CI-SIS) dans les logiciels de laboratoires a, par exemple, compliqué la concentration des résultats des tests dans « SI-DEP ».

dans la feuille de route du numérique en santé [46]. Une feuille de route dont la crise sanitaire n'a pas ralenti le déploiement [47].

À la suite du Ségur de la santé, le plan de relance prévoit d'investir 600 millions d'euros en cinq ans dans le « rattrapage du retard sur les outils du numérique en santé ». La mise en œuvre de cette « feuille de route » gagnerait à prendre en compte les capacités d'intelligence et d'agilité numériques dont ont fait preuve les acteurs et les équipes de terrain.

Références

Assemblée nationale (2020), « Rapport de la mission d'information sur l'impact, la gestion et les conséquences dans toutes ses dimensions de l'épidémie de Coronavirus-Covid 19 », décembre 2020.

Sénat (2020), « Rapport de la commission d'enquête pour l'évaluation des politiques publiques face aux grandes pandémies à la lumière de la crise sanitaire de la Covid-19 et de sa gestion », décembre.

Cour des comptes (2021), « Les établissements de santé face à la première vague de Covid-19 : exemples néo-aquitains et franc-comtois », mars.

Agence du numérique en santé (2020), « Bilan 2020 de la feuille de route du numérique en santé ».

Blog *QuelleForceSanitaire*, https://quelleforcesanitaire.blogspot.com/

PIARROUX R. (2020), *La vague. L'épidémie vue du terrain,* Paris, CNRS Éditions.

(46) « Si nous avions eu l'espace numérique de santé, nous aurions pu […] disposer d'une messagerie sécurisée citoyenne, et envoyer des prescriptions de tests ou échanger de nombreuses informations avec le patient ; croiser simplement les données issues de "SI-DEP", de "Contact Covid" et de "Vaccin Covid" afin de déterminer si une personne vaccinée pouvait être recontaminée », Laura Létourneau, déléguée à la transformation numérique de la santé, « Table ronde sur le numérique en santé à l'heure de la crise sanitaire », Assemblée nationale, 17 février 2020.
(47) Agence du numérique en santé (2020), « Bilan 2020 de la feuille de route du numérique en santé », décembre.

La construction accélérée d'un système d'information épidémiologique

Par **Maurice RONAI**
Ancien membre de la CNIL

« Lors de la première vague, on avait des indicateurs assez rustiques », Jean Castex, Premier ministre, le 26 août 2020.

L'émergence du SARS-CoV-2 a pris de court le système de surveillance épidémiologique. En février 2020, aucun des indicateurs scrutés quotidiennement un an plus tard n'était encore calculé. Le Plan pandémie grippale de 2011, il est vrai, ne consacrait que deux lignes aux moyens de surveillance épidémiologique [(1)].

La Mission Pittet, chargée d'évaluer la gestion de la crise sanitaire, suggère que « la prise de conscience des risques de débordement des capacités hospitalières ne serait pas venue des canaux "normaux" de surveillance sanitaire, mais d'initiatives individuelles (à partir du 10 mars) de médecins cliniciens (en particulier en contact avec des collègues italiens), ainsi qu'appuyés par des travaux de modélisation, notamment ceux de l'Imperial College (Londres) et de quelques experts de l'AP-HP et de l'Institut Pasteur » [(2)].

Il a fallu, en quelques semaines, adapter des systèmes d'information déjà existants, les faire converger, étendre la couverture de certains d'entre eux, mais aussi en créer de nouveaux, de toutes pièces, et en urgence.

Initialement centré sur les seuls cas graves et les morts, sur les hôpitaux et les urgences, le système de surveillance a été, au fil des mois, étendu à la population générale : aux millions de personnes testées et, depuis janvier 2021, aux personnes vaccinées.

Autant de systèmes d'information, d'applications, de questionnaires auto-administrés et d'enquêtes qui ont, progressivement, permis de rendre visibles :

- les capacités d'accueil et les tensions hospitalières ;
- la mortalité ;
- la circulation virale, sa cinétique et sa répartition géographique ;
- la proportion de Français qui avaient été touchés par le virus ;
- les *clusters* ;
- le déploiement des campagnes de tests, puis celui de la campagne vaccinale ;
- l'émergence ou la propagation des variants.

Février-Mars 2020 : un système épidémiologique bousculé

« La dynamique de l'épidémie a pris de vitesse tant les systèmes de surveillance sanitaire que les entités chargées de l'anticipation et du déploiement des contre-mesures. Le retard d'appréciation

(1) « Des systèmes performants de surveillance et de recueil des données sont nécessaires. Mais ces données ne permettent pas de prévoir l'évolution d'une situation, particulièrement pour un agent infectieux nouveau ou variable dont on ne connaîtrait pas les caractéristiques (virulence, contagiosité, morbidité/mortalité associée) », Plan national de prévention et de lutte « Pandémie grippale », document d'aide à la préparation et à la décision, 2011.
(2) Rapport d'étape de la Mission indépendante nationale sur l'évaluation de la gestion de la crise Covid-19 et sur l'anticipation des risques pandémiques, 13 octobre 2020.

a été d'autant plus pénalisant que la croissance du nombre des hospitalisations s'est avérée de type exponentiel » [3].

Santé publique France (SPF) a vite rencontré des difficultés pour centraliser les données « éparpillées dans le mille-feuille du système de santé français ». SPF « ne disposait pas d'un outil de crise permettant une gestion, au niveau national, d'une pandémie » [4].

Nous l'avons dit : En février 2020, aucun des indicateurs scrutés quotidiennement un an plus tard n'était encore calculé. Leur suivi était réalisé par les ARS, sans méthodologie harmonisée. « Tout le monde était sous l'eau, ça a été une course permanente. Il y a eu du flou, des corrections, parce que les gens ont documenté comme ils pouvaient l'information [5] ».

SPF publie le 3 mars 2020 un premier bilan quotidien : une infographie résumant les informations disponibles à cette date. Fin mars, SPF commence à produire un volume croissant de données pour le suivi de l'épidémie. « On a travaillé comme des forcenés », se souvient Yann Le Strat, directeur de DATA [6] à SPF.

De février à avril, les données disponibles, outre leur qualité inégale, concernaient essentiellement les cas graves :

- le nombre de patients hospitalisés et le nombre de patients en réanimation ou en soins intensifs, *via* le système d'information pour le suivi des victimes (« SI-VIC ») [7] ;
- les données issues des tests (mais dans une période où l'on ne testait que les personnes hospitalisées, ou les symptomatiques sévères) ;
- les données de recours aux urgences et à SOS Médecins (*via* le système de surveillance « SURSAUD » [8] et le réseau « OSCOUR » [9] ;
- les déclarations de décès (avec des délais peu adaptés à la gestion d'une crise sanitaire) ;
- les capacités en respirateurs des hôpitaux, en lits disponibles et installés.

« Plus de 97 % des personnes infectées n'avaient alors pas mis le pied à l'hôpital. Pour autant, un seul indicateur hors hospitalier, issu des médecins de ville, était disponible à partir du 17 mars : le réseau Sentinelles, créé en 1984 pour surveiller les maladies virales » [10]. Un réseau performant pour surveiller la grippe ou la varicelle, mais sous-dimensionné (800 médecins généralistes, 0,8 % des praticiens) pour détecter les signaux émergents.

Le suivi des décès était alors assuré par l'Insee (avec un décompte journalier de la mortalité par département en centralisant les certificats médicaux) et par l'Inserm, en charge de la statistique nationale des causes médicales de décès (mais qui ne pouvait produire de décompte en temps réel, vu la faible part des certificats de décès électroniques remplis par les médecins). SPF s'est tournée rapidement vers une troisième source de données, le « SI-VIC », mais qui ne couvrait que les seuls décès hospitaliers.

(3) Rapport d'étape de la Mission indépendante nationale sur l'évaluation de la gestion de la crise Covid-19 et sur l'anticipation des risques pandémiques, 13 octobre 2020.
(4) « Covid-19 : les données incomplètes de SPF compliquent le suivi de l'épidémie », *Le Monde*, 8 octobre 2020.
(5) « Urgence, cafouillages, "mille-feuille" d'indicateurs… Dans les coulisses des données très stratégiques sur le Covid-19 », FranceTVinfo, 10 septembre 2020.
(6) Direction appui, traitements et analyses de données (DATA).
(7) Mis en place à la suite des attentats terroristes de Paris de novembre 2015, le « SI-VIC » récupère le nombre de décès par Covid-19 transmis chaque jour par chaque hôpital. Il laisse de côté les décès survenus à domicile ou en maison de retraite (Ehpad).
(8) Surveillance sanitaire des urgences et des décès.
(9) Organisation de la surveillance coordonnée des urgences, mise en place à la suite de la canicule de 2003.
(10) BARNEOUD L. (2020), « Données épidémiologiques : la pénurie cachée », *Mediapart*, 11 juillet.

En l'absence d'un système centralisé de remontée des résultats des tests, l'indicateur de la disponibilité des lits de réanimation va ainsi rester (jusqu'en mai 2020) la principale boussole des autorités sanitaires.

Une consolidation tardive des indicateurs de tension hospitalière

Les commissions d'enquête du Sénat et de l'Assemblée nationale ont consacré une partie de leurs travaux aux « circuits d'information » qui avaient permis de gérer l'afflux de nouveaux patients dans les semaines critiques de mars-avril 2020, avec une double préoccupation : la remontée d'information vers les cellules nationales de crise et la circulation des données entre acteurs locaux (hôpitaux, ARS, SPF, préfets et collectivités).

Les sénateurs dressent le constat « d'importantes lacunes qui ont fortement diminué la qualité du pilotage *bottom-up* par le ministère de la Santé ». Se penchant de manière détaillée sur les systèmes d'information mobilisés par les établissements de santé (répertoire opérationnel de ressources [11] et « SI-VIC » [12], notamment), ils déplorent leur hétérogénéité, à l'origine d'une « consolidation tardive des informations sur le capacitaire » [13] et « d'une incapacité notable à fournir des données de qualité en temps réel ».

Les difficultés rencontrées dans le traitement des alertes du local vers le national trouvent leur source, selon les sénateurs, dans la faiblesse des effectifs des 17 antennes régionales de Santé publique France, les CIRE [14], « totalement sous-dimensionnées pour faire face à des situations sanitaires exceptionnelles ». Des difficultés aggravées par un déficit de « coordination entre les circuits d'informations traitées par les CIRE et par les ARS ». Si des cellules régionales d'appui et de pilotage sanitaire (Craps) furent activées, ce dispositif « ne garantit pas, faute d'harmonisation des circuits de remontées d'informations épidémiologiques entre les CIRE et les ARS, une veille sanitaire suffisamment fine au niveau territorial ». Les sénateurs plaident, en conclusion, pour une « unicité de commandement sanitaire en région ».

L'imparfait décompte des victimes du Covid-19

La France fait partie des rares pays où le nombre de morts officiels liés au Covid-19 est supérieur à l'excès de mortalité sur la période. Ce qui laisse penser que le décompte français a été plus complet que dans d'autres pays [15].

Au début de l'épidémie, des voix se sont fait entendre pour s'inquiéter du non-décompte des morts dans les Ehpad et, au-delà, d'une sous-estimation du nombre de morts liées au Covid-19, seules celles survenues à l'hôpital étant alors recensées [16].

Le système statistique des décès, avec ses deux piliers, l'Insee (qui enregistre les décès, mais ignore les causes) et l'Inserm (qui centralise les causes de décès, mais avec un délai très long, seuls 20 %

(11) S'agissant du répertoire opérationnel de ressources (ROR), ils observent que « la matrice des ROR diffère selon les régions, ce qui interdit *a priori* toute consolidation nationale pertinente et empêche leur interopérabilité ».
(12) S'agissant du SI-VIC, le système d'identification et de suivi des victimes d'attentats et de situations sanitaires exceptionnelles, ils observent qu'il ne permet pas de distinguer les places de réanimation et d'USC (unités de soins critiques).
(13) « L'hétérogénéité des systèmes d'information au sein des établissements est à l'origine de plusieurs difficultés, au rang desquelles figurent notamment la consolidation tardive des informations sur capacitaire installé par secteur et la quantification des déprogrammations ».
(14) CIRE : cellules interrégionales d'épidémiologie.
(15) CheckNews (2020), « La France a-t-elle mieux compté les morts du Covid-19 que les autres pays ? », *Libération*, 18 août.
(16) « Dans le champ de la mortalité, la sous-information est totale, pas seulement en France », *Le Monde*, 28 mars 2020.

des certificats de décès lui parvenant en mode numérique) était incapable d'assurer le suivi en temps réel de la mortalité liée au Covid-19. D'où le recours au « SI-VIC » (dont ce n'était pas la vocation [17]), devenu la principale source du décompte journalier, communiqué chaque jour par les autorités de santé. Le décompte du « SI-VIC » reste incomplet, puisque seuls les décès survenus à l'hôpital sont décomptés, et non ceux survenus à domicile ou en maison de retraite.

La mise en place accélérée par SPF d'un système de signalement, « Vozanoo », à partir du 2 avril, a permis d'inclure les chiffres des Ehpad dans le décompte des décès quotidiens, mais avec des informations moins détaillées que celles des personnes décédées [18] en dehors de ces établissements.

Depuis le 27 mars 2020, l'Insee (destinataire des bulletins de décès qu'elle reçoit pour 90 % d'entre eux par voie électronique) publie régulièrement un décompte qui retrace l'évolution de la mortalité « toutes causes confondues » et « rend visible » l'excès de mortalité. Mais sans permettre d'estimer avec précision les morts dues au Covid-19.

Cette inadaptation du système statistique à suivre en temps réel une épidémie a conduit les sénateurs à recommander « une modernisation en profondeur du système de déclaration des cas et des décès ». La numérisation de la chaîne de transmission des bulletins de décès état-civil des mairies-ARS-Inserm pourrait épargner à l'Inserm d'avoir à coder chaque année plusieurs centaines de milliers de certificats de décès (ce qui lui prend deux à trois ans pour une année).

Reste un problème plus fondamental qui résulte de la partition du système statistique des décès en deux filières : l'une administrative, autour de l'Insee (qui reçoit et centralise le volet administratif du bulletin de décès) et l'autre sanitaire, avec l'Inserm (qui reçoit et centralise le volet médical du bulletin de décès). On sait grâce à l'Insee qui meurt (âge, sexe, etc.) et par l'Inserm de quoi on meurt (les causes de décès) : sans appariement de ces deux systèmes, on ignore « qui meurt de quoi » [19].

L'ouverture des données a favorisé une effervescence d'initiatives

« Nous ne savons pas nous servir d'un stéthoscope, mais nous pouvons peut-être aider ceux qui savent en leur apportant de la *data* facilement exploitable et de la *dataviz* », Lior Perez, ingénieur chez Météo France.

Les autorités de santé s'étaient assez largement tenues à l'écart du mouvement d'ouverture des données publiques.

Début mars 2020, les seules données disponibles sur l'épidémie étaient éparpillées dans les communiqués de presse des ARS et de Santé publique France. Éclatées et fragmentaires, ces données ne permettaient pas de tracer des courbes et de suivre l'évolution de l'épidémie. La publication de données n'était pas non plus une priorité pour la direction générale de la santé (DGS), concentrée sur la gestion de crise.

(17) Le « SI-VIC » avait initialement été déployé pour répertorier les victimes des attentats de Paris de novembre 2015, dans une perspective nominative et administrative, avec pour objectif principal l'identification des victimes, parfois critique en situation d'attentats, sans description clinique détaillée. Il n'a pas été conçu pour être utilisé dans la durée. « Il a cependant dû être utilisé par les établissements de santé, malgré ses insuffisances, liées notamment à l'absence d'interfaçage avec leur propre système d'information, ce qui a donc nécessité une saisie manuelle des données par les équipes de soins, processus chronophage et source d'erreurs », Cour des comptes (2021), « Les établissements de santé face à la première vague de Covid-19 : exemples néo-aquitains et franc-comtois », mars.

(18) La Commission d'enquête de l'Assemblée nationale juge « regrettable que la comptabilisation des décès dans les Ehpad n'ait pas fait partie des premières données sur l'épidémie : on peut logiquement penser que cela a contribué au retard de prise de conscience de la gravité de la situation dans ces établissements ».

(19) PISON G. & MESLÉ F. (2020), « La statistique publique face à l'urgence du décompte des morts », *The conversation*, 15 avril.

C'est un groupe de citoyens qui va s'en charger. En quelques jours, un collectif (l'initiative « OpenCOVID19 ») puis une communauté de 200 *datascientists* s'organisent pour extraire manuellement les données issues de 20 ARS et de 100 préfectures, et les intégrer dans un tableur. Une charge très lourde : tout est à refaire chaque jour [20]. Le tableau de bord « veille-coronavirus.fr » prend forme et propose une première vision consolidée des données officielles. La mise en œuvre de cet outil contributif reçoit rapidement l'appui de développeurs d'Etalab, puis le soutien du ministère chargé de la Santé. Consécration : le 28 mars 2020, Édouard Philippe, alors Premier ministre, et Olivier Véran, ministre des Solidarités et de la Santé, en conférence de presse, s'appuient sur les infographies de « veille-coronavirus.fr ».

En avril 2020, 177 jeux de données relatifs au Covid-19 étaient en ligne sur « data.gouv.fr ».

Depuis le 18 mars 2020, Santé publique France publie chaque jour des jeux de données actualisées sur la plateforme de données publiques « data.gouv.fr » et sur « Geodes », l'observatoire cartographique de Santé publique France.

Cette ouverture des données a nourri les travaux des chercheurs et ouvert la voie à une myriade de visualisations dans la presse. Les datavisualisations de « gouvernement.fr » et des tableaux de bord comme « CovidTracker », « coronaboard.fr », « covinfo.fr » ou « vaccinator.fr » s'appuient sur les données de « Geodes », « CovidTracker », suivi par 40 000 abonnés sur Twitter, totalise à lui seul 15 millions de pages vues par mois.

Début mars 2021, SPF proposait sur son site « Geodes » 123 indicateurs, à toutes les échelles (nationale, régionale, départementale, territoriale).

Un double cahier des charges épidémiologique pour la sortie du confinement

Dans le Plan de préparation de la sortie du confinement (dont il était alors le coordinateur), Jean Castex dresse, le 27 avril 2020, la liste des indicateurs qu'il juge nécessaires « pour adapter les mesures de maîtrise de la transmission à la sortie du [premier] confinement [21] ».

Le Conseil scientifique, pour sa part, avait recensé, le 20 avril 2020, les critères épidémiologiques « pour que la levée du confinement puisse se faire dans de bonnes conditions » [22]. Il dessinait, à cette occasion, les grandes lignes d'un (nouveau) système de surveillance épidémiologique « capable de détecter les nouveaux cas et une reprise de l'épidémie », et notamment « d'identifier les lieux à risque de transmission, voire d'épidémie ».

Entre avril et mai 2020, la délégation au numérique en santé (DNS) et SPF vont s'atteler à la mise en œuvre de ce double cahier des charges.

(20) « Coronavirus : en France, l'administration a été forcée à une numérisation accélérée pour gérer l'épidémie », *Le Monde*, 15 avril 2020.
(21) « Ils devront refléter, de la manière la plus précoce possible, la survenue des nouveaux cas d'infection et leur évolution spatio-temporelle pour permettre d'évaluer et ajuster au mieux l'offre de dépistage de ces cas, d'organiser les isolements, la détection des contacts et la mise en quatorzaine de ces derniers au plus près du territoire où ces personnes vivent ; de prévoir les besoins de prises en charge hospitalière en particulier en réanimation », Plan de préparation de la sortie du confinement, Jean Castex, 27 avril et 6 mai 2020.
(22) Un faible nombre journalier d'hospitalisations et d'admissions en réanimation, un nombre de reproduction inférieur à 1 ($R < 1$) et un nombre de lits de réanimation capable de prendre en charge les malades en cas de reprise épidémique, Conseil scientifique Covid-19, Avis du 20 avril 2020.

La campagne de tests et le « SI-DEP » rendent enfin visible la circulation du virus

Jusqu'au 13 mai 2020, les pouvoirs publics n'avaient qu'une vision partielle du nombre de tests réalisés en France, une partie de ceux réalisés en ville, notamment, n'étant pas centralisés.

Tout change avec l'apparition du système d'information de dépistage (« SI-DEP »), le 13 mai 2020. En centralisant la quasi-totalité des tests réalisés dans les laboratoires privés et hospitaliers, « SI-DEP » permet de suivre les opérations de dépistage. « SI-DEP » a été développé en un mois et demi. « En temps normal, cela nous aurait pris plusieurs années », reconnaît Yann Le Strat [23].

Outil central de la stratégie tester-tracer-isoler, le suivi exhaustif de l'ensemble des patients testés permet de construire toute une série d'indicateurs quotidiens, comme les taux de positivité, de dépistage et d'incidence de la maladie.

Rendre visible la prévalence du virus

Le professeur William Dab s'étonnait, le 11 avril 2020 : « Comment se fait-il que ce soient des épidémiologistes britanniques qui aient estimé la proportion de Français infectés ? Comment lutter contre une épidémie sans connaître son étendue ? Des enquêtes par sondages hebdomadaires par téléphone ou Internet permettraient de suivre son évolution. C'est facile à réaliser. Ce n'est pas complètement fiable, mais c'est mieux d'être dans le brouillard que dans le noir absolu. En attendant que des tests sérologiques soient déployés à grande échelle, même avec des imperfections, ce type d'enquête par sondages répétés nous donnerait une tendance sur l'évolution de la prévalence de l'infection [24] ».

Le professeur Dab pointait ici deux enjeux distincts pour le pilotage de la crise : connaître la proportion de la population qui a déjà été infectée (et développé des anticorps, décelables par les tests sérologiques) et connaître la proportion de la population infectée (porteuse du virus et donc détectable par les tests de dépistage), à un moment donné ou sur une période donnée (la prévalence).

Connaitre la séroprévalence (proportion de la population qui a déjà été infectée, même si certains individus n'ont jamais présenté de symptômes) permet de mieux calculer le taux de mortalité ou le taux de reproduction, de déterminer le chemin qui reste à parcourir avant que la population ait acquis une immunité (au moins partielle et de court terme). À cette fin, deux enquêtes sérologiques nationales ont été conduites en France : EpiCOV [25] (avec 12 400 personnes testées) et Sapris [26] (16 000). Face à la difficulté de conduire des enquêtes sérologiques régulières, à grande échelle et représentatives, une équipe française d'épidémiologistes [27] a développé une méthode d'analyse qui croise les résultats de 22 enquêtes épidémiologiques, les données françaises d'hospitalisation

(23) « Covid-19 : les données incomplètes de SPF compliquent le suivi de l'épidémie », *Le Monde*, 8 octobre 2020.
(24) « En matière de prévention, nous ne sommes pas à la hauteur de l'épidémie », *Le Monde*, 11 avril 2020.
(25) EpiCOV avait pour objectif de fournir une cartographie précise du statut immunitaire de la population, de la santé, des conditions de vie et des inégalités sociales. 135 000 personnes ont répondu à l'enquête. Un kit d'auto-prélèvement sanguin à réaliser à domicile était proposé à une partie des répondants, afin de détecter la présence d'anticorps (sérologie). Au total, 12 400 personnes ont été testées.
(26) Sapris visait à recueillir des données auprès des participants de grandes cohortes épidémiologiques en population générale existantes. Au total, 280 000 adultes au sein de ces cohortes ont ainsi été invités à participer à l'enquête. 42 % d'entre eux ont rempli le premier questionnaire, et 39 % le second. 16 000 d'entre eux avaient été sélectionnés au hasard pour la réalisation de tests, et 14 628 inclus finalement dans l'analyse.
(27) Faute de données sérologiques, cette équipe avait entrepris très tôt de reconstruire l'évolution du nombre total d'infections en France, en croisant les données d'hospitalisations françaises conjointement avec les résultats d'autres enquêtes épidémiologiques.

et de séroprévalence [28]. C'est cette méthode qui a donné lieu à l'Institut Pasteur d'établir, en février 2021, qu'environ 17 % de la population métropolitaine âgée de plus de 20 ans avait été infectée par le coronavirus depuis un an [29].

L'autre enjeu, c'est de connaître la proportion de la population infectée, à un moment donné et dans le temps. On dispose, certes, désormais, de toute une série d'indicateurs, pour étudier la dynamique de la circulation virale au sein du territoire national comme à une plus petite échelle, mais ils restent difficiles à analyser, car le nombre de tests reste soumis à des fluctuations. On peut aussi déduire le taux de prévalence de toute une série de calculs. La meilleure manière de le cerner reste encore de conduire régulièrement des enquêtes auprès d'un échantillon de la population. C'est ce que fait, au Royaume-Uni, le programme « React » de l'Imperial College. Tous les mois, environ 150 000 Britanniques réalisent un auto-prélèvement. Selon ces enquêtes (1,5 million de tests analysés en 9 vagues), le taux de prévalence chute régulièrement. Seule 0,2 % de la population anglaise serait en mars 2021 porteuse du virus, contre 6 % au début de l'été 2020. Les enquêtes « React » ont, en outre, permis d'apporter une réponse à la question qui taraude les scientifiques depuis le début de la pandémie : combien de temps l'organisme reste-t-il immunisé ?

Rendre visibles les *clusters* et les circonstances de contamination

Au début de l'épidémie, les équipes d'investigateurs de SPF et des ARS, très réactives, sont parvenues à circonscrire les premiers foyers de contamination, comme aux Contamines-Montjoie, ou encore dans l'Oise. Elles parviennent, encore, dans un premier temps, à repérer les cas qui se multiplient et remontent les données récoltées *via* l'application « Godata » de l'OMS [30]. Le passage en phase 3 signe l'arrêt des opérations de suivi des contacts dans la plupart des régions [31]. Conformément au Plan pandémie grippale de 2011 qui n'envisage l'investigation des cas contacts suspects que lors des phases 1 (freiner l'introduction du virus) et 2 (freiner sa propagation).

Cette interruption du suivi des contacts suspects et des foyers ne va pas de soi, car l'identification des *clusters* vise un double objectif : contenir l'épidémie, en premier lieu (ce qui devient impossible, à la mi-mars 2020, faute de moyens humains suffisants, quand le virus circule largement), mais aussi comprendre comment le virus se propage et chemine au sein de la population : le type de lieux propices, le type d'évènements déclencheurs.

D'autres *clusters* auraient-ils pu être circonscrits fin février-début mars ? Selon la Commission d'enquête du Sénat, « il semble qu'à la fin du mois de février la gestion de crise centralisée ait été insuffisamment attentive aux alertes émises du terrain ». Elle ajoute que « l'efficacité des opérations de traçage a été fortement compromise par une absence de communication entre les organismes chargés de la recherche des contacts et de la détection des *clusters*, d'une part, et ceux habilités à prendre les mesures pour les limiter, d'autre part » [32].

(28) « Proportion de la population ayant été infectée par SARS-CoV-2 », Institut Pasteur, 9 avril 2021.
(29) Sans disposer, à l'époque, de données sérologiques, sur la base d'une modélisation, cette équipe avait estimé cette proportion à 5,7 % en juillet 2020 : "Estimating the burden of SARS-CoV-2 in France", *Science*, 10 juillet 2020.
(30) Quelque 11 142 cas confirmés y étaient ainsi recensés au 17 mars 2020.
(31) « Nous n'en avons pas fait assez, car nous manquions de capacités d'action sur le terrain… J'en ai parlé à la directrice générale de Santé publique France. Elle m'a dit : "Nous n'avons pas les moyens. Il y a trop de malades. Nous ne pouvons pas investiguer les sources de contagion" », professeur William Dab, Audition devant la commission d'enquête de l'Assemblée nationale, 23 juin 2020.
(32) Plusieurs acteurs ont regretté devant la Commission d'enquête que les préfectures et les collectivités territoriales, responsables du maintien de l'ordre public et habilitées à limiter les rassemblements, ne soient pas informées des *clusters* lorsque ces derniers sont repérés par les agents de l'assurance maladie ou par l'ARS. Interrogée sur ce point, la CNAM a effectivement rappelé que « sur la transmission aux collectivités territoriales des informations concernant les *clusters*, les textes nous interdisent de passer ce type d'informations… Les rapporteurs ne peuvent que déplorer ce défaut de transmission, qui dépourvoit les opérations de traçage de l'effectivité qu'elles requièrent sur le terrain », Commission d'enquête du Sénat.

Les opérations de traçage des contacts reprendront, à grande échelle, en mai 2020, à la sortie du premier confinement. Le dispositif mis en place par l'assurance maladie, s'il a permis d'identifier des « cas groupés », n'a, en revanche, pas été conçu pour retracer et remonter les chaines de contamination. « Les agents de l'assurance maladie, lors de leur enquête, ont bien eu connaissance des circonstances dans lesquelles le "patient zéro" a potentiellement contaminé ses contacts. En allant chercher l'information dans "SI-DEP", il serait aussi possible de savoir lesquels de ces contacts ont été infectés. Mais, aucun croisement n'est fait » [33].

Quand les agents de l'assurance maladie identifient, grâce au « SI-DEP », des « cas groupés », ils passent le relais à SPF et aux ARS (le « niveau 3 ») pour des campagnes de dépistage ciblées dans des lieux identifiés comme à risque, ou pour détecter d'éventuels *clusters* dormants. SPF déploie, à cette fin, à partir du 11 mai 2020, un nouvel outil, « MONIC » (MONItorage des Clusters) pour identifier les nouveaux *clusters* en temps réel et suivre ceux en cours d'investigation. Les ARS, chargées du traçage de niveau 3 [34] adoptaient, pour leur part, « Sormas », un logiciel *open source*, développé en Allemagne en 2014 pour aider le Nigeria à faire face à l'épidémie d'Ebola (et adapté, entre-temps, aux spécificités du Covid-19).

« MONIC » a permis, de fin mai jusqu'à mi-novembre 2020, à SPF de publier dans ses points épidémiologiques hebdomadaires des chiffres sur les *clusters* par type de lieu (Ehpad, établissements pénitentiaires, entreprises, écoles...). Ces données étaient alors qualifiées par SPF de « pertinentes pour identifier les collectivités pour lesquelles la proportion de *clusters* à criticité élevée est la plus importante, contribuant à prioriser les mesures de prévention et de contrôle ». Un thermomètre qui reste lacunaire [35]. En novembre 2020, SPF a cessé de publier des données détaillées sur les foyers de contagion, faisant valoir que leur nombre était « très fortement sous-estimé » [36]. Les contaminations identifiées grâce à la détection de ces foyers de contagion ne représentaient alors qu'une très faible part de l'ensemble des personnes déclarées positives sur le territoire.

Rendre visible la campagne vaccinale

Afin d'assurer la traçabilité des vaccins et des étapes de la vaccination, de la consultation pré-vaccinale aux injections du vaccin, l'assurance maladie a ouvert, le 4 janvier 2021, un téléservice baptisé « Vaccin Covid » [37]. Ce téléservice permet de connaître le nombre quotidien de personnes ayant reçu une ou deux doses de vaccin, par date d'injection, par tranche d'âge et par sexe : des données mobilisées pour modéliser l'évolution de l'épidémie.

Très scrutées, les données quotidiennes permettent, en particulier, d'évaluer le rythme moyen des injections tandis que les données cumulées offrent à voir quelle part de la population est protégée par ce biais, notamment parmi les plus âgés. Les données départementales et régionales peuvent dévoiler d'éventuelles disparités selon les territoires [38].

(33) « L'assurance maladie explique ce retard par des contraintes juridiques, liées à la loi Informatique et libertés », extrait de « Covid-19 : les données incomplètes de Santé publique France compliquent le suivi de l'épidémie », *Le Monde*, 8 octobre 2020.
(34) « Situations relevant des chaînes de transmission ou de *cluster* ainsi que les cas ayant eu des contacts multiples lors d'un rassemblement ».
(35) « Taux d'incidence, nombre de personnes vaccinées : les définitions et les limites des grands indicateurs du Covid-19 », *Le Monde*, 13 février 2021
(36) Santé publique France : point épidémiologique du 12 novembre 2020.
(37) « Vaccin Covid » permet, en outre, de créer, d'enregistrer et d'éditer un document après chaque étape. En fin de vaccination, le bilan de la vaccination peut être imprimé, signé et remis au patient auquel il servira de certificat de vaccination.
(38) « Taux d'incidence, nombre de personnes vaccinées : les définitions et les limites des grands indicateurs du Covid-19 », *Le Monde*, 13 février 2021.

La surveillance des variants

L'apparition de nouveaux variants est venue percuter en décembre 2020 la gestion de la crise. Depuis fin janvier 2021, le fichier de suivi « SI-DEP » intègre les résultats des tests RT-PCR « de criblage ». Ces tests détectent les principales mutations caractérisant les variants connus dits « d'intérêt », et la part qu'ils représentent parmi tous les tests positifs réalisés. En avril 2021, tous les tests positifs ne sont pas encore criblés, et des disparités existent entre les territoires. « Ces tests ne permettent de suivre que les variants considérés comme "d'intérêt" par les autorités sanitaires françaises, au travers des enquêtes Flash » [39].

La quête de nouvelles sources de données

Deux cas emblématiques illustrent l'intérêt de faire appel à d'autres sources de données pour alimenter et améliorer les modèles épidémiologiques : les données de mobilité telles que mesurées par les opérateurs télécoms et l'analyse des eaux usées.

La collaboration nouée dès mars 2020 entre l'Inserm et Orange pour exploiter les données anonymisées issues de l'activité des abonnés mobiles a permis d'établir qu'un million de personnes avaient quitté la région parisienne entre le 13 et le 20 mars 2020. Une fois connus, ces déplacements rendaient caduques les données usuelles des modèles épidémiologiques [40]. Le partenariat entre l'Inserm et Orange n'est pas isolé. En Allemagne, Deutsche Telekom a transmis les données anonymisées de géolocalisation de ses 46 millions de clients à l'Institut Robert Koch.

Dès avril 2020, plusieurs laboratoires ont lancé le réseau de surveillance Obépine [41], pour suivre la dynamique du virus sur le territoire grâce à l'analyse d'échantillons d'eaux usées provenant de plus de 150 stations d'épuration (parmi les 20 000 françaises), afin d'en tirer des prévisions sur sa circulation. Le 25 janvier 2021, le réseau Obépine a, pour la première fois, mis en ligne les résultats des derniers prélèvements dans une trentaine de stations d'épuration.

Un rendez-vous manqué avec l'épidémiologie collaborative

Au Royaume-Uni, le projet "Covid Symptom Study" proposait au public, *via* une application, de rendre compte, jour par jour, de leurs symptômes, ou de répondre régulièrement à des questionnaires ciblés sur divers sujets. Il comptait 4 millions de contributeurs en mai 2020 [42].

(39) *Idem*.
(40) « Dans une pandémie de ce type, il y a une forte perturbation de la mobilité : les gens s'adaptent et ne voyagent plus à cause du confinement et de la restriction des déplacements, les trains circulent moins, les vols sont annulés. Il y a de très fortes perturbations de la mobilité : les modèles issus de la vie normale ne sont plus applicables et auraient donné des prédictions erronées. Il est important d'informer nos modèles avec des données qui suivent en temps réel ces changements », explique Victoria Colizza, directrice de recherches à l'Institut Pierre-Louis d'épidémiologie et de santé publique (Inserm-Sorbonne Université), extrait de « Pourquoi les données téléphoniques aident à comprendre la pandémie de Covid-19 », *Le Monde*, 27 mars 2020.
(41) Obépine : Observatoire épidémiologique dans les eaux usées.
(42) "Covid Symptom Study" a été conçu par des médecins et scientifiques du Massachusetts General Hospital, de la Harvard School of Public Health, du King's College London et de la Stanford University School of Medicine, en collaboration avec ZOE, une société britannique spécialisée dans les sciences de la santé.

C'est probablement à ce type de choses que pensait le Conseil scientifique quand il appelait, le 20 octobre 2020 [43], au lancement de « programmes de science participative pour mieux comprendre les modalités de transmission ».

SPF s'appuie, certes, sur la plateforme « GrippeNet.fr », rebaptisée le 30 mars 2020 « CovidNet.fr », pour recueillir des données auprès du public et suivre en temps réel l'évolution de l'épidémie [44]. Bénéficiant d'une visibilité, « CovidNet.fr » ne compte pourtant que 9 335 participants. L'AP-HP, pour sa part, a fait appel à une communauté de patients pour la recherche (dans le cadre du programme « ComPaRe [45] ») pour évaluer la perception du risque d'une infection sévère ou pour identifier les symptômes du « Covid long » et leur effet sur la vie des patients.

Mentionnons, ici, cette étude participative, lancée en avril 2020, dans le Haut-Rhin pour comprendre quand et comment ce département s'était transformé en foyer épidémique [46]. Les enquêteurs avaient appelé les Haut-Rhinois à répondre à une centaine de questions. Leur étude a confirmé l'hypothèse que le virus circulait dès fin janvier 2020 dans le département.

On a peut-être sous-estimé, en France, l'intérêt d'associer et de faire participer le public à la production de connaissances épidémiologiques, pour la compréhension des symptômes ou celles des mécanismes de circulation.

Le projet « SourceCovid.fr », initié par l'équipe à l'origine de « MaladieCoronavirus.fr », s'inscrit pleinement dans la démarche participative, préconisée par le Conseil scientifique. Afin de mieux identifier les sources de propagation du virus (magasins, restaurants, lieux de travail, cercles familiaux et personnels…), cette application *web* propose, depuis le 14 décembre 2020, aux personnes ayant été touchées par le virus ou à leurs proches « de prendre deux minutes de leur temps pour aider à la compréhension de la deuxième vague de la Covid-19 ».

Conclusion

« Aujourd'hui, on a quelque chose de quasi exhaustif. Personne en France n'aurait pensé qu'on puisse créer un système national comme celui-là en si peu de temps », Yann Le Strat, en septembre 2020 [47].

Entre mai et juin 2020, brique par brique, un véritable système de surveillance épidémiologique a finalement été mis sur pied.

Ce système de surveillance génère chaque jour des flots de données. SPF reçoit et traite chaque jour 400 mégaoctets, qui alimentent les modèles et actualisent les 123 indicateurs. Début mars 2021, « Geodes » proposait 123 indicateurs, à toutes les échelles (nationale, régionale, départementale, territoriale).

(43) « Les modalités de transmission du virus restent encore mal connues, faute de données précises. Dans une démarche de science participative, garantissant le consentement et l'anonymat des personnes, et dans le cadre de projets de recherche opérationnelle, chacun pourrait contribuer grâce au numérique à faire mieux comprendre les modalités de transmission, en fonction des lieux ou des temps d'exposition par exemple », « Un nouvel ensemble numérique pour lutter contre le SARS-CoV-2 », Avis du Conseil scientifique Covid-19, 20 octobre 2020.
(44) « CovidNet.fr » propose aux volontaires de répondre chaque semaine à un questionnaire de 5 minutes sur d'éventuels symptômes constatés depuis leur précédente connexion. La participation est anonyme.
(45) « ComPaRe » (communauté de patients pour la recherche) rassemble les patients ayant choisi de faire avancer la recherche sur les maladies chroniques.
(46) L'objectif de l'enquête conduite par deux équipes du CNRS et de l'Université Clermont-Auvergne était de savoir si le virus évoluait déjà avant le fameux rassemblement protestant à Mulhouse en février 2020, et de comprendre quel rôle cet événement avait pu jouer.
(47) « Urgence, cafouillages, "mille-feuille" d'indicateurs… Dans les coulisses des données très stratégiques sur le Covid-19 », FranceTVinfo, 10 septembre 2020.

Même si des zones d'ombre subsistent, même si des *bugs* surviennent fréquemment (nombre de cas surestimé, écarts entre les chiffres publiés par SPF et par la DGS, doublons liés aux erreurs d'enregistrement… vite détectés par les réutilisateurs des données en *open data*), ces données et ces indicateurs permettent désormais, tant bien que mal, aux responsables nationaux et locaux de prendre des décisions informées. Ils ont apporté une réponse à la demande du public, de la communauté scientifique, des médias, et des professionnels de santé. Et aidé à nourrir le débat public, avec son lot de controverses sur la fiabilité des données et la pertinence des indicateurs.

Références

CheckNews, *Libération*.

INSEE, Santé publique France & ministère des Solidarités et de la Santé (2020), « Le suivi de l'épidémie de Covid-19, Livret de présentation », mars.

Les décodeurs, *Le Monde*.

Linc-CNIL (2020), « Coronoptiques : dispositifs de surveillance et gestion de l'épidémie ».

Santé publique France (2020), « Surveillance épidémiologique du Covid-19 », dossier pédagogique, avril.

Santé publique France (2020), « Surveillance épidémiologique de la Covid-19 : un dispositif au plus près des territoires », juin.

L'*open data* de crise : entre mobilisation citoyenne et communication gouvernementale

Par **Simon CHIGNARD**
Expert de la valorisation des données

Le tremblement de terre qui a frappé Haïti le 12 janvier 2010 a été qualifié à l'époque par les Nations unies de « pire crise humanitaire liée à un désastre naturel » ; 230 000 personnes y ont perdu la vie, et plus d'1,3 million d'habitants de l'île se sont retrouvés sans abri. Les infrastructures du pays ont été durement touchées, ce qui a rendu encore plus difficile l'accès des secours aux zones les plus reculées. Mais Haïti représente aussi, pour nombre d'observateurs de l'*open data*, un cas d'école de mobilisation et d'utilisation des données comme facteur de résilience. En effet, en quelques jours et partout dans le monde, des centaines de bénévoles se sont mobilisés, notamment pour cartographier les zones sinistrées. Les images satellites mises à disposition ont été utilisées pour créer des plans détaillés, permettant ainsi aux équipes de secours de disposer d'une information actualisée.

L'équipe Humanitarian OpenStreetMap Team (HOT), constituée en association dès le mois d'août 2010, s'est particulièrement illustrée dans l'usage de la cartographie libre OSM (OpenStreetMap) comme réponse aux situations de crise et comme facteur de résilience. Depuis, HOT est intervenue sur la plupart des crises humanitaires de la dernière décennie en lien ou non avec des catastrophes naturelles (tsunamis, tremblements de terre, inondations), et s'est développée autour d'autres thématiques du développement durable.

La crise haïtienne a permis de démontrer, si besoin était, que l'accès à une information fiable et à jour est l'un des éléments de réponse à des situations d'urgence. Elle a aussi souligné, en creux, que les États ne sont pas nécessairement les mieux placés – ni les mieux dotés – pour fournir l'information. Enfin, que le numérique porte aussi en lui des capacités de mobilisation des foules ou, pour le moins, d'une armée de bénévoles qui savent collecter, traiter et exploiter des données. Mais la crise déclenchée par le tremblement de terre de 2010 a une particularité : elle s'est déroulée dans une unité de lieu (Haïti).

La crise sanitaire provoquée par la Covid-19 a une autre particularité, qui la distingue et la singularise parmi les crises de ces dernières décennies : son ampleur. L'épidémie s'est étendue en quelques mois à l'ensemble de la planète. Quasiment aucun continent n'a été épargné. Il s'agit bien en cela d'un évènement massif et global, qui touche indifféremment des pays où les infrastructures, notamment informationnelles, sont développées, et d'autres où elles manquent. Nous visons dans cet article à comprendre comment la donnée, et en particulier la donnée ouverte (*open data*), a pu être mobilisée comme un facteur de résilience, tant par les gouvernements et la communauté scientifique que par la société civile. En effet, cette crise illustre une nouvelle fois la capacité de mobilisation de ceux qui, tout en n'étant ni médecins, ni décideurs politiques, ont toutefois jugé qu'ils avaient un rôle à jouer pour faire face au coronavirus. Entre mobilisation citoyenne et communication gouvernementale, l'*open data* a de multiples facettes, parfois en tension.

Mobilisation générale

Le 11 mars 2020, à Genève, le directeur général de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) vient de qualifier la Covid-19 de « pandémie ». Les Français ne le savent pas encore, mais ils vont bientôt faire connaissance avec un terme qui accompagnera encore leur vie quotidienne un an plus tard : le confinement. En Italie, le gouvernement a déjà mis en place des mesures en vue de lutter contre l'épidémie.

À cette époque, depuis quelques semaines déjà, les autorités publiques françaises diffusent des informations sur la progression de l'épidémie dans notre pays. Mais l'information est très parcellaire et difficilement exploitable. Santé publique France et les agences régionales de santé communiquent lors de points presse, publient parfois des communiqués de presse, au mieux des documents au format PDF.

En résumé : rien que l'on ne puisse qualifier d'*open data*, au sens de « donnée librement réutilisable ». Aucune donnée officielle n'est à l'époque non plus publiée sur la plateforme nationale « data.gouv.fr ».

Face à ce constat, des individus, bientôt regroupés en communautés, se mettent au travail dès la mi-mars 2020. Leur ambition : compiler et mettre à disposition l'ensemble des données éparses sur la situation sanitaire en France. La tâche n'est pas simple, compte tenu de la très grande diversité des sources de données. Certains d'entre eux en sont rendus à regarder les vidéos des points presse du ministre chargé de la Santé ou du directeur général de la Santé pour y glaner les informations actualisées, puis les transformer en données.

Il faut s'arrêter un instant sur le rôle des outils numériques qui, comme lors de la crise en Haïti, ont permis la mobilisation et la coordination entre les initiatives, alors même que le pays était confiné.

Le premier outil utilisé est la messagerie de groupe Slack, plébiscitée par les communautés de développeurs. Slack permet de créer des espaces d'échange *via* des canaux de discussion (*channel*) dédiés à une thématique. Un exemple parmi d'autres, qui illustre l'ampleur de la mobilisation : "Data Against Covid-19", présenté comme un « espace d'échange autour de la collecte et de l'analyse des données, de leur représentation et de la compréhension des enjeux liés à la donnée pour les personnels soignants et la société civile ». Ce sont près de 90 000 messages qui seront échangés *via* ce canal thématique, attirant près de 1 200 membres. Qui sont-ils ? Il est difficile de se faire une idée précise. On peut cependant noter que, pour une partie d'entre eux, ils travaillent pour des structures publiques, à l'image de Lior Perez, responsable des développements informatiques à Météo-France, ou encore Bastien Guerry et Jérôme Desboeufs, respectivement agent et prestataire d'Etalab, la structure interministérielle en charge de l'ouverture des données publiques.

Le second outil majeur est GitHub, service d'hébergement et de gestion de développement de logiciels. La page de dépôt de fichiers intitulée "OpenCovid19-fr / Data" est ainsi utilisée pour consolider les données de sources officielles françaises concernant l'épidémie. Une cinquantaine d'individus – parmi lesquels on retrouve là encore plusieurs personnes gravitant autour d'Etalab – y contribuent. Ils ne se contentent pas de récupérer des données, ils les consolident et les rediffusent, notamment *via* un site de visualisation « veille-coronavirus.fr » qui propose, entre autres, un tableau de bord de l'épidémie. Cette proximité avec Etalab se révélera être un atout : ce qui était initialement une initiative d'une mobilisation citoyenne va progressivement être repris pour devenir « le » tableau de bord officiel, publié sur « data.gouv.fr » puis intégré sur le site « gouvernement.fr », géré par le service d'information du gouvernement (SIG).

Au même moment, Santé publique France et Etalab se mettent en ordre de marche pour diffuser des données les plus complètes possibles. Après les données sur les hospitalisations et les

contaminations viendront celles sur les tests de dépistage, et, enfin, les données concernant la campagne de vaccination. Mais l'*open data* ne se limite pas à la sphère sanitaire : le site « data.gouv.fr » accueille aussi des données sur les aides en soutien à l'activité économique (dispositif d'activité partielle, fonds de solidarité). L'objectif étant ici de donner à voir l'action gouvernementale en réponse à la crise.

Ailleurs dans le monde

Dès le mois d'avril 2020, l'OMS appelle les gouvernements à faire de l'*open data* l'un des leviers de leurs actions dans la lutte contre le coronavirus. De nombreuses organisations internationales ont entrepris depuis un recensement des initiatives et des expérimentations dans le cadre de la crise sanitaire. Ainsi, l'Observatoire de l'innovation dans le secteur public de l'OCDE a recensé plus de 450 initiatives au niveau mondial[1], dont une moitié liées aux données (collecte, production et exploitation, réalisation de tableaux de bord). Ce recensement met en lumière la très grande diversité des données mises à disposition, mais aussi les différences de maturité en matière de numérique, voire de transparence. Ainsi, à Taiwan et en Corée du Sud, les autorités ont mis à disposition une API (interface de programmation) donnant accès en temps réel aux stocks de masques disponibles dans les pharmacies. Ces API, accessibles librement et gratuitement, ont permis l'intégration de ces données dans de très nombreuses applications. Le contraste est saisissant avec d'autres pays développés où l'information sur la disponibilité des masques était plus que parcellaire, voire absente.

Une étude, réalisée conjointement par la Data Unit de l'OCDE et le Gov Lab (de l'Université de New York), a permis d'étudier en particulier le rôle de l'*open data* dans la première phase de la pandémie, c'est-à-dire de mars à juillet 2020 : 85 projets ont ainsi été analysés en détail. Les tableaux de bord et la visualisation de données représentent ensemble plus de la moitié de ces initiatives, suivis par les dépôts de données et notamment les portails *open data* (37 %). La prépondérance des tableaux de bord illustre leur importance dans les stratégies de communication des gouvernements, tant nationaux que locaux. En ce sens, les visualisations de données participent de la communication officielle autour du virus, avant d'être pensées comme des outils permettant l'action, tant au niveau des gouvernements que de la société civile elle-même.

Entre transparence et redevabilité, la crise sanitaire comme révélateur des tensions de l'*open data*

La crise sanitaire a aussi révélé et illustré les tensions qui entourent la notion d'*open data*. Dans un article remarqué de 2012, Harlan Yu et David Robinson (à l'époque chercheurs dans les universités américaines de Stanford et de Georgetown) pointaient déjà les ambiguïtés de l'*open data*[2].

Depuis les années 1950, expliquaient-ils, la notion de « gouvernement ouvert » (*open government*) était associée à l'émergence du droit d'accès à l'information. Selon eux, l'*open data* illustre la dérive de ce concept initial de « gouvernement ouvert » vers une approche plus technologique. Mettre des données à disposition (les ouvrir) est à la portée de n'importe quel gouvernement, mais cela suffit-il à rendre ces gouvernements redevables ? « Ainsi, les "données gouvernementales ouvertes" peuvent faire référence à des données qui rendent le gouvernement dans son ensemble plus ouvert (c'est-à-dire plus responsable devant le public), mais peuvent également faire référence

(1) OPSI Covid-19 Innovative Response Tracker, https://oecd-opsi.org/covid-response/
(2) YU H. & ROBINSON D. (2021), "The new ambiguity of 'open government'", *UCLA Law Review*, 178, pp. 81-91.

à des divulgations politiquement neutres du secteur public qui sont faciles à réutiliser, mais qui n'ont peut-être rien à voir avec la responsabilité publique. Aujourd'hui, un régime peut se dire "ouvert" s'il construit le bon type de site *web* – même s'il ne devient pas plus redevable », exposent Yu et Robinson.

Cette ambiguïté est parfaitement illustrée par la crise sanitaire de la Covid-19. Les gouvernements – en Europe et ailleurs – revendiquent la publication des données comme une preuve de la transparence de leurs actions dans la lutte contre la crise sanitaire. En France, le gouvernement, tant par la voix du Premier ministre ou celle du ministre chargé de la Santé, mentionne régulièrement les données publiées par Santé publique France sur le portail « data.gouv.fr. ». L'audience du portail atteint d'ailleurs des records : au mois de novembre 2020, la plateforme a accueilli plus de 2,3 millions de visiteurs uniques, c'est-à-dire la plus forte audience depuis son lancement en 2011.

Cet effort de transparence sur les données de la Covid-19 signifie-t-il pour autant que l'action publique est redevable ? Peut-on considérer que l'*open data* permet à « la Société [...] de demander compte à tout agent public de son administration » comme le mentionne dans son article 15 la Déclaration des droits de l'homme et du citoyen de 1789 ? Les questions restent ouvertes.

Ce qui est acquis, c'est que la transparence revendiquée n'empêche pas la défiance, bien au contraire. Plusieurs sondages d'opinion [(3)] indiquent que près de 60 % des Français ne font pas confiance au gouvernement dans sa gestion de la crise sanitaire. Pire, selon une enquête d'opinion de février 2021, 73 % des personnes interrogées estiment que « le gouvernement ne dit pas la vérité aux Français » [(4)]. De toute évidence, le lien entre transparence et confiance est sûrement plus complexe qu'une simple relation de cause à effet, comme l'illustre de nombreux travaux de recherche (notamment en sciences politiques).

Les leçons de la crise sanitaire

À l'heure où nous écrivons ces lignes (mars 2021), la crise sanitaire est encore une réalité. Il est cependant déjà possible d'identifier quelques enseignements de la mise en œuvre de l'*open data* pour faire face à l'épidémie.

La première leçon est la capacité de mobilisation en période de crise : la société civile comme les acteurs publics (au niveau local et national) se sont mobilisés pour publier des données, parfois dans des conditions d'urgence et de pression importante. Il est remarquable de constater l'écart entre la situation de départ en mars 2020, telle que décrite au début de cet article, et la situation un an plus tard. L'offre, en matière de données, est incommensurablement plus grande qu'elle ne l'était au début de la crise sanitaire. Le portail data.gouv.fr met ainsi en avant plus de 70 jeux de données issus de divers producteurs publics tant nationaux (Santé publique France, ministère de la Santé et des Solidarités, direction générale des entreprises, Insee, Etalab, URSSAF…) que locaux (villes de Nantes, Marseille, Grenoble, Issy-les-Moulineaux…).

La seconde leçon est précisément liée au rôle de la société civile, et à l'émergence de nouveaux médiateurs. Les communautés qui se sont mobilisées pour collecter et analyser les données ont sans aucun doute joué un rôle de déclencheur, et par la suite d'aiguillon de l'ouverture des données par les gouvernements. Nous avons vu aussi l'importance de nouveaux médiateurs, comme la plateforme « CovidTracker », dont l'un des fondateurs, le *data scientist* Guillaume Rozier a acquis une grande visibilité dans les médias. Les visualisations de « CovidTracker » sont même

(3) Par exemple, l'enquête Ifop pour le JDD du 3 mars 2021 et l'enquête Odoxa pour *Le Figaro* et France Info du 4 février 2021.
(4) Sondage Odoxa pour *Le Figaro* et France Info, 4 février 2021.

parfois reprises dans les actions de communication officielle du gouvernement. Ces nouveaux médiateurs présentent aussi l'intérêt d'être perçus comme plus crédibles que la communication gouvernementale – même si, *in fine*, ils partagent la même source de données (Santé publique France).

La troisième leçon est que le plein potentiel de l'*open data* n'est pas encore atteint. Des progrès restent à faire sur l'utilisation et l'exploitation des données, en particulier pour appuyer les décisions publiques. Il doit être possible de développer bien mieux que des tableaux de bord, mais aussi une véritable culture de la décision publique, qui soit factuelle, basée sur les données (*data-driven*) et surtout transparente. On notera d'ailleurs avec grand intérêt les recommandations de la mission confiée par le Premier ministre au député Éric Bothorel, présentées dans son rapport publié en décembre 2020. Elles invitent notamment à l'ouverture des modèles épidémiologiques de l'Institut Pasteur utilisés par le conseil scientifique. Un pas de plus vers une action publique plus transparente ?

Des usages de Twitter en temps de pandémie : circulation des connaissances, agit-prop et controverses enflammées

Par **Vincent GLAD**
Journaliste indépendant

Jamais sans doute la science n'a eu tant d'effet sur la vie de la cité. Dans plusieurs pays européens, au début de l'année 2021, le simple fait de pouvoir envoyer ses enfants à l'école est conditionné à la transmissibilité accrue d'un variant du Sars-CoV-2. En ces temps de pandémie, où les gouvernements mettent en place des mesures de restrictions extraordinaires, une découverte scientifique peut faire basculer la vie des gens, dans un sens ou dans l'autre. Dans ce contexte, une circulation rapide de l'information scientifique est primordiale.

La découverte du variant B.1.1.7 en décembre 2020 nous offre un exemple sidérant de la rapidité avec laquelle la science a progressé, mais aussi communiqué. Quand le 19 décembre, Boris Johnson, Premier ministre britannique, annonce qu'une nouvelle souche du virus se transmet « bien plus facilement », l'incrédulité domine parmi les scientifiques internationaux. Beaucoup croient percevoir une manipulation destinée à masquer la faillite de la politique sanitaire britannique. Mais, à Londres, les chercheurs pensent, avec un niveau de certitude de plus en plus élevé, que ce variant est plus transmissible. Reste à convaincre les collègues à l'étranger. Au lendemain de cette annonce, alors que naturellement aucun article scientifique n'a encore pu être publié, des *threads* Twitter – autrement dit des enfilades de tweets agrémentés de liens et d'illustrations – vont porter la bonne parole scientifique au-delà de la Manche. L'infectiologue Muge Cevik [(1)] et le généticien Jeffrey Barrett [(2)] publient deux *threads*, synthétisant l'état de la recherche sur le sujet. Leur résonance est mondiale, le fil de Cevik est retweeté 5 500 fois, des chiffres peu communs pour un contenu scientifique. Quelques jours plus tard, Adam Kucharski écrit une enfilade de quelques tweets, qui auront également un fort retentissement [(3)] et seront retweetés près de 11 000 fois : l'épidémiologiste anglais explique en un raisonnement mathématique limpide en quoi un variant 50 % plus transmissible causera *in fine* plus de décès qu'un variant 50 % plus létal. D'une certaine manière, ces *threads* s'apparentent à une version moderne des "*Letters to the editor*", ces textes courts publiés dans les revues scientifiques, destinés à prendre position sur une controverse ou à présenter de manière synthétique des données dignes d'intérêt.

Twitter, formidable outil de veille pandémique

Cette nouvelle forme de contenu est l'illustration de la prise en main de Twitter par les scientifiques. De nombreux chercheurs se sont mis à cet outil à l'occasion de cette pandémie. Depuis janvier 2020 et les premières infos venues de Wuhan (Chine), certains ont gagné une audience considérable sur le réseau social : le virologue Christian Drosten a vu son compte passer de 700 à 715 000 abonnés (*followers)*, l'épidémiologiste Devi Sridhar de 12 000 à 281 000 *followers*, l'épidémiologiste Trevor Bedford de 3 600 à 309 000 *followers* (au 31 mars 2021). La veille

(1) https://twitter.com/mugecevik/status/1341094836682838021
(2) https://twitter.com/jcbarret/status/1340716901610172416
(3) https://twitter.com/AdamJKucharski/status/1343567425107881986

scientifique exhaustive du cardiologue Eric Topol, les fils de tweets érudits de l'immunologue Akiko Iwasaki ou la pédagogie de la biostatisticienne Natalie E. Dean se sont imposés comme des contenus Twitter incontournables pour qui s'intéresse de près à la Covid-19.

Un scientifique travaillant sur cette pandémie ne peut se satisfaire des seules publications scientifiques, nécessitant par nature un certain délai avant publication. Il faut également pouvoir suivre au jour le jour les développements dans le monde entier – les hôpitaux surchargés au Brésil du fait du variant P.1, l'efficacité des mesures régionalisées prises en Italie, la reprise de l'épidémie au Chili malgré la campagne de vaccination, etc. Ces sujets sont souvent abordés dans la presse, mais l'outil Twitter se montre d'une célérité et d'une exhaustivité sans égal. Pour observer la situation dans un pays donné, rien de mieux que de suivre le chercheur local qui a le bon goût de partager ses analyses dans des fils Twitter. C'est le cas par exemple du généticien Eran Segal [(4)], qui a suivi quotidiennement l'évolution épidémiologique en Israël à la suite de la campagne de vaccination massive. Ses graphiques montrant l'effet de l'immunisation de la population ont d'abord fait sensation sur Twitter, avant d'être repris dans la revue *Nature Reviews Immunology* [(5)].

Comment faisait-on avant les réseaux sociaux ? Stéphane Korsia-Meffre, journaliste scientifique pour « Vidal.fr », se souvient d'une autre pandémie, à l'époque du Minitel, le sida : « Je m'occupais de la veille d'information pour une association de malades. Pour me tenir informé des avancées scientifiques, j'avais différentes sources, du plus chaud au plus froid : des rendez-vous avec les laboratoires pharmaceutiques – c'est là où on avait les infos avant qu'elles ne sortent –, les communiqués de presse des labos et des agences de recherche, la presse internationale, les *newsletters*, la littérature scientifique – mais avec un délai certain – et enfin les conférences, quatre ou cinq par an, qui étaient des moments très importants, où les différentes équipes présentaient leurs résultats. » Une époque qui paraît préhistorique, alors que les nouvelles découvertes sur le Covid-19 deviennent virales en quelques heures sur Twitter, et que toutes les publications sur le sujet sont accessibles pour tous gratuitement.

La montée en puissance du réseau social dans le champ scientifique est concomitante de l'explosion des *preprints*, ces productions scientifiques mises en ligne avant la phase de *peer-reviewing*. L'inflation est inédite : au 31 octobre 2020, il y avait eu plus de 80 000 *preprints* publiés en relation avec la Covid-19 [(6)]. Stéphane Korsia-Meffre est étourdi par cette avalanche de publications : « C'est un enfer les *preprints* ! Ces articles n'ont pas été relus, il faut faire soi-même le travail de *reviewer*, plonger dans le papier, aller vérifier les stats. Avec le Covid, j'ai l'impression de passer ma vie à faire cela. Je ne peux pas pour autant ignorer ces productions, qui ont souvent un fort retentissement. Si je devais attendre leur publication dans une revue, j'aurais toujours deux ou trois mois de retard ». Les *preprints* sont souvent postés sur Twitter, par leur auteur ou par un autre chercheur, avec un avertissement d'usage qu'à force plus personne ne prend en considération : « Attention, étude en *preprint*, pas encore évaluée par les pairs ». Dans un même mouvement, Twitter et les *preprints* ont formidablement accéléré le rythme de la science, tout en remettant en cause, de manière préoccupante, l'indispensable travail d'évaluation par les pairs. La production scientifique n'a jamais été aussi accessible, mais son contrôle qualité n'a jamais été aussi faible.

Élargissement du champ de la controverse scientifique

Avec les réseaux sociaux, la controverse scientifique a désormais lieu à ciel ouvert. Les débats entre chercheurs, qui étaient cantonnés aux revues à comité de lecture et aux conférences, se retrouvent

(4) https://twitter.com/segal_eran
(5) SHILO S. *et al.* (2021), "Signals of hope: gauging the impact of a rapid national vaccination campaign", *Nature Reviews Immunology*, 21, pp. 198-199.
(6) BESANCON L. *et al.* (2020), "Open science saves lives: Lessons from the Covid-19 pandemic", bioRxiv preprint.

projetés sur la place publique. H. Holden Thorp, rédacteur en chef de la revue *Science*, explique que la lecture de ces « gazouillis » (traduction de "*tweet*") scientifiques fait désormais partie de sa mission [7] : « Je prête attention aux conversations publiques des scientifiques sur la Covid-19 – y compris les échanges rapides sur Twitter –, parce que mon rôle dans la communication scientifique consiste à amplifier le consensus, tout en évitant de devenir un épidémiologiste ou un immunologiste de salon ». « Le débat public est bénéfique pour la science », assure H. Holden Thorp : « L'époque où l'on pouvait se rendre à une conférence Gordon ou à Asilomar et avoir un débat confidentiel sur des questions scientifiques est révolue, et c'est mieux ainsi, car ces rassemblements n'étaient pas assez diversifiés et excluaient beaucoup de voix importantes. […] Le support n'est donc plus aussi important. Ce qui importe, c'est d'arriver au bon endroit en termes scientifiques – décider de la bonne question à poser, de la manière appropriée d'y répondre, et de l'interprétation correcte des données. »

Comme le relève H. Holden Thorp, Twitter permet d'élargir le champ du débat scientifique à de nouvelles voix. C'est ainsi que la sociologue Zeynep Tufekci a porté, en premier, en mars 2020, le combat pour le port du masque en population générale dans les pays occidentaux alors que les épidémiologistes se montraient timorés sur le sujet. D'abord sur Twitter [8], ensuite dans la presse américaine [9], et enfin dans un article retentissant publié dans *PNAS*, cosigné avec des médecins, évaluant l'efficacité du masque contre la Covid-19 [10].

C'est également grâce à Twitter qu'un groupe d'ingénieurs américains spécialistes des aérosols a fait entendre depuis le printemps 2020 sa conviction que la transmission du Sars-CoV-2 se faisait majoritairement par de mini-gouttelettes flottant dans l'air. Linsey Marr [11], Jose-Luis Jimenez [12], Shelly Miller [13] et Donald K. Milton [14] ont multiplié les tweets et les interventions dans la presse pour persuader l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et les épidémiologistes, au départ très réticents face à cette hypothèse. Dans un paysage scientifique classique, auraient-ils seulement été invités à une conférence sur la Covid-19 ? Leur expertise de la physique des gouttelettes, partagée sans relâche sur les réseaux et prolongée d'une lettre ouverte à l'OMS [15], a nourri les réflexions des experts de la santé, jusqu'à ce que le *British Medical Journal* reconnaisse le 20 août 2020 dans un éditorial l'importance de la transmission aérienne du virus [16]. À l'exemple du débat sur les aérosols, les réseaux sociaux permettent à des chercheurs non légitimes – tout du moins à première vue – de faire évoluer le consensus scientifique en recourant à une forme d'agit-prop (des mots agitation et propagande).

Un outil de *post-peer-reviewing* ?

Twitter a également joué un rôle déterminant dans la critique – pour ne pas dire la mise à mort – de publications scientifiques influentes. L'exemple le plus significatif est celui de l'article frauduleux publié dans *The Lancet* concluant que la prise d'hydroxychloroquine augmentait le risque de décès chez les patients atteints de Covid-19 [17]. Cette étude, qui avait provoqué la suspension des essais thérapeutiques de l'OMS sur le traitement, a été rétractée après que des chercheurs, dont l'infectiologue

(7) HOLDEN THORP H. (2021), "Public debate is good for science", Science, 371(6526), p. 213.
(8) https://twitter.com/zeynep
(9) TUFEKCI Z. (2020), "Why telling people they don't need masks backfired", *New York Times*, 17 mars.
(10) HOWARD J. *et al.* (2020), "An evidence review of face masks against Covid-19", *PNAS*, 118(4), January 26, 2021, e2014564118.
(11) https://twitter.com/linseymarr
(12) https://twitter.com/jljcolorado
(13) https://twitter.com/ShellyMBoulder
(14) https://twitter.com/Don_Milton
(15) MORAWSKA L. *et al.* (2020), "It is time to address airborne transmission of coronavirus disease 2019 (Covid-19)", *Clinical Infectious Diseases*, 71(9), November 1, pp. 2311-2313.
(16) WILSON N. *et al.* (2020), "Airborne transmission of Covid-19", *BMJ* 2020;370:m3206.
(17) MEHRA M. R. *et al.* (2020), "RETRACTED: Hydroxychloroquine or chloroquine with or without a macrolide for treatment of Covid-19: a multinational registry analysis", *The Lancet*.

James Watson, ont mené un impitoyable *post-peer-reviewing* sur Twitter. Postant en temps réel leurs découvertes, pointant des incohérences dans les données de l'étude, ces scientifiques ont rendu de plus en plus inévitable un réexamen de l'article par *The Lancet*. Autre exemple : l'étude de l'épidémiologiste John Ioannidis [18] concluant à l'inefficacité des mesures de confinement. Ces travaux, au fort écho médiatique et politique, ont été combattus pied à pied par un jeune chercheur très actif sur Twitter, Gideon Meyerowitz-Katz. « Faisons du Twitter *peer-review* ! », indiquait-il en introduction d'un long *thread* [19] détaillant les failles méthodologiques de cet article. Ses observations ont permis à plusieurs médias, dont *Libération* [20], de publier un *fact-checking* avisé de l'article de Ioannidis.

Ce fil Twitter trouvera son prolongement dans une lettre adressée à l'éditeur par Meyerowitz-Katz [21], signe qu'anciennes et nouvelles pratiques cohabitent. Le chercheur en visualisation des données Lonni Besançon est co-signataire de cette lettre. Ayant le goût du combat scientifique sur les réseaux, il a contribué à la remise en cause d'une autre publication controversée, minimisant les risques de contamination à l'école en Suède [22]. « Je ne dirais pas que Twitter fait du *peer-reviewing*, mais plutôt une lecture commentée », explique-t-il. « Sur des sujets polémiques, la communauté scientifique sur les réseaux peut aider à remettre des résultats dans leur contexte et souligner des biais que les auteurs avaient omis de signaler. » Ces séances de *post-peer-reviewing* sur Twitter se produisent tout particulièrement sur des sujets hautement polémiques, voire tendant à se politiser, à l'exemple de l'hydroxychloroquine, du confinement ou des écoles.

Sur les réseaux, où les échanges sont souvent « sanguins », la frontière entre controverse scientifique et harcèlement est parfois mince. Thibaut Fiolet, co-auteur d'une méta-analyse concluant à l'inefficacité de l'hydroxychloroquine [23], en a subi les conséquences, devenant la cible des adeptes de Didier Raoult, médecin préconisant la prise de cette molécule comme traitement du Covid-19. « À la suite de la publication de cet article, j'ai subi des attaques en meute sur Twitter, sur une longue durée. À titre d'exemple, en 4 mois, un compte a écrit 400 tweets sur moi avec un pic de 50 tweets en 1 journée, juste pour m'insulter. Les scientifiques sont démunis face à cela, la législation n'est pas adaptée ». Son cas est loin d'être isolé : l'épidémiologiste Dominique Costagliola a annoncé vouloir porter plainte [24] contre un chercheur de l'IHU-Méditerranée, à la suite d'un tweet insultant, sur fond de querelle autour de l'hydroxychloroquine.

Lonni Besançon estime que la force de Twitter – l'immédiateté et la concision des messages – est aussi son talon d'Achille : « On a tendance à tweeter de manière sèche, sans trop réfléchir. L'outil est si simple d'accès qu'il est facile de tomber dans des raccourcis, qui sont ensuite mal interprétés et se terminent en pugilat. Les réseaux sociaux sont très polarisants, et cette tendance est favorisée par leurs algorithmes. » La crise de la Covid-19 constitue un *crash test* de la science sur les réseaux sociaux. Il est encore trop tôt pour mesurer si les bienfaits de cette « approche » scientifique outrepassent ses inconvénients. Rien n'indique en outre que les nouvelles pratiques observées trouveront leur prolongement après la pandémie. Que restera-t-il de la vibrante twittosphère autour du Covid-19 une fois tous les chercheurs revenus à leur sujet d'origine ?

(18) BENDAVID E. *et al.* (2021), "Assessing mandatory stay-at-home and business closure effects on the spread of Covid-19", *Eur J Clin Invest*, 2021;51:e13484.
(19) https://twitter.com/GidMK/status/1349164532627693570
(20) CheckNews (2021), « Que sait-on de l'étude de Stanford, présentée comme la preuve de l'inutilité du confinement ? », *Libération*, https://www.liberation.fr/checknews/2021/02/01/que-sait-on-de-l-etude-de-stanford-presentee-comme-la-preuve-de-l-inutilite-du-confinement_1818791/?redirected=1
(21) BESANCON L. et al. (2021), "Sample size, timing, and other confounding factors: Toward a fair assessment of stay-at-home orders", *Eur J Clin Invest*.
(22) VOGEL G. (2021), "Critics slam letter in prestigious journal that downplayed Covid-19 risks to Swedish schoolchildren", https://www.sciencemag.org/news/2021/03/critics-slam-letter-prestigious-journal-downplayed-covid-19-risks-swedish
(23) FIOLET T. *et al.* (2020), "Effect of hydroxychloroquine with or without azithromycin on the mortality of coronavirus disease 2019 (Covid-19) patients: a systematic review and meta-analysis", *CMI*, 27(1), pp. 19-27.
(24) https://twitter.com/DgCostagliola/status/1374278060208500741

Le grand récit qu'il fallait à l'*open science* ? Quand une pandémie invente la biologie d'urgence

Par **Sophie PÈNE**
Professeure en sciences de l'information à l'Université de Paris,
membre du conseil scientifique de l'Institut MinesTélécom

Autour de la zoonose, le chœur mondialisé des sciences du vivant

L'historienne Patricia Falguières (1994) se plaisait à résumer le lien de l'ethnographie française avec son terrain fondateur : « Les Dogons ont inventé l'ethnographie française, comme l'ethnographie française a inventé les Dogons ». L'expédition Dakar-Djibouti, menée de 1931 à 1933, aura noué, au XXe siècle, la destinée des Dogons au musée de l'Homme : 35 000 objets collectés y seront déposés, imbriquant le musée et l'école française d'ethnographie autour de grandes figures, de traditions et de controverses. Quant aux Dogons, ils allaient trouver en Marcel Griaule l'écrivain du grand récit qui ferait exister pour les lecteurs du monde entier leur cosmogonie, leurs rituels et leurs croyances, leur système de parenté, leur art de la forge, des masques, du vêtement et de l'agriculture.

En janvier 2020 s'est ouverte la pandémie de Covid-19, qui a rassemblé sur une scène mondialisée les sciences du vivant, les sciences de la santé, les sciences du médicament, les sciences participatives, les sciences des données. La question discutée ici concerne la zoonose (maladie infectieuse touchant les animaux et transmissible à l'être humain) et l'*open science*, et leurs liens indéfectiblement noués dans l'urgence.

À l'occasion de cette interminable et tragique confrontation entre un virus évolutif et le chœur mondial des savants, l'*open science* a-t-elle convaincu scientifiques et politiques publiques que ses standards sont nécessaires à la complexité interdisciplinaire du vivant ?

Un laboratoire planétaire, et une immense communauté d'intérêts

Depuis janvier 2020, l'activité éditoriale en ébullition intéresse les politiques publiques, les médias, et les citoyens, patients ou patients potentiels, avides comme jamais de suivre la chronique savante, les annonces, les publications, certains retraits, les polémiques sur les protocoles et sur les mesures sanitaires, les prises de parole de réanimateurs, d'épidémiologistes et de *data scientists*, sur Twitter et Facebook.

Les auteurs en vue ont fait la navette entre les revues scientifiques, professionnelles, les périodiques de vulgarisation ou généralistes, les grands médias et les réseaux sociaux. Le grand public a vécu chaque étape de la découverte du virus et des questions scientifiques qui accompagnent encore sa trajectoire gigantesque en ce printemps 2021 : la reconstitution de sa genèse et sa dénomination, son séquençage, ses variants ; la description de ses ravages, d'abord grippaux et respiratoires, puis vasculaires et cérébraux, les réponses immunitaires et les suites imprévisibles ; les modalités cliniques de la prise en charge, les médicaments, les protocoles sanitaires, les respirateurs, la sédation ; l'analyse de sa circulation, les populations touchées ; la mise en place et l'évaluation des

protocoles de signalisation, le traçage, la détection, la contention, la prévention, la modélisation et la prédiction, et enfin les vaccins. La radicalité de l'atteinte s'est accompagnée de pénuries : les médecins réanimateurs et les infirmières ont coopéré avec les *maker*s des tiers-lieux pour inventer des respirateurs, d'éphémères visières, jusqu'à une gigantesque fabrication nationale, mondiale, de masques amateurs.

Jamais des communautés humaines n'avaient participé à une aventure scientifique en recevant en si peu de temps autant d'informations complexes et instables, en voyant se structurer en accéléré un champ de recherche interdisciplinaire, et en participant à des questions intéressant le destin de chacun.

L'*open science* a-t-elle eu un rôle moteur pour intensifier les publications et favoriser leur diffusion ? Ce rôle éventuel va-t-il jusqu'à faire évoluer la recherche biomédicale, à développer les sciences participatives et la capacité collective à répondre à l'épidémie ?

Open science, communs du savoir et standards d'évaluation

Encore faut-il se mettre d'accord sur la dénomination "*open science*". Dès le début des années 2000, des auteurs et bibliothécaires ont œuvré à l'accessibilité des publications par le numérique, notamment grâce à l'apparition des revues *free online peer-reviewed*, aux plateformes d'édition en *open access* (Scielo, 1998 ; « Revues.org », 1999), aux revues *pure players* (PloS, PloS Biology, 2003 ; PloS One, 2006), aux APC (*article processing charge*, BioMedCentral en 1999) ainsi qu'en résistant aux abonnements éditoriaux exponentiels, pour défendre la bibliodiversité contre les oligopoles de Springer et Elsevier (appel de Jussieu, 2018, relayant l'appel d'Amsterdam, 2016).

Préparée en vingt ans d'innovations qui sont autant de transformations de la recherche, répondant tant à des besoins de nouveaux outillages qu'à la surveillance sociale et médiatique, l'*open science* est fille de l'Internet, a opéré la fusion de l'*open knowledge*, de l'*open data* et de l'*open source* et a grandi avec les *big data* (Glanz, 1999).

L'*open access* et l'*open source* n'ont pas vécu les mêmes épisodes, ni mobilisé les mêmes personnes. Au paradoxe par lequel les auteurs mêmes perdaient la liberté d'usage de leur texte édité s'est ajoutée l'exigence de transparence et de reproductibilité des méthodes, des protocoles, et des résultats, la revue par les pairs, et le partage des données. Ces valeurs scientifiques et éthiques ont inspiré des formats standardisés pour toutes les publications se réclamant de l'*open science*, qui se situent désormais à un standard plus élevé dans l'*open science* que dans les revues classiques, tout simplement parce que les pairs y veillent. Un tel foisonnement a contribué à promouvoir les publications scientifiques comme des « communs du savoir », dans la lignée des travaux d'Ostrom (prix Nobel d'économie en 2009), qui, en conceptualisant la réciprocité et la confiance, a offert une théorie économique aux processus collaboratifs de la recherche. Inversement, l'édition scientifique à diffusion payante s'apparenterait aux enclosures, qui privatisent les biens communs.

Parallèlement, des faits marquants ont éclairé l'intensité des attentes d'une société désormais numérique, dont l'économie est informationnelle, mais qui discrimine économiquement les étudiants et les amateurs de science. En 2011, Aaron Swartz, par ailleurs concepteur avec Lawrence Lessig des licences Creative Commons, est arrêté pour avoir connecté un ordinateur au réseau du MIT et l'avoir configuré pour télécharger depuis JSTOR 4,8 millions d'articles de revues universitaires. En 2011, Alexandra Elbakyan, une étudiante kazakhtanaise en neurosciences, pénalisée par l'incapacité de son université à payer les abonnements, aspire des bases et ouvre Sci-Hub, « libérant » 62 millions d'articles qui donnaient lieu, en 2017, à près de 700 000 téléchargements quotidiens et des millions de visiteurs réguliers sur tous les continents.

Un accès aux données qui favorise l'essor des sciences participatives

L'*open science* a ses propres infrastructures. Les trois étapes d'une édition (constitution, traitement et interprétation des jeux de données ; processus de publication ; communication scientifique) sont l'objet d'une évaluation par les pairs de nature à renforcer les responsabilités et garanties collectives. Aux supports de publication et d'archives ouvertes s'ajoutent les bases de *preprints* (ArXiv, BioRxiv, Hal, SocArxiv) – articles publiés sans évaluation par les pairs –, du *peer-reviewing* (Pubpeer, Zenodo, ASAPbio, Review Commons) et, désormais, du *post publication peer-review* (PPPR), autrement dit l'évaluation par les pairs après publication (eLife, PubPeer 2.0).

Répondant à des besoins de décloisonnement, les *clouds* interdisciplinaires se multiplient : Dryad Digital Repository, Figshare, Harvard dataverse Network, Open Science Framework, Zenodo, Kaggle.

Sous l'effet de la numérisation, l'article scientifique dévoile ses composants. L'article finalisé n'est plus le seul matériau de la communication scientifique. Les versions successives et leurs évaluations, le jeu de données et le code sont déposés dans des *repositories*. Les trajectoires des composants sont traçables grâce à des *accessions numbers*, qui taguent données, textes, mots-clés, *altmetrics* (métriques alternatives à l'*impact factor*), algorithmes de filtrage et de recommandation qui détectent les publications essentielles se détachant des redondances. Depuis 2014, PloS One (mais aussi Pangagea, GenBank, Knowledge Network for Biocomplexity (KNB), Zenodo, 3TY. Datacentrum) amorce la mutation de la rédaction d'un article, en invitant au co-design, dès la source : un jeu de données est déposé, initialement ; le projet est déclaré, puis le protocole, enfin les résultats sont discutés. Libre à d'autres de mener une expérience similaire. L'*accession number* rend le jeu de données identifiable, pérenne et accessible. Toutes les étapes de la recherche deviennent évaluables et potentiellement contributives, bien avant la publication d'un papier. Par ailleurs, cet élargissement concerne aussi l'objet publié : la collection "Living Books about Life", qui se réclame du *joint information systems committee* (JISC), et est édité par Open Humanities Press (OHP), publie des collections thématiques de ressources scientifiques en *open access*. Les plateformes d'*open science* ont transformé l'industrie de la publication en un gigantesque laboratoire ouvert.

Métasciences et épistémologie numérique

L'*open science* a sa grammaire, qui a montré son efficacité analytique pour cadrer la surproduction scientifique autour du Covid. Par la collecte de métadonnées, la bibliométrie, l'extraction (langage, données), elle a démontré sa capacité réflexive. Cette méta-*open-science* produit presque en temps réel le tableau de bord du domaine. Les publications sur le SARS-CoV-2 ont ainsi favorisé une épistémologie de l'hyper information scientifique en temps de catastrophe. Celle-ci s'est consacrée à tester plusieurs hypothèses : l'*open science* a un rôle-clé dans le réservoir d'informations scientifiques sur la Covid-19 ; elle s'est constituée comme le moyen le plus rapide et le plus efficace de décentraliser des informations importantes ; elle a facilité le renforcement des collaborations scientifiques internationales massives.

Des scripts Python et le logiciel R tracent la distribution géographique des publications et des données partagées, et établissent des cartes de coopérations à partir des bibliographies. L'exercice, classique, impressionne ici par les volumes traités.

Il reste cependant difficile d'acquérir des métriques unifiées de publication. Les décomptes se font de base en base, sur des échelles de durée différentes et à partir de mots-clés trop généraux pour une typologie. Ainsi selon Tse *et al.* (2020), 7 000 *preprints* étaient déposés sur BioRxiv et MedRxiv au premier trimestre 2020. En juin, c'était 3 621 sur PubMed et 1 528 sur Scopus (Elsevier) qui étaient décomptés (Homolak *et al.*, 2020).

Une analyse bibliométrique (Belli *et al.*, 2020) compare deux corpus constitués dans Web of Science (18 875 articles), à partir des mots-clés « Coronavirus OR Covid-19 OR SARS-COV-2 OR 2019-nCo ». Le premier porte sur la période 2001-2020. Il montre la prédominance des États-Unis en nombre de publications, citations et liens, suivis par la Chine. La seconde étude sur la période 2019-2020 met la Chine en tête (32,50 % de la publication mondiale, pour 29,44 % aux États-Unis). Un groupe de pays européens, mené par le Royaume-Uni, l'Allemagne et la France, représente 22 % de la publication. L'Arabie saoudite a une contribution importante (7,85 %), dont le ressort n'est pas expliqué. Le rôle des États-Unis est central dans les collaborations. Les nœuds scientifiques sont moins denses autour des publications en Chine, où 72 % des articles ont été publiés en chinois (Holovak *et al.*, 2020). Deux centres de recherche, Utrecht et Hong-Kong, ont une influence mondiale, basée sur une spécialisation ancienne.

S'appuyant sur 80 000 *preprints* et *peer-reviewed* sur la Covid-19 ou le SARS-CoV-2, publiés entre le 31 décembre 2019 et le 30 octobre 2020, des chercheurs de neuf laboratoires, de trois continents et cinq pays ont moissonné la publication et analysé la validité scientifique avec les outils de l'*open science* (Besançon *et al.*, 2020). Ils ont mesuré les délais d'évaluation, les conflits d'intérêt, les publications sans évaluation du texte ou des données, les rétractations. Les auteurs notent, dans ce contexte d'urgence, l'importance particulière de la détection des fraudes et des erreurs qui exposent les patients à des risques létaux. Cela exige des processus resserrés et fiabilisés que la publication ouverte favorise. Le mouvement vers l'*open science* fut général : Springer et Elsevier ont aussitôt libéré l'accès à toutes les publications, les publications en *preprint* se sont systématisées. Les évaluations ont été faites sur des plateformes externes, selon la règle. Le délai d'évaluation a pu être réduit à 5-6 jours, voire 2 (Palayew *et al.*, 2020 ; Homolak *et al.* 2020). Le *repository* OpenSAFELY a été créé pour optimiser le partage de données biomédicales, en conformité aux législations nationales et internationales. Outbreak Rapid Science PREReview s'est dédié aux *preprints* du sujet Covid. RetractationWatch a archivé les retraits (27 % de papiers retirés, dont un quart volontairement par les auteurs). Un autre indicateur mesure la duplication des sujets. À la date du 26 avril 2020, 218 essais vains d'administration d'hydroxychloroquine menés en parallèle révélaient le gâchis des ressources rares. Ce qui indique un manque de coordination internationale et, indirectement, un défaut de responsabilité vis-à-vis des patients. Des manquements éthiques sont également notés (Xafis *et al.*, 2020) : jouant de la confiance des patients et de l'impatience des États, des chercheurs ont pu accélérer la recherche vaccinale (passage aux essais humains avant la conclusion des essais animaux, sous-estimation des études des effets secondaires).

Le partage des données brutes fait encore défaut

L'adoption en accéléré de standards ouverts, lors d'une telle crise sanitaire, persistera-t-elle ?

Le bilan est contrasté : peu de publications portent sur des études nouvelles ou émanent de spécialistes, indisponibles, qui n'ont pas non plus participé aux évaluations. Ainsi, les médecins, occupés, ont relativement peu publié. L'importance scientifique devra être évaluée après coup. L'espoir de découvertes déterminantes a fait diminuer les filtres. Les *preprints* ont été favorisés. C'était la condition pour ne pas bloquer les systèmes d'édition. Souvent les règles d'évaluation ont été sacrifiées. Quant aux collaborations internationales (lisibles aux co-citations, co-occurrences et co-signatures), elles ne sont pas plus denses qu'à l'ordinaire. Or elles sont essentielles pour faire face aux prochains défis pandémiques.

La conclusion de Besançon *et al.* est que l'adoption systématique des standards ouverts est nécessaire dans un contexte pandémique où la pratique doit sans délai absorber les résultats de recherche, ce qui amène à renforcer les critères concernant la transparence des données : aucune publication ne devrait être acceptée sans que soit publié le matériel de recherche qui a

permis l'acquisition des données (questionnaires, algorithme), sans accès aux jeux bruts et aux scripts d'analyse, sans examen des données brutes par une instance tierce garantie par un comité d'éthique. L'accès aux données brutes, qui garantit la qualité de l'information, n'est pas assuré. Ce point-clé explique selon Homolak *et al*. la relative déception quant à des solutions scientifiques majeures. La grande stimulation née de l'énorme volume de données n'a pas suffi à lancer des collaborations internationales massives.

En conclusion, oui, l'*open science* a augmenté le réservoir d'informations, la mesure de l'activité et de la qualité des informations. Si elle n'a pas renforcé, à ce stade, les collaborations scientifiques mondiales, elle a redimensionné son observatoire métascientifique. Face au volume, elle a saisi l'occasion de renforcer ses infrastructures (*preprint*, *cloud* de données), d'affiner ses standards concernant les données, et a prouvé son adaptation à des publications évaluables, traçables, rapides, interdisciplinaires. On peut postuler que l'*open science* a ainsi facilité la pénétration des savoirs dans la société, tant vers les médias que vers les communautés scientifiques citoyennes, comme on le verra ci-dessous.

Open science et démocratie de santé

L'*open science* contribue à l'éthique de la recherche comme pratique, mais aussi comme philosophie politique. Von Schomberg et Özdemir (2020) écrivent : « Lorsque l'histoire du Coronavirus [2019-nCOV] sera enfin écrite, elle pourrait bien devenir une histoire de l'humanité, car cette histoire scientifique pourrait constituer un modèle pour le rêve utopique de la science ouverte où les données de la recherche sont partagées librement, sans être limitées par la concurrence, les barrières de paiement et le manque de transparence et les brevets ». Les deux auteurs insistent sur la capacité de la science ouverte à accélérer la découverte de solutions efficaces. Le Covid-19 a frappé un monde où les inégalités de santé (soins, vaccins, protection et prévention) sont immenses. Les pauvres, les victimes des conflits militaires et terroristes, les réfugiés, sans abri et personnes isolées ont vu s'amplifier les pénalités. Le marché, disent en outre les chercheurs, ne devrait pas dominer l'accès aux soins, vaccins et médicaments essentiels : la science ouverte est la bonne façon de faire de la science aujourd'hui, car elle donne les instruments pour faire face à la tornade des données. Cette exigence éthique implique que les sciences biomédicales soient constituées en communs.

Pour une culture de la donnée interdisciplinaire et citoyenne

Et si le véritable effet de l'*open science* s'étendait bien au-delà des laboratoires de recherche, à l'échelle de la cité et dans les laboratoires hybrides des sciences citoyennes ? Les défis et les *hackathons* sont des *sprints* de recherche, fondés sur le partage des données qui deviennent le creuset des *open sciences* participatives.

La plateforme Kaggle, en coalition avec des groupes de recherche de premier plan, a lancé un défi en intelligence artificielle portant sur 450 000 articles et leurs jeux de données (« Covid-19 Open Research Dataset Challenge (CORD-19) » en 2020).

JOGL, Just One Giant Lab, est un *pure-player* de recherche, structuré par les valeurs et les infrastructures de l'*open science*, pour une science citoyenne contribuant au développement soutenable. Le 20 mars 2020, le collectif lance l'« Open Covid initiative », qui réunira rapidement plus de 4 000 volontaires autour d'une soixantaine de défis, formulés par des équipes constituées volontairement et dispersées dans le monde entier. Parmi les projets les plus aboutis, on relève la conception d'un kit de séquençage génomique du virus, incluant le guide de formation et d'usage, dans l'esprit du *bio-hacking* ; un masque certifié de protection N95, fabriqué avec des matériaux de recyclage et distribué par un approvisionnement solidaire ; des protocoles ouverts pour des tests

de diagnostic en *open source* et *low cost* ; l'utilisation positive du *quantified self* récupéré par les *smartphones*, pour anticiper la détection de l'infection ; des webinaires de vulgarisation accessibles en Afrique pour transmettre à des enfants et adolescents les savoirs scientifiques et pratiques concernant le virus. Et la conception d'un vaccin distribué comme un commun est en cours.

Si JOGL a trouvé dans la pandémie une situation collective idéale pour confirmer sa vocation, le temps des confinements a fait aussi advenir des collectifs temporaires, tels que, en France, Codata. En deux mois, 60 entrepreneurs, et des milliers de *data scientists* et spécialistes d'intelligence artificielle, se sont coalisés et ont offert leurs compétences aux services publics de santé, de transport et d'éducation. Ce fut l'occasion de démontrer le bien-fondé des sciences des données face aux défis de notre époque. Ce fut aussi, témoigne son initiateur Stéphane Messika, un moyen de dépasser la première angoisse individuelle, de motiver les collègues, de se rallier à une cause planétaire, tout en utilisant des outils de *cloud* et d'algorithmique tombés en sous-activité.

En avril 2021, cette dynamique fructueuse perdure, durant un troisième confinement. Ainsi, le programme « Gouvernement ouvert de la France » formule des engagements pour la démocratie sanitaire. Symboliquement, il choisit l'assise d'un *hackathon* pour réunir les acteurs associatifs, industriels et administratifs qui possèdent les données et les savoir-faire, et pour reprendre les grands sujets que sont l'optimisation de la vaccination (qualité des vaccins, optimisation des attributions, cartographie des disponibilités), la prédictibilité des foyers épidémiques, et les effets collatéraux de la pandémie (Covid long, maladies chroniques, décompensations psychiques). Sans l'*open science*, et l'accessibilité de la documentation scientifique, sans l'*open data* de suivi de l'épidémie, sans l'agrégation de données et la datavisualisation, sans les logiciels de *data science open source* et des plateformes interopérables, de tels *sprints* de R&D (recherche et développement) applicative seraient inconcevables.

La timide *open science* d'État

En France, la loi République numérique (2016) inscrit le droit des auteurs à mettre à disposition gratuitement la version finale de leur manuscrit acceptée pour publication, et la libre réutilisation des données scientifiques, dès lors que l'activité de recherche est financée par l'État, des collectivités locales, établissements publics ou bien par des agences de financement nationales et fonds de l'unité européenne. Le Plan S (2018), pour la science ouverte, en écho aux initiatives européennes et dans la suite des recommandations du rapport « Donner un sens à l'intelligence artificielle » (2018), confirme le mouvement vers l'*open access* et définit un plan de données ouvertes. Dès sa naissance cependant, il était en deçà des usages. Il promeut des *clouds* labellisés par l'État, alors que de riches infrastructures sont nées de la science ouverte. D'ores et déjà, l'ouverture des données publiques bute quand il s'agit des données de santé. Sur elles convergent les problèmes éthiques et juridiques posés par des données d'intérêt général utilisables pour des intérêts privés, de confidentialité médicale et de protection générale des données personnelles. Celles-ci, de plus, sont une base du modèle économique et compétitif des grands instituts de recherche biomédicale. Quand l'État choisit en 2020 un *cloud* privé américain (hébergé par Microsoft) pour centraliser les données publiques de sa plateforme "Health Data Hub", le message est illisible. Enfin, la notion de donnée publique se révèle insuffisante, car l'acquisition des données de consommation contenues dans des *clouds* privés est nécessaire à la recherche, et échappe aux dispositions actuelles.

Le Plan S ne fait aucune place aux sciences citoyennes et à la catalyse qu'elles opèrent à partir des sciences des données. Les jeux de données ouvertes ont un effet pollinisateur pour tous les acteurs de la recherche, incluant les associations, les initiatives d'experts sortant de leur profession pour rejoindre une cause. Une telle cause a en effet provoqué un surgissement, car elle a fait flamber les passions intellectuelles et sociales d'intelligences multiples. Celles-ci s'épanouissent

sur des plateformes de sciences citoyennes, où la R&D industrielle, des étudiants de médecine, d'informatique, de biologie, de management, d'affaires publiques, de sciences humaines, des administrateurs de l'État côtoient des chercheurs. Les sciences biomédicales voient leur responsabilité s'étendre au-delà des portes des laboratoires. Elles sont sommées de répondre par l'interdisciplinarité, la transparence et la redevabilité, à des menaces sur le vivant, en l'occurrence les humains et leurs sociétés.

Nous assistons à l'émergence de sciences d'urgence qui impliquent une coopération immédiate et mondialisée. Les gouvernements pressent et presseront les scientifiques de répondre immédiatement à des catastrophes. De nombreuses expertises, dont les expertises citoyennes, sont engagées dans la collecte scientifique. Cela révèle la place essentielle, mais encore incertaine des données : un trésor scientifique et un commun dont l'accès reste pavé d'obstacles économiques, techniques et culturels, et incite à s'appuyer sur le précieux environnement de recherche et de métasciences créé par l'*open science*, et dynamisé par le Covid-19.

Références

BESANÇON L., PEIFFER-SMADJA N., SEGALAS C., JIANG H., MASUZZO P., SMOUT C., BILLY E., DEFORET M. & LEYRAT C. (2020b), "Open science saves lives: Lessons from the Covid-19 pandemic," *BioRxiv*, 2020.08.13.249847, https://doi.org/10.1101/2020.08.13.249847

EDWIN G. T., KLUG D. M. & TODD M. H. (2020), "Open science approaches to Covid-19", *F1000Research*, 9.

HOMOLAK J., KODVANJ I. & VIRAG D. (2020), "Preliminary analysis of Covid-19 academic information patterns: A call for open science in the times of closed borders", *Scientometrics*, 124(3), pp. 2687-2701.

JANDRIĆ P. (2020), "Postdigital research in the time of Covid-19", *Postdigital Science and Education*, pp. 1-6.

NewsTank (2018), « Science ouverte : M. Dacos détaille la stratégie pour entraîner tous les acteurs de l'ESR français », https://education.newstank.fr/fr/tour/news/135985/science-ouverte-dacos-detaille-strategie-entrainer-tous-acteurs-esr.html

OECD (2020), "Why Open science is critical to combatting Covid-19", http://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/why-open-science-is-critical-to-combatting-covid-19-cd6ab2f9/

ROUAULT M. (2020), « Plan S, creatives commons, nouvelles plateformes... : La science ouverte sous le regard des éditeurs scientifiques publics », *Grand Labo*, 17 février, https://www.grandlabo.com/plan-s-creatives-commons-nouvelles-plateformes-la-science-ouverte-sous-le-regard-des-editeurs-scientifiques-publics/

TSE E. G., KLUG D. M. & TODD M. H. (2020), "Open science approaches to Covid-19"*, PubMed Central Link*, ://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7590891/

TSE E. G., KLUG D. M. & TODD M. H. (2020), "Open science approaches to Covid-19", *F1000Research*, 9, https://doi.org/10.12688/f1000research.26084.1

VON SCHOMBERG R. & ÖZDEMIR V. (2020), *Full throttle: Covid-19 Open science to build planetary public goods*, Mary Ann Liebert, Inc. Publishers.

Des visières à haut débit : un regard sociologique sur la mobilisation des *makers* face à la crise sanitaire

Par **Léo CHALET**,
Maxence DUTILLEUL,
Volny FAGES
et **Émile GAYOSO**
École normale supérieure Paris-Saclay

Au mois de mars 2020, la France connaissait un premier confinement dans un contexte de haute incertitude sur la situation sanitaire à venir, tant du point de vue des connaissances scientifiques disponibles que de la capacité du système de santé publique à réagir. Dans une situation où l'urgence d'agir s'imposait, ce climat anxiogène a créé un appel d'air pour toutes sortes d'initiatives. Les *makers*, ces passionnés en tous genres de bricolage et de technologie, partageant une même culture du « faire par soi-même » (*do it yourself*), fréquentant les *fab-labs* ou pratiquant l'impression 3D depuis chez eux, se sont engouffrés dans cette brèche et ont été au centre de nombreuses actions spontanées de fabrication de matériel médical (masques chirurgicaux, visières de protection, surblouses, voire même respirateurs).

Parmi celles-ci, la mobilisation pour la fabrication et la livraison de visières de protection allait connaître un succès considérable, parvenant à rassembler les contributions de plusieurs milliers de *makers* à l'échelle du territoire français, regroupés en une myriade de groupes locaux [(1)]. Ces groupes, souvent très hétérogènes, composés aussi bien d'hommes que de femmes, mêlant des *makers* débutants avec des habitués des *fab-labs*, s'appuyant sur des acteurs institutionnels (mairies, bibliothèques, préfectures) comme sur des groupes Facebook ou des serveurs Discord, ont dû s'organiser de façon accélérée pendant le mois de mars, et ont connu une activité foisonnante durant les deux mois suivants. En quelques semaines, ils sont ainsi parvenus à livrer des centaines de milliers de visières aux professionnels de santé et aux commerçants les plus exposés.

Mais, en sus de la production à proprement parler, ils ont également collectivement réussi à déployer un travail d'organisation de tous les instants afin de maintenir une coordination étroite entre ces acteurs si divers, privés de lieux communs par le confinement et, pour la plupart, ne se connaissant pas au préalable. Dans un travail précédent (Chalet *et al.*, 2020), nous avons montré comment ces collectifs de fabrication de visières se sont dotés de « règles de décision », de « règles de propriété collective » et de « règles opérationnelles », déployant un véritable processus d'« auto-organisation » au sens d'Elinor Ostrom. Dans cet article, nous voudrions insister sur une autre originalité de ce mouvement [(2)], qui tient à la place centrale qu'y ont occupé les dispositifs

(1) Certains *makers* ont rapidement adopté la notion de « fabrication distribuée » pour décrire l'organisation de leur production, mettant ainsi en avant l'importance de la coordination des acteurs productifs locaux et soulignant l'absence de centralisation de la production (Ciavaldini, 2017).
(2) La mobilisation *maker* ne se réduit ni à un ensemble d'actions techniques ni à un mouvement social, mais emprunte ses caractéristiques à ces deux types d'actions sociales. On s'autorisera ainsi, pour éviter la répétition, l'emploi des termes « mobilisation », « mouvement », « actions », qui ne désignent pas notre objet de la même façon, mais en pointent à chaque fois une facette différente.

numériques dans un contexte où le confinement empêchait les modalités ordinaires de l'action organisée, rendant rares ou impossibles les interactions en face-à-face ou le partage d'un lieu de production.

La mise en place d'un espace public numérique de la mobilisation *maker*

Avant de décrire les usages organisationnels des dispositifs numériques et l'investissement affectif original dont ils ont fait l'objet, nous voudrions reconstituer la genèse de l'archipel des réseaux sociaux numériques qui a fourni la base de la coordination *maker*, et qui, par ses nombreuses interconnexions, a rapidement constitué une sorte d'espace public de la mobilisation. Tout d'abord, il convient de souligner qu'il n'était pas du tout évident au début de la crise sanitaire, et même au moment du confinement le 17 mars 2020, que les *makers* joueraient un rôle quelconque, et que ce rôle consisterait principalement à fabriquer des visières de protection. Il aura d'abord fallu que le contexte très général de la crise sanitaire puisse donner prise à une action des *makers*. Ces prises ont été fournies par la succession, en l'espace de quelques jours seulement, de deux épisodes marquants parmi les initiatives européennes de fabrication additive (ou impression 3D), épisodes qui vont à la fois affermir la confiance des *makers* en leur utilité potentielle et leur donner des moyens d'agir.

Le premier épisode se déroule dans la nuit du 14 au 15 mars, en Italie, quand Cristian Fracassi, responsable du bureau d'études Isinnova, spécialisé en impression 3D, fait imprimer une centaine de valves de respirateur pour l'hôpital de Chiari à l'aide d'une imprimante 3D professionnelle. Cet épisode a permis de montrer la vitesse de réaction et la qualité de production que l'usage combiné de logiciels de prototypage rapide et d'imprimantes 3D permettait d'obtenir. Largement relayé dans les médias du monde entier, il a contribué à asseoir l'idée que ce type de technologies pouvait jouer un rôle pour répondre à certains enjeux de la crise sanitaire. Mais ce seul épisode, parce qu'il mettait en scène des *makers* professionnels aux prises avec des problèmes techniques complexes, n'aurait pas suffi à toucher la « communauté *maker* », faite d'amateurs autant que de *startupers*, d'adolescents technophiles ou d'ingénieurs en retraite.

L'événement qui a contribué à élargir le spectre de l'engagement *maker*, en rendant la participation plus accessible, est la diffusion en ligne d'un kit numérique pour la fabrication d'un modèle de visière de protection le 18 mars par Josef Prusa, personnalité tchèque du monde du *making* et fabricant des imprimantes 3D éponymes. Ce kit comprenait, outre les fichiers d'impression du serre-tête de la visière, un manuel d'assemblage illustré par une vidéo, quelques photos et de nombreux liens concernant les problèmes de stérilisation, de certification des modèles, de coordination avec d'autres *makers*, etc. La qualité de la documentation, adossée à la notoriété et au prestige de Prusa, a permis une circulation rapide de l'information en Europe. La presse spécialisée, en particulier, s'est saisie du sujet. En France, dès le surlendemain, le vendredi 20 mars, le média de référence sur l'impression 3D, *3D Natives*, publiait un article sur l'initiative de Prusa. Cet article sera souvent cité ensuite par les *makers* ayant rejoint un groupe de fabrication de visières comme l'un des éléments déclencheurs de leur mobilisation.

Ces deux épisodes ont contribué à électriser l'espace public numérique des *makers*, où les possibilités d'action étaient discutées de plus en plus fiévreusement. Ils ont également sensibilisé un public plus large et moins coutumier des *fab-labs* aux appels à la mobilisation qui se sont succédé dans les jours qui ont suivi le confinement, sur Facebook et Twitter essentiellement. Ces appels, émanant autant de figures institutionnelles du monde *maker* que de nouveaux venus jouissant simplement d'une certaine notoriété sur Facebook, ont joué un rôle important, non seulement parce qu'ils ont transformé des initiatives et discussions locales en enjeux collectifs,

mais aussi parce qu'ils ont donné forme à l'archipel numérique des sites et des plateformes qui allait servir de cadre à cette coopération particulière d'acteurs confinés et dispersés.

Les dispositifs numériques de l'auto-organisation *maker*

Le résultat de ces appels à la mobilisation a été la création de nouveaux espaces numériques dédiés à l'action des *makers*. La plupart des grandes plateformes du *web* ont été investies (Facebook, Messenger, Discord), devenant de véritables supports sociotechniques pour l'espace public *maker* et donnant rapidement lieu à la constitution de larges communautés. On peut mentionner en particulier le groupe qui s'est fédéré autour du serveur Discord d'un célèbre *youtubeur*, « Entraide Maker - COVID19 », ainsi que les deux groupes Facebook nationaux « Makers contre le Covid » et « Visière solidaire », lesquels se sont rapidement déclinés en des dizaines de groupes départementaux et régionaux [3].

Il s'agit ici de restituer quelques formes d'appropriation de ces outils numériques par les *makers*. Dans nos descriptions, nous serons attentifs aux contraintes que les algorithmes font peser sur les usages autant qu'à celles provenant du travail d'organisation des *makers*, qui répartit les rôles parmi les plus investis, établit des règles d'échanges et fixe des processus techniques.

Le serveur Discord « Entraide Maker - COVID19 » : les prémisses d'une communauté épistémique

Le cas de l'investissement de la plateforme Discord par les *makers*, notamment sur le serveur « Entraide Maker - COVID19 », pointe l'équilibre subtil qui existe, dans les usages des outils numériques, entre contraintes algorithmiques et « manières de les utiliser » (de Certeau, 1990, p. 51). Discord est un réseau social numérique issu du monde des jeux vidéo. Dispositif de messagerie instantanée, où les serveurs peuvent être publics et accessibles à tous ceux qui disposent du lien, il favorise à l'origine le regroupement de communautés de "*gamers*" autour de jeux. D'une prise en main plutôt simple et ludique, la plateforme permet des échanges à l'écrit comme à l'oral, le serveur pouvant être structuré en onglets thématiques et disposant de « salons vocaux », lesquels donnent lieu à une synchronie des échanges et une convivialité entre les membres. Dispositif hybride, Discord mêle ainsi les fonctionnalités d'un *forum* et celles d'un réseau social.

Pendant la crise sanitaire [4], ce dispositif va être transformé par les *makers* en un espace de réflexion et d'échanges sur le matériel de protection (dans un esprit relevant de la R&D [5]). Au cœur de la crise, cette *agora* est un lieu numérique en pleine ébullition où l'on s'échange des conseils techniques et où l'on débat des normes sanitaires relatives aux visières. Les échanges y sont permanents, et des réunions vocales, organisées à un rythme soutenu [6], utilisent pleinement les fonctionnalités algorithmiques de la plateforme facilitant la convivialité des échanges.

La possibilité d'« épingler » des messages, autre fonctionnalité de la plateforme, en autorisant une gestion fine de la visibilité des contenus, a facilité l'accès à des informations partagées ainsi que leur « cumulativité ». Ainsi, dans ce contexte, le serveur Discord est devenu une sorte d'espace de référencement et de renvoi à des « éditeurs de textes collaboratifs ». Les liens vers ces "*pads*",

(3) Ces nouveaux espaces n'ont pas surgi du néant, mais se sont la plupart du temps adossés à des dispositifs préexistants comme le serveur Discord « Bidouilleurs et Bidouilleuses » associé à la chaîne Youtube « M. Bidouille » pour ce qui est d'« Entraide Maker », ou le groupe Facebook de passionnés d'impression 3D « Passion 3D » pour « Makers contre le Covid ».
(4) S'il faut garder en tête que certaines communautés de *makers* existent sur Discord bien avant la crise sanitaire, cette période marque pourtant une appropriation particulière de l'outil numérique que nous décrivons.
(5) Recherche et développement
(6) Les échanges sur le *forum* (dans les différents « chan ») commencent tôt le matin et se terminent souvent tard dans la nuit. Et pendant une grande partie de la mobilisation jusqu'à la mi-mai, les réunions vocales, regroupant plusieurs dizaines de personnes, sont quotidiennes.

facilement accessibles, sont utilisés pour archiver et accumuler des connaissances sur le matériel de protection produit par les *makers* : une forme de « communauté épistémique » (Meyer et Molyneux-Hodgson, 2011) émerge ainsi de cet usage buissonnier d'une plateforme initialement dédiée aux amateurs de jeux vidéo.

Facebook et Messenger, espaces publics et discussions privées

Simultanément, à l'échelle locale, des « groupes privés » étiquetés « Visière Solidaire » ou « Makers contre le Covid », et dédiés à la production et à la distribution de visières, apparaissent sur Facebook. Sur ce réseau social en ligne, le « groupe privé » a la particularité d'être visible par tous les utilisateurs, qui peuvent ainsi en demander l'adhésion, mais le contenu des publications n'est accessible qu'aux membres acceptés. Si l'accès au groupe est généralement conditionné par la réponse à une série de questions posées par les administrateurs, ce qui permet de garder un contrôle sur la parole et les échanges, dans la pratique, l'adhésion est généralement immédiate si le postulant « entre » dans les cases du questionnaire, c'est-à-dire s'il se déclare comme « soignant [7] » ou "*maker*".

Parmi les membres, on trouve des producteurs de visières, qui « postent » des informations sur la logistique ou des conseils de réglage de l'imprimante. On trouve aussi des demandeurs de visières qui postent leur commande. Ce fonctionnement en "*posts*", distincts des « commentaires » ou « réponses », et s'opposant au flux de messages instantanés, sert de support aux pratiques d'appariement des offres et demandes de visières.

Dans les premiers temps de la mobilisation, comme cela a été le cas sur Discord, les groupes Facebook ont été à la fois des lieux d'échanges et de coordination de l'action, articulant une variété d'usages. Ces groupes ont ainsi été utilisés à la fois pour faire des offres ou des demandes de visières, pour se répartir les commandes en commentaires – « je prends ! » –, pour présenter les dernières innovations en matière de modélisation 3D ou pour les critiquer, ou encore pour partager des messages de mobilisation, des articles de presse, etc.

Parallèlement aux groupes Facebook et à leurs discussions publiques, des conversations collectives privées entre organisateurs locaux se mettent rapidement en place sur la messagerie instantanée Messenger (propriété de Facebook). L'entrée dans la conversation y est très réglementée, puisqu'on ne peut y accéder qu'en étant invité par un membre : ce dispositif de cooptation renforce la reconnaissance mutuelle parmi les membres, qui se sentent ainsi appartenir au cercle restreint du groupe local. Ces groupes fermés, auxquels la plupart des *makers* n'ont pas accès, sont les lieux où, après délibération, sont prises les décisions pour le mouvement (quant à la production et à la logistique en particulier). Sur Messenger, le fonctionnement en discussion instantanée favorise des interactions plus informelles avec davantage de familiarité entre les membres ; les échanges se focalisent sur l'instant présent, ce qui rend plus délicate l'exploration des discussions passées.

La mise en place d'outils de gestion

Si, dans un premier temps, les *makers* parviennent à répondre aux commandes de visières en faisant un usage sans grande distinction des réseaux sociaux numériques pour réaliser leurs multiples tâches, l'augmentation progressive de la demande et la nécessité de gérer des flux de matière première importants (PLA, couvertures de reliure en plastique transparent) vont impliquer une reconfiguration des usages des dispositifs numériques. Dans le courant du mois d'avril, à des moments différents selon les groupes, les *makers* sont confrontés à un changement d'échelle du mouvement. Au fil de la mobilisation, le recours à des « outils de gestion » s'est progressivement

(7) Elle fut parfois plus compliquée pour notre adhésion dans les groupes locaux en tant que sociologues ne participant pas à l'effort de production.

étendu parmi les *makers*. Ces dispositifs techniques, tels que les « tableurs collaboratifs » ou les « formulaires en ligne », permettent de « coordonner l'action organisationnelle » (Chiapello et Gilbert, 2013). Leur utilisation a souvent été impulsée et mise en place par des acteurs endossant un nouveau rôle, de coordination, dans le mouvement. Parfois issus des communautés de *makers* elles-mêmes, parfois de l'extérieur, ils appartiennent aussi souvent à l'entourage proche des personnes impliquées dans le mouvement. En réponse à la nécessaire prise en charge des tâches de gestion, leur rôle a pris une importance croissante. Familiers des outils de gestion, ils apportaient alors de nouvelles compétences, acquises dans leur vie professionnelle – parmi eux, on retrouve notamment des cadres industriels ou administratifs, des développeurs, des planeurs stratégiques, etc. Une division technique du travail s'est progressivement installée, entre, d'un côté, un travail de « gestion » et, de l'autre, un travail de « production ». Certains acteurs du mouvement, plus ou moins impliqués dans la production de visières, ont endossé des rôles d'encadrement, se consacrant spécifiquement à des tâches d'organisation, se chargeant notamment de la recherche de financements, des relations avec les institutions et de la communication dans les médias.

Ainsi, l'introduction de ces outils dans le mouvement a accompagné un processus de « spécialisation » des usages des dispositifs numériques. Progressivement, une séparation, qui restera poreuse, entre des « usages logistiques » et des « usages délibératifs » de ces outils s'est imposée. Les premiers correspondaient à une réaffectation des tâches de gestion des flux matériels et des informations s'y rapportant vers les « outils de gestion ». Les seconds, réservés aux réseaux sociaux numériques, concernaient les échanges et les partages d'informations sur le sens et la valeur de l'action *maker*, ou la prise de décision en cas de désaccord.

L'instauration d'usages spécialisés ne s'explique pas seulement par l'adaptation structurelle de ces dispositifs numériques à des enjeux gestionnaires, mais aussi par un travail d'appropriation des outils et de régulation de leurs usages. Elle a été permise par la constitution de « règles opérationnelles » (Ostrom 2010) plus ou moins formelles selon les groupes, et par l'exercice d'un contrôle social par les modérateurs, voire par de simples membres – par exemple, lorsqu'une demande de visières était formulée sur un groupe Facebook, un commentaire venait rediriger l'utilisateur vers l'outil « approprié ».

Conclusion. Les affects de la mobilisation *maker* et les dispositifs numériques

On ne peut comprendre une mobilisation collective, quelle qu'en soit la nature, sans en déchiffrer les enjeux affectifs. Lors du premier confinement, alors que la peur et l'anxiété étaient encore très présentes dans la population, alors que les *makers* étaient mus par une excitation enthousiaste où se mêlaient l'envie d'être utiles et la passion technique, les moments de livraison de visières ont constitué des *climax* émotionnels. Tout d'abord, ces livraisons se faisaient dans un contexte de confinement strict, où la moindre sortie nécessitait une attestation et où le sentiment du danger était très fort à chaque interaction présentielle. Ensuite, il faut s'imaginer que les *makers* et les soignants, évoluant à l'ordinaire dans des sphères séparées, faisaient souvent connaissance avec le monde de l'autre à l'occasion de ces courtes interactions. Les soignants découvraient l'impression 3D, et les makers entraient pour la première fois dans un hôpital par l'entrée du personnel et, rentrés chez eux, exploraient de nouveaux enjeux techniques autour du matériel médical. Ces échanges furtifs de cartons de visières, qui se sont déroulés entre mars et mai 2020 sur tout le territoire français, ont laissé un sillage de photos, de vidéos, de récits, qui ont largement circulé sur la Toile, devenant vite le contre-don le plus désiré à l'engagement bénévole des *makers* et un symbole visible de sa réussite.

Entre le cocktail d'émotions fortes que chaque livraison comportait, et la pratique confinée et solitaire de l'impression 3D, il aurait pu se créer un gouffre affectif difficile à résorber. Mais l'une des originalités de la mobilisation *maker* a été de donner une forme particulièrement interactive et conviviale à une collaboration pourtant technique et sans cesse médiée par les outils de télécommunications. Pour ce faire, les dispositifs socio-numériques ont fait l'objet d'une appropriation particulière, accordant une large place aux échanges synchrones et à l'expression des émotions, et donnant à ces *agoras* numériques une chaleur et une convivialité que la communication écrite et asynchrone peine à créer. La fréquence des appels de groupe et des visioconférences a joué sur ce point un rôle-clé puisque le quotidien des *makers* pendant la mobilisation était rythmé par ces rendez-vous lors desquels les individus pouvaient faire connaissance, au-delà de leur pseudo et de leur avatar numérique, par le biais de leur voix et de leur image. Cet engagement affectif, même minime, que la téléphonie ou la visioconférence autorise, a rayonné par la suite dans les échanges écrits, qui s'en sont trouvés comme chargés d'une confiance et d'une familiarité gagnées grâce à ces conversations à distance, et qui se sont traduites dans les textes échangés par une forte présence d'émoticônes, de traits d'humour et d'informations personnelles.

La mobilisation *maker* pendant le premier acte de la crise sanitaire a ainsi offert au regard sociologique un cas exemplaire d'auto-organisation de collectifs par le biais de dispositifs numériques. Si les algorithmes de ces derniers portaient leurs contraintes, les *makers* ont su, par leurs usages, donner à ces outils une plasticité exceptionnelle. Celle-ci répondait aux exigences organisationnelles et affectives d'une action complexe, à la fois technique (la conception et la production de visières) et sociale (la relation aux soignants et aux autres *makers*). Dans cette action, les *makers* auront acquis d'un même élan la reconnaissance de la société et une plus grande conscience d'eux-mêmes. Celle-ci s'est cristallisée dans un archipel numérique du *making* renouvelé, où les réseaux se sont diversifiés et les liens intensifiés.

Bibliographie

CHALET L., CHAREYRON V., DUTILLEUL M., FAGES V. & GAYOSO E. (2020), « "Make Care", des visières contre le Covid-19 », *La vie des idées*, 24 novembre, https://laviedesidees.fr/Make-care-des-visieres-contre-le-Covid-19.html

CHIAPELLO E. & GILBERT P. (2013), *Sociologie des outils de gestion. Introduction à l'analyse sociale de l'instrumentation de gestion*, Paris, La Découverte, « Repères ».

CIAVALDINI P.-A. (2017), « MakerNet : la fabrication distribuée », *Réalités industrielles*, août, pp. 65-67.

DE CERTEAU M. (1990), *L'invention du quotidien. 1. Arts de faire*, Paris, Gallimard, « Folio Essais ».

MEYER M. & MOLYNEUX-HODGSON S. (2011), « "Communautés épistémiques" : une notion utile pour théoriser les collectifs en science ? », *Terrains & Travaux*, 18(1), pp. 141-154.

OSTROM E. (2010), *La gouvernance des biens communs : Pour une nouvelle approche des ressources naturelles*, Paris, De Boeck.

Wikipédia face à la crise sanitaire

Par **Sandrine BUBENDORFF**
et **Caroline RIZZA**
Laboratoire i3 (UMR 9217) à Télécom Paris, Institut Polytechnique de Paris

Introduction

Wikipédia offre un contenu librement réutilisable, objectif et vérifiable, que chaque citoyen peut modifier et améliorer. Tâche difficile à assurer lorsqu'il s'agit de documenter en temps réel une crise caractérisée par l'incertitude, comme celle liée à l'épidémie actuelle de Covid-19. Dans nos travaux, nous nous intéressons à la circulation de l'information sur les media sociaux en temps de crise. Or, Wikipédia est un lieu où les articles sont créés très rapidement à l'occasion d'un évènement, afin de présenter une synthèse de l'information disponible. Il s'agit donc d'étudier la construction de cette synthèse afin de comprendre comment l'information circule et est agrégée autour d'un événement en cours. Notre travail sur Wikipédia a débuté sur les crises dites de sécurité civile. En particulier, nous nous sommes concentrées sur les attentats du 13 novembre 2015 (Bubendorff *et al.,* 2021 ; Bubendorff et Rizza, 2020). Nous avons étudié la dynamique de création des pages, les débats entre contributeurs sur ce qui constitue une source fiable ou non, les stratégies de construction des arborescences pour présenter au mieux l'information.

Les crises de sécurité civile présentent la particularité de se dérouler sur un temps, habituellement, court et rapide : qu'elle soit anticipée ou inattendue, on observe une montée en pic de crise rapide avec un « retour à la normale » dans les heures ou les jours qui suivent. La crise sanitaire actuelle présente une temporalité différente : à la veille du premier confinement, elle s'est caractérisée par une montée en pic qui a ensuite stagné en plateau sans réelle prévision possible du retour à la normale. Du fait de cette stagnation en plateau, nous retrouvons donc sur Wikipédia un mélange de mécanismes, certains propres aux crises, d'autres plus proches des questions soulevées par des sujets plus communs.

Les analyses proposées ont été menées dans le cadre de deux projets de recherche [(1)] portant sur la manière dont l'information est créée et circule sur les médias sociaux lors d'un évènement majeur, en se focalisant, entre autres, sur l'usage de Wikipédia. En nous appuyant sur une méthodologie mixte d'entretiens semi-directifs et d'analyse ethnographique des pages de l'encyclopédie [(2)] en lien, notamment, avec la pandémie de Covid-19, nous avons pu mettre en évidence de quelles manières les savoir-faire en matière de recherche et de vérification de l'information des contributeurs à l'encyclopédie sont mobilisés en temps de crise pour proposer un sens à l'événement en cours. Dans cet article, nous présentons une synthèse de ces résultats.

Le fonctionnement de Wikipédia en temps de crise

Wikipédia est une encyclopédie collaborative en ligne alimentée par les contributions des internautes. Elle constitue une expérience inédite en termes d'ouverture à la participation d'internautes à la rédaction de contenu. Depuis 2003, le site est consulté avant tout pour ses

(1) Le projet "Management of Citizen and volunteers: social media in crisis situation" (ANR n°ANR-17-CE39-0015) et le projet « Médias sociaux lors de la crise de Covid-19 » (financé par le Comité analyse, recherche et expertise (CARE) du ministère de l'Éducation supérieure, de la Recherche et de l'Innovation).
(2) Nous renvoyons le lecteur aux articles cités en bibliographie pour une méthodologie exhaustive.

articles concernant des événements d'actualité (Keegan *et al.*, 2013). Avant d'être une encyclopédie généraliste, Wikipédia est utilisée par les internautes comme un moyen d'obtenir de l'information sur un événement en cours ou récent : c'est un lieu en ligne incontournable, quelle que soit l'actualité (décès d'une personnalité célèbre ou autre événement d'actualité). L'encyclopédie en ligne donne par ailleurs lieu à de nombreux échanges entre les contributeurs, que l'on retrouve dans les onglets « discussions » présents pour chacune des pages Wikipédia (Figure 1).

Figure 1 : Capture d'écran de la page de discussion de Wikipédia relative à l'ouragan IRMA

Ces pages de discussion sont le lieu de débats divers entre les contributeurs à propos du sujet de l'article, qui concernent des questions très pragmatiques sur l'organisation de la page, mais également sur la manière dont est traité le sujet. Ces échanges prennent également place sur les pages personnelles des contributeurs et prolongent les débats débutés autour de sujets précis. C'est en outre sur la page de discussion que les contributeurs proposent la suppression d'articles.

Ces différents espaces d'interaction témoignent de l'activité des contributeurs et du caractère éminemment social des échanges. Wikipédia n'est pas uniquement une encyclopédie en ligne, mais un lieu où se crée le savoir et où il s'organise. Le site occasionne nombre d'échanges, de débats, d'interactions entre les internautes. Si la littérature s'est largement intéressée à cet aspect (Hocquet, 2015), son rôle dans la diffusion de l'information sur Internet en temps de crise a été peu étudié. Dans nos travaux, nous avons mis en évidence que lors d'un évènement majeur Wikipédia joue le rôle d'un réseau social numérique, et présente certaines caractéristiques (Bubendorff *et al.,* 2019) :

- l'observation des pages montre une extrême réactivité du média social à l'actualité dont témoigne la rapidité de la création de l'information ;
- les articles sur les évènements majeurs donnent lieu a un nombre beaucoup plus important de collaborations très rapidement après la création d'une page : en comparaison, les articles plus classiques mettent au moins une année avant de se situer à ce niveau de participation de la part des internautes ;
- les contributeurs les plus importants sur les pages en lien avec des événements d'actualité sont des habitués de Wikipédia, enregistrés comme utilisateurs : ils contribuent fréquemment à des thématiques spécifiques et ont également un rôle de médiation sur le site ; ils tiennent d'autant plus ce rôle dans les périodes de crise où les modifications sur la page de l'événement sont réalisées à un rythme particulièrement soutenu dans les premières heures suivant l'annonce de l'événement ; ils semblent se spécialiser en fonction du type de crise ;
- la particularité des articles « crise » réside dans la participation à la rédaction de l'article de la part d'internautes peu habitués à l'exercice ;
- une attention particulière est, enfin, portée aux sources mobilisées : dans le cas du traitement

de crises imprédictibles (de type attentats), les médias historiques restent la source principale d'information, et notamment les grands médias nationaux ; lorsqu'il s'agit d'événements météorologiques, des pages peuvent être créées en prévision, les sources les nourrissant étant alors très diverses (sciences climatiques, presse spécialisée, etc.) ; par ailleurs, l'État et ses instances deviennent garants de la vérité lorsque l'on se trouve dans une situation qui ne peut être confondue avec une crise « politique ».

S'agissant de crises, les articles Wikipédia sont complétés au fur et à mesure de la parution de nouveaux éléments. Des bandeaux « événement récent » ou « événement en cours » sont souvent apposés aux articles et indiquent aux utilisateurs la modification fréquente de l'article. Ces bandeaux sont également le moyen de signaler aux internautes venant consulter l'article que les éléments y étant présentés sont mouvants, actualisés fréquemment et ne constituent pas encore un savoir encyclopédique.

Les spécificités du traitement des articles en relation avec la crise de Covid-19

Une première observation du traitement de la pandémie révèle que celui-ci présente les mêmes caractéristiques immédiates que le traitement d'une crise : les contributeurs sont très nombreux, et ils s'emparent très rapidement de la thématique. Ainsi, le premier article relatif à la pandémie est créé dès le 19 janvier 2020. Aujourd'hui appelé « Pandémie de Covid-19 », il compte plus d'un millier de contributeurs – quand le nombre moyen de contributeurs se situe habituellement autour de sept pour l'ensemble des articles de l'encyclopédie (Auray *et al.,* 2009). Néanmoins, la pandémie se caractérise par une cinétique lente qui marque fortement la manière dont elle est traitée. Cette cinétique permet une observation particulièrement détaillée de la construction du sens autour de cet événement incertain. Plus précisément, la réorganisation des manières de faire durant la pandémie est particulièrement observable.

Un traitement de la pandémie en deux temps

La première étape du traitement de la crise sanitaire sur Wikipédia consiste en l'édition d'un article relatif à la pandémie en France dès février 2020, comme un repère exhaustif et permettant à tous les lecteurs d'accéder à l'évolution de la pandémie.

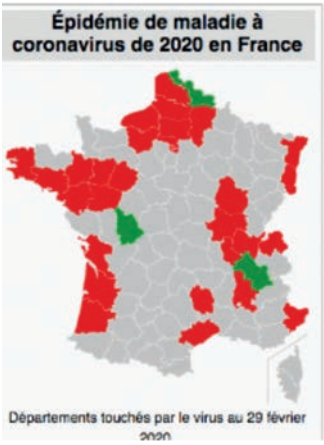


Figure 2 : Carte de la présence du virus sur le territoire en février 2020, extraite de la page Wikipédia « Pandémie de Covid-19 en France »

Recenser les évènements

Dès l'apparition des premiers cas en Chine, le sujet est pris en charge par les contributeurs francophones. L'article « L'épidémie de pneumonie en Chine 2019-2020, également connue sous le nom de pneumonie de Wuhan » consacré à cette maladie est créé le 19 janvier 2020 et aborde les questionnements issus de la situation internationale. Celui relatif à la situation en France date du 29 février 2020. Sa création ne fait pas l'objet des discussions habituelles relatives à la pertinence et au caractère marquant d'un point de vue historique de l'événement. Il entame un recensement des faits se déroulant sur le territoire national, qui sera quotidiennement mis à jour (répertoire des cas importés, des hospitalisations, des prises de parole des membres du gouvernement). L'article se résume alors à un historique organisé autour du rapatriement des Français, de la propagation du virus, et des

mesures sanitaires évoquant le confinement de certains ressortissants rapatriés sur le territoire national. Dès sa création, il est accompagné d'une carte nationale détaillant la présence du virus sur le territoire (Figure 2).

Traiter de la complexité de la crise

Cette synthèse se complexifie moins d'un mois après le début des évènements par le recensement des analyses qui se multiplient. Le choix du titre de l'article en est le premier exemple marquant. La page d'origine est ainsi renommée successivement « épidémie de Covid-19 » et « pandémie de Covid-19 » dès début mars. L'analyse de la page de discussion montre que ce débat porte en réalité sur les contours de l'épidémie. Au fur et à mesure de la crise, ce type d'exemples se multiplie. Plusieurs points de l'actualité donnent lieu à des controverses et à des échanges fouillés entre contributeurs : la personnalité publique de Didier Raoult et la place dont il doit bénéficier, l'hydroxychloroquine et la manière dont cette molécule doit être présentée. En cela, l'encyclopédie n'échappe pas aux débats qui traversent la société dont elle participe.

D'autres discussions sont révélatrices de la volonté des contributeurs de réduire l'incertitude autour de la pandémie. Il s'agit notamment du choix de la présentation des données chiffrées liées à la pandémie et à sa progression. Notamment, une vaste discussion intitulée « le principal critère à considérer toujours absent… » est engagée à propos de l'article « Pandémie de Covid-19 », sur la nécessité de fournir uniquement des chiffres « parlants ». Cette discussion se cristallise sur l'absence du taux d'incidence des différents pays parmi les chiffres proposés dans l'article alors que les seules données quotidiennement mises à jour par les rédacteurs sont celles des cas diagnostiqués et des décès. Le taux d'incidence est ainsi décrit comme un « critère primordial » ou « bien plus pertinent » pour la compréhension de l'épidémie et de sa propagation. Les échanges portent sur la définition de ce taux, et notamment sur le fait qu'il soit ou non un bon indicateur de la propagation de la maladie. Le taux d'incidence a été ajouté à la liste des données régulièrement mises à jour à la suite de cette discussion.

Ces exemples mettent en évidence les processus discursifs qui étayent la construction de l'information dans les articles de Wikipédia. En échangeant leurs points de vue, en comparant des sources, les contributeurs aux articles de crise de Wikipédia ne se contentent pas d'agréger des informations, mais débutent ainsi le processus d'élaboration de la connaissance sur les événements.

L'adaptation des mécanismes de l'encyclopédie en ligne pour faire face à la désinformation

L'analyse des pages relatives à la pandémie montre que cette période met à l'épreuve les manières de faire des contributeurs, pourtant habitués à synthétiser l'information lors d'une crise (Bubendorff *et al.,* 2019 ; Keegan, 2015), et met en tension leurs pratiques.

Une mobilisation renforcée des outils de vigilance

Le processus d'élaboration des pages relatives à la pandémie présente les mêmes caractéristiques que celles des pages relatives aux crises de sécurité civile à la cinétique rapide. Cependant, l'ampleur de la pandémie (c'est-à-dire son temps long et la profusion des événements et des débats associés) complexifie le travail de synthèse des rédacteurs, et entraîne un déploiement inédit des outils à la disposition des contributeurs. Ainsi, cette difficulté est reconnue par l'encyclopédie et signifiée aux lecteurs par différents moyens. La multiplication des recours aux outils de régulation peut être envisagée comme la première notification de la difficulté pour les contributeurs à proposer une synthèse jugée satisfaisante des événements :

- des bandeaux d'avertissements sont incrustés en en-tête de plusieurs articles traitant de la pandémie ;

- les articles sont au moins temporairement verrouillés pour y limiter le nombre de modifications ;
- certains contributeurs multiplient leur modération pour stabiliser le contenu.

Un traitement inédit de la désinformation

Pour la première fois, un article uniquement consacré à la désinformation pendant un événement est publié sur Wikipédia. Initialement publié sur le Wikipédia anglo-saxon puis traduit dans sa version francophone, il intègre les rumeurs et les campagnes de désinformation dans l'histoire de l'événement. Cet article liste ainsi l'ensemble des fausses informations ayant été « débunkées » par différents médias ou analystes, et en propose une catégorisation en fonction de leur origine ou de leur thématique.

Par ailleurs, l'édition de l'article « Observatoire des sources » formalise des critères de légitimité jusqu'alors plus tacites entre les contributeurs. Ainsi, jusqu'à très récemment, la qualité des sources relevait, comme le rappelle la page d'aide « Citez vos sources », du « principe de bonne foi » et de bonne volonté de chaque contributeur. La rapidité des publications scientifiques autour de la pandémie de Covid-19 a conduit à interroger la fiabilité de ces publications au même titre que pouvaient l'être jusque-là les publications médiatiques. Dans cet article, la fiabilité de divers médias, de revues académiques, d'émissions télévisées est discutée afin de proposer un état des lieux des sources pouvant être mobilisées dans Wikipédia. L'article « Observatoire des sources » marque à notre sens l'un des plus importants bouleversements engendrés par la pandémie, qui a rendu nécessaire la formalisation de critères de qualité à la fois plus fins et explicites.

Conclusion. Faire sens collectivement

L'une des idées qui émerge de nos travaux sur les crises est que les citoyens contribuent pour trouver du sens, et pour combler un vide d'information. Pour être plus précises, à l'instar d'autres chercheurs (Starbird, 2020), nous avons souligné que toute crise vient avec son lot d'incertitudes. Ces incertitudes se traduisent chez les citoyens par de l'anxiété. Pour y faire face, ces derniers vont tenter de « résoudre » ou de répondre à ces questions. Ils vont essayer de comprendre ce qui se passe et ce qui devrait être fait, voire ce qu'ils devraient ou pourraient faire. Ils se réunissent, communiquent au moyen de leur *smartphone* ou s'organisent *via* les médias sociaux.

C'est exactement ce que nous avons mis en évidence pour Wikipédia lors de cette crise sanitaire (Camozzi *et al.*,2020). En l'absence d'une communication de crise efficace, les citoyens sont plongés dans une incertitude, qu'ils vont essayer de lever par la coproduction de contenu encyclopédique informatif. Le travail communautaire – le débat sur les sources et la qualité de l'information – leur permet alors de trouver un peu de certitude dans la masse d'informations parfois contradictoires qui circulent, et, finalement, de combler un vide informationnel qui laisserait place à des rumeurs ou à de fausses informations. C'est ce à quoi nous assistons aujourd'hui, et ce n'est pas un hasard si l'on a associé à la pandémie du Covid-19 l'idée d'« infodémie ».

Références

AURAY N., HURAULT-PLANTET M., POUDAT C. & JACQUEMIN B. (2009), « La négociation des points de vue, une cartographie sociale des conflits et des querelles dans le Wikipédia francophone », *Réseaux*, 154, pp. 15-50.

BUBENDORFF S. & RIZZA C. (2020), "The Wikipedia contribution to social resilience during terrorist attacks", *in* A. HUGHES A., McNEILL F., & ZOBEL C. (éd.), ISCRAM 2020 Conference *Proceedings* – 17th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management, Virginia Tech, pp. 790-801.

BUBENDORFF S., RIZZA C. & PRIEUR C. (2019), « Réseaux sociaux numériques et spatio-temporalité de l'information en gestion de crise », working paper, N°19-SES-01, Institut interdisciplinaire de l'innovation.

BUBENDORFF S., RIZZA C. & PRIEUR C. (2021), "Construction and dissemination of information veracity on French social media during crises : Comparison of Twitter and Wikipedia", *Journal of Contingencies and Crisis Management*, https://doi.org/10.1111/1468-5973.12351

CAMOZZI M.-L. *et al.* (2020), « Les médias sociaux lors de la crise sanitaire de Covid-19 : Circulation de l'information et initiatives citoyennes », working paper, N°20-SES-01, Institut interdisciplinaire de l'innovation.

HOCQUET A. (2015), « Wikipédia en tant que forum : Une analyse de réseaux sociaux pour l'ethnographie de la production d'articles », *in* BARBE L., MERZEAU L. & SCHAFER V. (dir.) *Wikipédia, objet scientifique non identifié,* Presses universitaires de Paris Nanterre, https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01239606

KEEGAN B. C. (2015), "Emergent social roles in wikipedia's breaking news collaborations", *in* BERTINO E. & MATEI S. A. (éd.), *Roles, Trust, and Reputation in Social Media Knowledge Markets: Theory and Methods,* Springer International Publishing, pp. 57-79.

KEEGAN B. C., GERGLE D. & CONTRACTOR N. (2013), "Hot off the Wiki: Structures and dynamics of Wikipedia's coverage of breaking news events", *American Behavioral Scientist*, 57(5), pp. 595-622.

STARBIRD K. (2020), "How a crisis researcher makes sense of Covid-19 misinformation", *Medium*, 19 mars, https://onezero.medium.com/reflecting-on-the-covid-19-infodemic-as-a-crisis-informatics-researcher-ce0656fa4d0a

La crise a-t-elle renforcé les GAFAM ?

Par **Dominique NAMUR**
Professeur des Universités et chargé de cours à CentraleSupélec
et **Joëlle TOLEDANO**
Professeur émérite à l'Université Paris Dauphine-PSL

L'année de tous les records boursiers de l'économie numérique

2020 restera une année faste pour les GAFAM (Google, Apple, Facebook, Amazon et Microsoft) et leurs consœurs dont les *business models* coïncident avec les changements structurels des modes de consommation et dans l'organisation de la production. Les performances boursières impressionnent : de décembre 2019 à décembre 2020, alors que le CAC 40 perdait 6,2 %, les indices américains du S&P500 et du Nasdaq 100 (qui inclut notamment les grands du numérique) gagnaient respectivement 16,3 % et 47,8 %. Pour les seules GAFAM, les cours boursiers ont crû de 31,8 % à 84,4 %. Au 31 décembre 2020, leur PER (*price earning ratio*) dilué respectif [1] s'élevait de 27 (Facebook) à 77,9 (Amazon), contre environ 21 pour ceux des valeurs du Nasdaq hors GAFAM. Sur l'année 2020, la capitalisation boursière des GAFAM a bondi de 5 166 à 7 633 milliards de dollars, soit 3,5 fois celle du CAC 40, ou encore 3 fois le PIB français.

Quelques éléments pourraient relativiser ces records, comme les chèques fédéraux aux ménages américains, les applications de *trading* gratuit, une dérogation fiscale ponctuelle, ou encore l'impossibilité de calculer la valeur fondamentale d'une entreprise dès que son taux de croissance est supérieur au taux d'intérêt (prime de risque comprise). Mais l'étude détaillée des comptes financiers et des activités des quatre derniers exercices fiscaux [2] (FY2017 à FY2020) révèle que les performances de 2020 prolongent d'abord une tendance.

Apple présente les progressions annuelles moyennes les plus modestes de chiffre d'affaires (CA de 6,2 %) et de résultat net (5,9 %), mais aussi la plus grande stabilité des taux de marge [3] brute (31,8 %) et nette (21,4 %). Apple maîtrise tout son écosystème par une intégration verticale complète des services jusqu'au microprocesseur (depuis fin 2020), une situation de duopole mondial pour l'OS et son portail d'applications, ainsi qu'une forte protection de la propriété intellectuelle. Apple a réussi une diversification vers les services (finance, divertissement) plus rentables que les activités traditionnelles, une répartition géographique équilibrée de son CA et fidélise ses actionnaires (dividendes, rachats d'actions, fractionnements d'actions). Cette régularité fait d'Apple la *blue chip* des GAFAM, d'où une minuscule prime de risque et des cours multipliés par 4,3 en 4 ans.

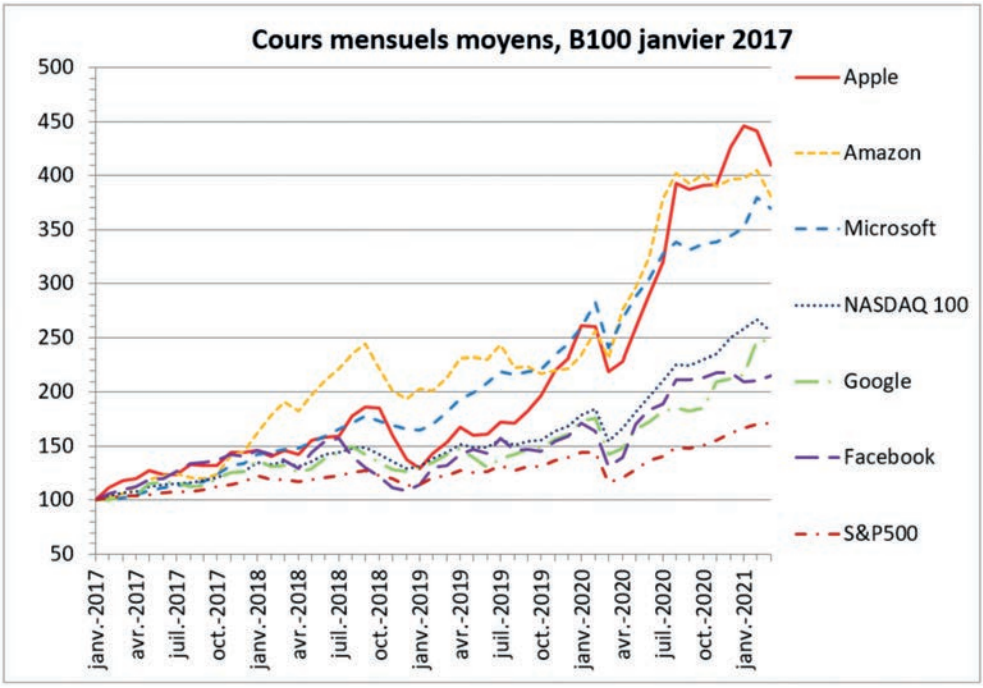
Amazon a un parcours boursier assez proche sur 4 ans, avec un cours multiplié par 4. Ses taux de marge brute et nette, bien qu'encore modestes en 2020 (respectivement de 13,2 % et 5,5 %), traduisent une dynamique très favorable. Sur 4 ans, son BNPA (bénéfice net par action) a été multiplié par 8,5 (record des GAFAM), et les taux de croissance du CA et du résultat net, tendanciellement croissants, ont bondi en 2020 (respectivement + 38 % et + 84 %). Amazon

(1) Rapport du cours au résultat net dilué par action (BNPA), où le nombre (dilué) d'actions comprend celles potentiellement exerçables.
(2) Les comptes des sociétés sont disponibles sur le site de la SEC (Security and Exchange Commission). Les cours boursiers sont les moyennes mensuelles des moyennes ouverture/clôture quotidiennes du 03/01/2017 au 31/12/2020.
(3) Le taux de marge brute est le rapport de l'EBITDA (*earnings before interest, taxes, depreciation, and amortization*) au CA ; le taux de marge nette celui du résultat net au CA.

étend sa domination dans le *e*-commerce aux nouveaux produits, dont l'alimentaire et la santé, augmente le nombre et le renouvellement des abonnements Amazon Prime, et a fait d'Amazon Web Services (AWS) le *leader* mondial et une source majeure de profit.

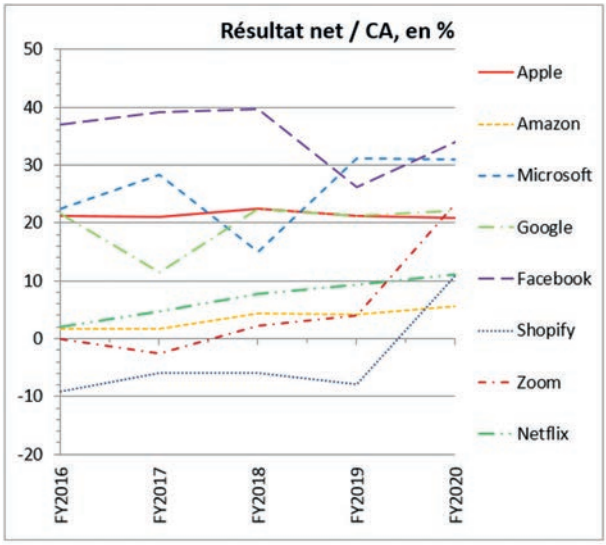
Microsoft réalise sur 4 ans des performances moyennes supérieures à celles d'Apple (taux de marge brute et nette respectivement de 41,2 % et 25,6 %, taux de croissance annuel du CA de 11,8 %). Ses trois grands métiers (le *cloud* et les serveurs, les logiciels d'entreprise, l'informatique personnelle) s'appuient chacun sur un produit très rentable. Microsoft procède comme Apple à des versements de dividendes (en moyenne sur 5 ans 2,17 % du cours, contre 1,6 %) et à des rachats d'actions. Mais la forte volatilité des résultats nets et du PER, bien que tendanciellement croissants, limite la multiplication du cours de Microsoft à 3,4 en 4 ans.

Google et Facebook affichent des BNPA dilués croissants et supérieurs à ceux d'Apple, des taux de marge parmi les plus élevés, mais aussi les plus volatils des GAFAM, et tendanciellement décroissants pour Facebook. Surtout, en dépit du *leadership* mondial sur leur cœur de métier respectif, le taux de croissance de leurs chiffres d'affaires diminue depuis quatre ans de suite, et leurs PER sont tendanciellement décroissants. La crise sanitaire a entrainé une contraction du marché publicitaire et une baisse des prix, alors qu'en 2020 la publicité en ligne représentait encore 80 % des ventes de Google et 98 % de celles de Facebook. Les performances boursières des GAFAM les plus « numériques » sont donc les plus faibles, avec un cours multiplié en 4 ans par presque 2,2 contre 2,5 pour le Nasdaq 100.



Des perspectives économiques aussi radieuses ?

L'envolée des cours boursiers des GAFAM pourrait s'enrayer si le taux de croissance de leurs bénéfices futurs devenait très inférieur au taux d'intérêt. La hausse des taux d'intérêt à long terme aux États-Unis début mars 2021 a déjà inversé la hiérarchie des performances du Nasdaq 100 avec



celles du S&P500 (du 04/01/21 au 26/03/21, respectivement + 0,7 % contre + 5,4 %). Qu'en est-il des bénéfices ?

Cela dépend d'abord de l'évolution de la demande globale par marché cible du numérique. Le télétravail a plusieurs atouts (sanitaire, pollution, bureaux, productivité des employés), mais plafonne avec la nécessité d'interactions physiques. Le divertissement (SVOD – *subscription video on demand* –, musique, jeux) semble rentable même pour les *majors* d'Hollywood [4]. La publicité en ligne investit les messages ciblés avec le *e*-commerce, mais pourrait être partiellement redéployée demain. Fin 2020, le *e*-commerce représentait 13 % en Europe dont environ 250 milliards d'euros pour le B2C (*business to customers*), environ 15 % aux États-Unis et au moins 45 % en Chine, niveau peu envisageable en Occident [5]. Les taux de pénétration ont augmenté fortement, et un ralentissement associé à de la volatilité n'est pas impossible.

Du côté de l'offre, la concurrence entre GAFAM s'exerce surtout aux marges des activités historiques [6], chaque acteur se différenciant sur les marchés en forte croissance. Dans le *cloud*, AWS règne sur les données du *e*-commerce, Microsoft se positionne sur les programmes à destination des entreprises, Google sur un écosystème pour l'intelligence artificielle [7]. Dans le *e*-commerce, Amazon semble hors de portée (40 % du marché nord-américain, en croissance) pour Facebook et ses vitrines pour ses utilisateurs, pour Microsoft et sa technologie de paiement automatisé, et pour Google Shopping. Pour la publicité en ligne, Google s'appuie sur des requêtes ("*Google Search*" avec 92 % du marché de la recherche, Maps et Youtube), Amazon sur les achats réalisés sur sa plateforme, Facebook sur les recommandations des réseaux sociaux. En 2020, ces trois acteurs captaient aux États-Unis près de 90 % du marché et plus de 50 % du marché publicitaire total [8], mais Facebook est fragilisé pour le traçage des utilisateurs par l'« App Tracking Transparency » d'Apple. Amazon concurrence les services de divertissement (SVOD, musique) d'Apple et dispose de réseaux sociaux spécialisés (avis littéraires, *streaming* vidéo). Sur le marché adjacent des véhicules autonomes, Google, Microsoft et, dans une moindre mesure, Amazon et Apple ont des ambitions proches.

Les GAFAM sont aussi en concurrence avec des *pure players* sur leurs relais de croissance. Dans le divertissement, Apple doit compter avec Spotify pour la musique et les podcasts, et Disney, HBO et Netflix pour le SVOD. Depuis 2020, Netflix autofinance son développement, avec un taux

(4) Le film *Les Trolls 2* (Universal Pictures), diffusé en avril 2020 en SVOD, a dégagé 100 millions de dollars de recettes.
(5) Les différentes sources sont respectivement : Centre for Retail Research, eMarketer et Bureau de recensement, Euromonitor et *China Home Appliance Market Report 2020*.
(6) *The Economist*, https://www.ava360.com/the-new-rules-of-competition-in-the-technology-industry/
(7) NAMUR D. (2020), « Intelligence artificielle : vers quels acteurs mondiaux, quelle concurrence ? », *in* GUILHEM J. (éd.) *Sciences et sens de l'intelligence artificielle*, Dalloz, 2020.
(8) https://www.wsj.com/articles/how-covid-19-supercharged-the-advertising-triopoly-of-google-facebook-and-amazon-11616163738

de marge brute supérieur à celui des GAFAM : plus de 200 millions d'abonnés payants et le plus faible taux de résiliation [9] de toutes les plateformes SVOD. Malgré un parcours boursier identique à celui d'Amazon sur 4 ans, sa capitalisation reste le 1/10e de celle d'Apple. Dans le *e*-commerce : Amazon ne propose ni les grandes marques ni le luxe, et est absent du *social commerce*, Walmart (associé à Microsoft) cherche à revenir, la montée de Shopify est impressionnante. En 2020, ce fournisseur canadien de logiciels de services de paiement, voire de logistique, a permis à 1,7 million de commerçants de faire du *e*-commerce. Leurs CA cumulés représentent 40 % de celui de la place de marché d'Amazon. Le CA de Shopify a crû de 86 %, ses taux de marge brute et nette sont devenus positifs, et son cours boursier a été multiplié par 2,8. Dans le télétravail, la solution de vidéoconférence Zoom, *leader* devant Microsoft, affichait en 2020 des taux de marge brute et nette comparables à ceux d'Apple, avec un CA et un cours boursier multipliés respectivement par 1,8 et 5,2.

La solidité de ces *pure players* est toutefois discutable. Shopify apparaît inexpugnable, car à l'opposé du modèle d'Amazon, mais une réponse se prépare avec l'acquisition récente de Selz. Netflix devra affronter la concurrence d'Apple et d'Amazon avec des SVOD dilués dans un *package* ou associés à prix coûtant à un abonnement de base pour attirer les clients vers le produit principal ; Spotify est encore plus exposé, de même que Zoom face à une stratégie similaire de Microsoft. En fait, les dangers les plus immédiats semblent plutôt venir des États.

2020, l'année où les États se rebiffent ?

Est-ce malgré ou à cause de la crise sanitaire ? 2020 est pour Google, Amazon, Facebook et Apple une année de sérieuse remise en cause juridique aux États-Unis comme en Europe. Est-ce un tournant ? Les cadres conceptuels se sont aiguisés pour analyser les stratégies et les objectifs. Haine en ligne, manipulation politique, vie privée, irresponsabilité, fausses nouvelles, contournement de la fiscalité sont autant de sujets qui renforcent le sentiment d'être confronté à des acteurs incontrôlables.

Aux États-Unis, les pratiques anti-concurrentielles ont été au cœur de l'actualité en fin d'année. Les autorités publiques américaines ont lancé quatre procédures contre Google et Facebook. Après les enquêtes débutées mi-2019, le ministère de la Justice américain (DoJ) s'est attaqué à Google, aux pratiques de monopolisation de son moteur de recherche et sa publicité ciblée, alors que l'autorité fédérale en charge de la concurrence (FTC) conteste les acquisitions de WhatsApp et Instagram par Facebook. La plupart des États américains sont à la manœuvre, choisissant au cas par cas leurs cibles. En plus de soutenir les autorités publiques, ils lancent deux procédures, une pour entente entre Google et Facebook sur le marché de la publicité en ligne ; l'autre concerne Google, les moteurs de recherches spécialisés et les objets connectés. Depuis, des rumeurs apparaissent régulièrement à propos de procédures à l'encontre d'Amazon et Apple.

Parallèlement, le rapport « Cicilline » de la Chambre des représentants, publié en octobre 2020, a fait grand bruit [10]. Mine d'informations et d'analyses, il s'appuie sur presque 1,3 million de documents. Le diagnostic bipartisan conclut à un verrouillage systématique des marchés opérés par chacun des GAFA. Les propositions relèvent des seuls démocrates. En plus de la recherche de remèdes à la puissance des "*Big Tech*", elles proposent de faire évoluer les lois *antitrust*.

Avec un certain délai, le diagnostic des autorités américaines rejoint celui qui prévalait en Europe [11]. Après les trois condamnations de Google entre 2017 et 2019, et un montant total

(9) https://www.businessinsider.fr/netflix-passe-le-cap-des-200-millions-dabonnes-dans-le-monde-186377?
(10) https://judiciary.house.gov/uploadedfiles/competition_in_digital_markets.pdf?utm_campaign=4493-519
(11) TOLEDANO J. (2020), *Gafa. Reprenons le pouvoir !*, Odile Jacob.

d'amendes de plus de 8 milliards d'euros, la Commission européenne a lancé deux procédures contre Apple et deux autres contre Amazon. Leurs pratiques sur les places de marché et celles favorisant leurs propres offres sont suspectées d'abus de position dominante.

Plusieurs actions nationales complètent le panorama. Deux exemples témoignent de la contestation croissante des modèles économiques. En 2016, l'Autorité de la concurrence allemande a interdit à Facebook de croiser les données d'utilisateurs provenant de différentes sources. Contestée, cette décision qui fait le lien entre le contrôle de l'utilisation des données personnelles et la pratique anticoncurrentielle sera débattue encore quelques années entre les autorités judiciaires avant d'être confirmée ou annulée. En France, l'Autorité de la concurrence a enjoint Google en avril 2020 de négocier de bonne foi avec les éditeurs et les agences de presse la rémunération due au titre de l'application de la loi relative aux droits voisins. Fin mars 2021, seule une partie limitée des négociations avait abouti. Le gouvernement australien a engagé des démarches similaires : pour l'instant, Google et Facebook ont réussi à imposer le choix des médias qu'ils rémunèrent et l'absence de règle transparente.

2021 a commencé avec l'annonce par le Congrès américain de nouvelles auditions, prélude à un projet de loi *antitrust* alors que le président Joe Biden nomme des responsables favorables à de profondes remises en cause. La Commission européenne les a précédés. Fin 2020, elle a présenté deux projets ambitieux de règlements destinés à réguler les grands acteurs du numérique et les contenus de leurs services.

Ces projets remettront-ils en cause une hégémonie qu'aucune condamnation n'a pour l'instant réussi à même fissurer ? Les remèdes administrés par la Commission européenne dans le cadre de ses condamnations n'ont pas conduit à une renaissance de la concurrence. Études et prises de positions convergent sur l'inefficacité des remèdes [(12)]. De fait, l'ajustement et le contrôle de l'efficacité des remèdes ne semblent pas pouvoir incomber à des autorités de concurrence, dont la fonction et les compétences sont orientées vers la condamnation de pratiques passées, et non vers le développement effectif de la concurrence.

(12) Parmi de nombreuses références, HÖPPNER T. (2020), "Google's (non-) compliance with the EU shopping decision", *Competition Law & Practice*. Et pour Android : https://searchengineland.com/googles-search-choice-screen-had-virtually-no-effect-on-search-market-share-perhaps-by-design-346167

Pertinence et diffusion des communs en temps de pandémie

Par **Valérie PEUGEOT**
Commission nationale de l'informatique et des libertés et Sciences Po Paris

En avril dernier, le « Collectif de communautés du libre, de l'*open* et des communs » publiait un « Mémorandum Covid-19 pour du libre et de l'*open* en conscience », complété d'enseignements et de propositions d'actions politiques [(1)]. À travers cette démarche, le collectif, constatant le rôle joué par les communs numériques dans la crise sanitaire, cherchait à en tirer des leçons pour l'avenir, et à inscrire durablement dans nos organisations politiques et sociales ces réponses aux enjeux contemporains. Quelles sont ces initiatives dont se revendique ce collectif d'une trentaine d'organisations promotrices du mémorandum ? En quoi ouvrent-elles des perspectives transformatrices de long terme ? Nous proposons de revisiter les différentes arènes dans lesquelles les initiatives de communs numériques se sont et continuent d'être déployées tout au long de cette pandémie, tout en cherchant à identifier les alternatives de long terme dont elles se veulent porteuses. C'est autant aux traces et aux germinations que nous nous intéresserons qu'aux réalisations du moment.

Mais avant cela, rappelons rapidement que par « communs » nous désignons des ressources matérielles ou immatérielles partagées et maintenues au sein d'une communauté petite ou grande, dotée de règles de gouvernance pour protéger et faire fructifier ces ressources, et génératrices de liens sociaux. Si les communs ont une longue et riche histoire derrière eux, ils connaissent depuis une petite vingtaine d'années une actualité nouvelle. Les raisons en sont plurielles : l'épuisement des idéologies réduisant les possibles devenirs du monde au marché ou/et à l'État y est pour beaucoup, les sociétés civiles cherchant dans les communs les voies d'autres modes de l'agir collectif ; la capacité des différentes approches théoriques des communs, au-delà de leur divergences, à faire tenir ensemble des alternatives tant économiques qu'institutionnelles et politiques ; les technologies numériques en sont également une cause majeure : support de nouvelles communautés épistémiques, vecteurs de circulation et de co-construction de connaissances, elles font écho à ces aspirations. Des habitats partagés aux logiciels libres, des marais de Guérande aux données numériques mutualisées, les communs se déploient aujourd'hui tant dans les espaces naturels qu'urbains ou virtuels.

Parer aux urgences : des communs transitoires

Dès le mois de mars 2020, un certain nombre d'initiatives de communs destinées à parer aux urgences les plus flagrantes se sont mises en place, portées par différents collectifs. La mise en production de visières protectrices dans les *fab-labs* et autres tiers-lieux est certainement la dynamique qui a reçu le plus d'attention médiatique : design en *open source*, tuto pour leur impression 3D, mise en place d'un réseau de référents régionaux… Derrière les masques, ce sont d'autres produits de première urgence qui sont conçus et fabriqués en communs : des *makers* italiens se mobilisent pour produire des valves destinées aux dispositifs de réanimation, des collectifs français s'attellent au gel hydro-alcoolique en reprenant la composition préconisée

(1) https://covid19-open.frama.io/memo/

par l'OMS, aux surblouses pour les soignants, ou encore aux respirateurs [2]. Sur le site de « FabriCommuns » [3], dons de matériaux, production, mise à disposition de points relais…, c'est toute la chaine logistique qui est pensée comme un commun, tout comme sur « Covid-initiatives » [4]. Si ces produits n'ont été utiles qu'à titre transitoire, le temps que les industriels se mettent en ordre de marche pour produire à hauteur des besoins, ils ont fait preuve d'une capacité auto-organisatrice dont les effets sociaux résonnent au-delà du temps de la production. Ainsi à Premià de Mar, commune catalane, 50 bénévoles se sont mobilisés pour produire et distribuer des masques auprès des personnes âgées, notamment dans les maisons de retraite [5].

Autre exemple d'une réponse construite dans l'urgence, l'initiative « Solidarité numérique » portée par la SCIC [6] La MedNum, qui regroupe les acteurs de la médiation numérique, est venue pallier le besoin d'accompagnement dans les démarches dématérialisées. Alors que des millions de Français devaient du jour au lendemain faire l'apprentissage du numérique, que ce soit pour des besoins les plus élémentaires et essentiels – accéder à ses droits CAF – aux plus inédits – téléconsulter un médecin –, les services publics dont les salariés n'étaient ni outillés ni formés à télétravailler offraient porte close. Lancée en quelques jours dès la mi-mars 2020 et pensée comme un commun, « Solidarité numérique » propose un site *web* doublé d'un centre d'appel, portés par des équipes de volontaires implantés aux quatre coins de la France pour répondre aux besoins des personnes les plus éloignées du numérique. Mise à disposition de tutos en ligne, outillage de la plateforme d'appel, temps passé à répondre aux appels… autant de ressources partagées par une large communauté d'acteurs individuels et collectifs. S'il s'agit là encore d'un commun temporaire, puisque « Solidarité numérique » fonctionne désormais avec des salariés et des subventions publiques, cette initiative a contribué durablement à mettre en visibilité la question récurrente, mais structurellement sous-traitée, de l'inclusion numérique, et l'action de milliers de médiateurs numériques.

Les communs au secours de l'école

Sur la scène de l'école, dont les millions d'élèves se sont trouvés privés du jour au lendemain, les communs ont d'abord servi de révélateur aux impensés de l'action publique. ENT (espace numérique de travail) et CNED (centre national d'enseignement à distance) inaccessibles, infrastructures sous-dimensionnées, enseignants impréparés… l'école à la maison s'est vite transformée en cauchemar familial. Un cauchemar qui s'est renouvelé lors du troisième confinement en avril 2021, alors que l'Éducation nationale avait disposé d'un an pour monter en puissance et sécuriser ses équipements. Dès le premier confinement en mars 2020, nombre d'enseignants, soucieux de ne pas se rabattre sur les services des acteurs états-uniens, se sont tournés vers les outils mis à disposition par Framasoft, une association qui depuis 20 ans déploit des logiciels libres au service, notamment, de la communauté éducative. Une situation paradoxale quand on sait que depuis une dizaine d'année l'Éducation nationale se désintéresse totalement des logiciels libres au profit des Eductech et des Gafa, à l'instar de l'accord conclu entre l'institution et Microsoft en 2015, et renouvelé en septembre 2020 (Gosset, 2021). Gageons qu'un des mérites de la crise aura été d'ouvrir une brèche dans cet aveuglement idéologique de l'Éducation nationale à la pertinence des logiciels libres, notamment en termes de souveraineté : le lancement du site « https://apps.education.fr/ » qui recense et propose des outils libres aux agents de l'Éducation nationale pourrait en être le signe.

(2) https://www.usinenouvelle.com/article/covid-19-pour-creer-masques-gels-et-respirateurs-les-makers-et-fablabs-francais-se-coordonnent.N943511
(3) https://fabricommuns.org/
(4) https://covid-initiatives.org/
(5) https://commonhorizons.cc/fr/qu-il-ne-manque-pas-de-masques/
(6) Société coopérative d'intérêt collectif.

À côté des outils et des infrastructures ouvertes, les ressources éducatives libres ont également prospéré durant la crise. Ces matériaux d'enseignement, produits par des enseignants et diffusés gracieusement sous licence libre, ne datent pas de la pandémie. Mais confrontés à des contenus inexistants ou insuffisants, générateurs d'inégalités entre les élèves, les enseignants ont alors multiplié les pratiques d'échanges de ressources, mutualisant les contenus et élaborant collectivement des scénarios d'apprentissage en s'appuyant sur les réseaux éducatifs en pair-à-pair. Comme le constate Stéphane Germain [7], proviseur adjoint à Nantes, cette dynamique a permis de rouvrir le débat sur l'accès aux communs de la connaissance, et le rôle que le service public devrait y jouer. Côté États-Unis, l'initiative prise par la bibliothèque en ligne Internet Archive va dans le même sens : avec le lancement de la « Bibliothèque nationale d'urgence » [8], ce sont pas moins de 1,4 millions de *e-books* qui ont été mis temporairement en libre accès, pour permettre aux étudiants confinés de continuer d'étudier.

Au-delà des logiciels et des contenus, c'est la dynamique sociale enclenchée pendant la crise qui marque les esprits. En novembre 2020, alors que l'Éducation nationale organisait les États généraux du numérique éducatif, se tenaient en parallèle, sous l'impulsion de l'association « Faire école ensemble », les États généraux du numérique libre et des communs pédagogiques [9], qui ont élaboré une trentaine de pistes d'actions. Une dynamique qui se prolonge à travers un cycle fourni de webinaires ouverts permettant de se former au libre et aux communs éducatifs [10].

De l'insoutenabilité des enclosures des connaissances face au virus

Sans surprise, la question des communs de la connaissance a largement débordé de l'arène de l'école pour s'étendre à la question de la gestion sanitaire et scientifique de la crise. Rappelons brièvement que, bien loin de l'éthos scientifique prôné par le sociologue des sciences Robert King Merton (1942), au premier rang duquel figure le partage des connaissances qu'il intitule le « communalisme », la science subit depuis de longues décennies l'assaut des promoteurs de droits de propriété intellectuelle renforcés (de Rosnay et Le Crosnier, 2019). Allongement de la durée des brevets et du droit d'auteur, publications scientifiques contrôlées par des maisons d'édition aux tarifs exorbitants, baisse des financements de la recherche publique amenant celle-ci à chercher des subsides *via* la propriété intellectuelle…, les causes et manifestations de ces enclosures de la connaissance sont variées. Elles ont fait émerger en retour un mouvement en faveur de la science ouverte, incitant tant au partage des données scientifiques qu'à celui des publications, mouvement qui progresse y compris au sein des institutions françaises et européennes, mais reste quantitativement minoritaire.

La Covid-19 est venue en quelques semaines donner une impulsion nouvelle à la science ouverte. La question d'une levée de ces enclosures s'est schématiquement portée sur trois objets : les résultats des recherches médicales ; les données épidémiologiques et les algorithmes ; et enfin les vaccins eux-mêmes, avec des succès inégaux à ce jour.

C'est certainement du côté de la publication des résultats de la recherche que l'avancée vers une « commonisation » a été la plus flagrante. Après que plusieurs collectifs, notamment de bibliothèques, ou la fondation Wellcome, ont appelé à l'ouverture de l'accès aux publications

(7) GERMAIN S. (2020), « Garantir des ressources éducatives libres pour l'accès aux communs de la connaissance », *Médiapart*, 11 mai : https://blogs.mediapart.fr/stephanegermain/blog/110520/garantir-des-ressources-educatives-libres-pour-l-acces-aux-communs-de-la-connaissance

(8) National Emergency Library : https://blog.archive.org/national-emergency-library/

(9) États généraux du numérique libre et des communs pédagogiques : https://wiki.faire-ecole.org/wiki/Etat_g%C3%A9n%C3%A9raux_du_num%C3%A9rique_libre_et_des_communs_p%C3%A9dagogiques

(10) Cycle de rencontres sur le libre et les communs dans l'Éducation nationale : https://wiki.faire-ecole.org/wiki/Cycle_de_rencontres_sur_le_libre_et_les_communs_dans_l%27%C3%A9ducation

scientifiques [11], des éditeurs scientifiques parmi les plus reconnus ont accepté, entre autres, que toutes leurs publications en évaluation par les pairs pertinentes au regard de la pandémie soient immédiatement publiées en *open access* [12]. Une avancée considérable au regard du dogme de fermeture qui domine chez ces éditeurs. Pour autant, ces publications libérées ne représentent qu'une infime partie des recherches en lien avec la Covid-19, problème redoublé par le fait que ces dernières s'appuient sur des résultats antérieurs liés à d'autres pathologies, dont les publications n'ont pas été ouvertes [13]. En France, où il existe une politique publique en faveur de la science ouverte pour les recherches financées sur appels à projet publics depuis 2018, le gouvernement a appelé en avril 2020 à l'ouverture complète des publications et données scientifiques issues de la recherche française en lien avec l'épidémie de Covid-19 en France.

En matière d'ouverture des données, où se jouent à la fois des enjeux de suivi épidémiologique, de conduite de politiques publiques et de transparence démocratique, l'université Johns Hopkins de Baltimore a joué un rôle moteur à l'échelle mondiale. Dès la fin 2019, elle a compilé à partir de multiples sources, mis à disposition en téléchargement [14] et restitué sous forme d'un tableau de bord [15] l'intégralité des données récoltées. Encore faut-il que les données soient en amont rendues disponibles. Le rôle joué en France par Guillaume Rozier, auteur du site « CovidTracker », dans lequel il recense et restitue *via* des *dataviz* toutes les données disponibles pour la France, est éclairant : le lancement de « Vaccin tracker [16] » a forcé la main aux autorités sanitaires, qui avaient jusqu'ici conservé les informations vaccinales par-devers eux. Une situation qui n'est pas spécifique à la France : aux États-Unis, le site « CovidTracker » a été lancé en réaction au refus des "Centers for Disease Control and Prevention" de donner accès aux données sur la Covid-19. Les algorithmes de traitement de ces données ont en de rares occasions été l'objet de partages, à l'image d'un système d'apprentissage automatique destiné à prédire d'après ses radiographies thoraciques la probabilité que l'état d'un patient atteint du Covid-19 ne se détériore, coproduit par l'École de médecine de l'Université de New York et des chercheurs de Facebook AI, publiés sur GitHub, service d'hébergement et de gestion de logiciels.

Quant aux vaccins, bien avant leur autorisation de mise sur le marché, de nombreuses voix se sont levées pour en faire un commun, à l'instar de la pétition mondiale lancée par des prix Nobel, « vaccinecommongood.org ». Afin d'éviter que la vaccination ne soit l'apanage des pays riches, ce qui non seulement serait catastrophique pour les populations des pays du Sud mais à terme interdirait toute éradication du virus, l'Inde et l'Afrique du Sud, soutenus par une coalition d'une centaine de pays, ont proposé que les accords qui régulent la propriété intellectuelle soient suspendus, de manière à permettre une production et une distribution massives de vaccins par d'autres entreprises pharmaceutiques que celles qui sont à l'origine des principes [17]. Face à un refus catégorique des entreprises pharmaceutiques autrices des vaccins, une ICE (initiative citoyenne européenne) a été lancée [18], dont on ne sait à date si elle a quelque chance d'aboutir. Par

(11) "Statement on the global Covid-19 pandemic and its impact on library services and resources": https://icolc.net/statement/statement-global-covid-19-pandemic-and-its-impact-library-services-and-resources
(12) "Sharing research data and findings relevant to the novel Coronavirus (Covid-19) outbreak": https://wellcome.org/coronavirus-covid-19/open-data
(13) "The Coronavirus (Covid-19) outbreak highlights serious deficiencies in scholarly communication": https://blogs.lse.ac.uk/impactofsocialsciences/2020/03/05/the-coronavirus-covid-19-outbreak-highlights-serious-deficiencies-in-scholarly-communication/
(14) "Covid-19 data repository by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University": https://github.com/CSSEGISandData/COVID-19
(15) "Covid-19 dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University (JHU)": https://www.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6
(16) https://covidtracker.fr/vaccintracker/
(17) « Vaccins contre le Covid-19 : l'Afrique rêve de s'affranchir des laboratoires occidentaux », *Le Monde*, 24 mars 2021.
(18) https://noprofitonpandemic.eu/fr/

ailleurs, la séquence ARN du vaccin de Moderna a été publiée sur la plateforme GitHub, la rendant *de facto* accessible à tous même s'il reste juridiquement protégé [19]. Mais nous sommes loin de la "*do-it-yourself biology*", tant la fabrication d'un tel vaccin est complexe.

L'OMS (Organisation mondiale de la santé) a cherché à créer un cadre global à cette mise en communs de la connaissance au service de la lutte contre la Covid-19 en proposant, dès mars 2020, aux « détenteurs de propriété intellectuelle et d'autres formes de connaissances, de données cliniques et de savoir-faire pertinents pour la mise au point et la fabrication de tests de diagnostic, de dispositifs, de médicaments ou de vaccins » de contribuer à un groupement à travers la plateforme C-TAP (Technology Access Partnership) [20]. Un appel qui pour l'essentiel n'a rencontré qu'un front du refus de la part des partenaires potentiels [21], et qui soulève, comme l'évoque la sociologue Gaëlle Krikorian, la question plus fondamentale de l'économie morale de la santé dont nous souhaitons nous doter [22].

Cela pourrait sonner comme un échec des communs en santé, si une fois de plus nous ne nous penchions sur les dynamiques collectives mises en branle à la faveur de la crise. Celle-ci a vu les chercheurs aller vers des pratiques plus collaboratives, ouvrant à d'autres leurs articles avant publication (*preprints*), ou travaillant à des normes de partage de données [23].

Difficile à l'heure où sont écrites ces lignes de dresser un bilan de ce qui s'est joué pour les communs à l'heure de la pandémie. Les communs ont su apporter des réponses immédiates à certains enjeux soulevés par la crise sanitaire, témoignant d'une forme de réactivité et de vivacité, là où acteurs industriels comme acteurs publics se sont retrouvés souvent impuissants ou démunis. Au-delà de ces solutions, ils révèlent certaines des impasses de politiques publiques et privées des périodes récentes, et ouvrent des alternatives. Demeure la question de leur inscription durable dans nos modèles économiques et institutionnels. Les communs seront-ils à ranger au musée des « rêves du monde d'après », ou continueront-ils à ouvrir nos imaginaires politiques ?

Bibliographie

GOSSET P. Y. (2021), « La place du numérique à l'école est à l'image de la place de l'école dans la société », *in* LE CROSNIER H. (éd.) *L'École sans école : ce que le confinement nous apprend sur l'éducation*, C&F éditions.

MERTON R. K. (1973 [1942]), "The Normative Structure of Science", *in* MERTON R. K. *The Sociology of Science. Theoretical and Empirical Investigations*, Chicago, The University of Chicago Press, pp. 267-278.

DULONG DE ROSNAY M. & LE CROSNIER H. (2012), *Propriété intellectuelle : Géopolitique et mondialisation*, CNRS Éditions.

(20) "Commitments to share knowledge, intellectual property and data": https://www.who.int/initiatives/covid-19-technology-access-pool/what-is-c-tap

(21) "WHO platform for pharmaceutical firms unused since pandemic began": https://www.theguardian.com/world/2021/jan/22/who-platform-for-pharmaceutical-firms-unused-since-pandemic-began

(22) « Quelle économie morale des produits pharmaceutiques voulons-nous ? », *AOC*, 12 février 2021 : https://aoc.media/opinion/2021/02/11/quelle-economie-morale-des-produits-pharmaceutiques-voulons-nous/

(23) HUMPHREYS G. (2021), "Has Covid-19 changed researcher behaviour?", March: https://wellcome.org/news/has-covid-19-changed-researcher-behaviour

Covid-19 : le volontarisme numérique public au pied du mur

Par **Godefroy BEAUVALLET**
Télécom Paris
et **Maurice RONAI**
Ancien membre de la CNIL

« Les formalités administratives, les approbations hiérarchiques, le fardeau des rapports et la surcharge de réunions, longtemps critiqués comme des obstacles à l'innovation publique, demeurent intacts. À ceci près que maintenant ils sont en ligne, » (1) Amanda Clarke.

Introduction

Jeudi 14 janvier 2021, 18 jours après la première vaccination anti-Covid en France, le alors tout nouveau site « Santé.fr » est censé permettre aux personnes prioritaires de trouver où se faire vacciner et d'initier le processus de prise de rendez-vous. Une carte interactive présente en quelques instants, après géolocalisation, les coordonnées du centre le plus indiqué. Hélas, sitôt (partiellement) ouvert, le site s'effondre sous les millions de requêtes de Français affolés. Il ne rouvrira jamais en l'état (2) : il lui est substitué en quelques heures un simple annuaire statique afin de trouver les centres, pendant que la prise de rendez-vous est déléguée dans l'urgence à des plateformes de santé, et principalement au *leader* du marché, Doctolib.

Il n'y a là rien de très surprenant : pendant des années, le site « impots.gouv.fr » connaissait ainsi de graves problèmes de disponibilité le dernier jour des déclarations d'impôts, au point que le calendrier fiscal a été modifié, et que la date limite dépend maintenant de la région de résidence, afin de lisser la charge. Après plus de 20 ans d'appropriation de l'Internet par les pouvoirs publics, et face à une crise sanitaire dont les ressorts sont largement informationnels, pourquoi n'a-t-on pu s'affranchir du cycle surpromesse-déception-improvisation pour des objets numériques aussi variés que la prise de rendez-vous en ligne de vaccination, la mise à disposition de données ouvertes sur l'épidémie, l'application « StopCovid » ou les outils génériques de travail collaboratif pour les agents publics ?

Ainsi « StopCovid », présentée comme la réponse à la nécessité de repérer les personnes infectées pour les alerter, sans transiger avec les libertés publiques. Dès l'annonce de son lancement, divers acteurs du numérique ont partagé leurs doutes (3) sur la pertinence du recours au Bluetooth pour repérer la proximité, sur la pertinence des seuils d'alerte (4), ou sur la possibilité de s'affranchir de l'architecture recommandée par les propriétaires de systèmes d'exploitation. Trois mois après son lancement, « StopCovid » n'avait envoyé que 72 notifications malgré ses 2,3 millions de

(1) CLARKE A. (2021), "One year into pandemic, federal digital government is largely business as usual", *Policy Options*, Canada, 8 mars.
(2) LEROY Y. (2021), « Retard à l'allumage du site "Santé.fr" : il faudra être patient pour se faire vacciner », *Le Parisien*, 14 mars.
(3) Voir GUILLAUD H. (2020), « StopCovid : le double risque de la "signose" et du "glissement" », *Medium*, 10 avril ; FORTEZA P. & ROBERT B. (2020), « #StopCovid : une efficacité incertaine pour des risques réels », *Medium*, 18 avril.
(4) Pourquoi quinze minutes de durée de contact alors que tout dépend de la charge virale, du lieu, du port de masque… ?

téléchargements [5], au point qu'un *reboot* avec changement de nom s'imposera à l'automne 2020 ; un changement d'axe stratégique, en réalité, quand il devint évident que la demande des Français était moins d'un outil de gestion de leur risque en temps réel que d'un support pour les attestations variées qui leur étaient imposées, et d'un canal d'accès aux informations publiques.

Évidemment, la France n'est pas le seul pays à avoir rencontré des difficultés dans le traitement numérique de la crise sanitaire. L'Allemagne, par exemple, découvre que les services de santé publique locaux, en charge du traçage et de l'isolement des personnes testées positives, recevaient (et, pour certains, reçoivent encore) les résultats des tests par fax, rendant nécessaires de fastidieuses ressaisies, sources de retards et d'erreurs [6]. Aux États-Unis, les résultats des tests parvenaient aux services de santé durant l'été 2020 par voie numérique, téléphone, email, courrier physique ou fax, « une technologie retenue, car elle est conforme aux normes de confidentialité numérique pour les données de santé » [7]. Au Royaume-Uni, la campagne "*Test & Trace*", externalisée vers deux grandes sociétés privées, a perdu, à la suite d'un *bug*, la trace de 16 000 personnes testées positives [8]. *A contrario*, de nombreux pays, pas forcément habituellement cités parmi les *leaders* technologiques, ont réussi à mobiliser avec efficacité les outils numériques au service de leur gestion de la crise. Ainsi, la Grèce [9] a recouru à une plateforme d'enregistrement en ligne des personnes souhaitant se faire vacciner, puis à l'émission de QR-codes permettant d'appeler les publics prioritaires à la vaccination selon une segmentation fine.

La crise met en difficulté tous les paradigmes numérico-opérationnels nationaux. Identifier nos spécificités nationales dans le traitement numérique de la crise peut aider à comprendre les déterminants de la situation, donc à l'améliorer. Que dit-elle du numérique public sur une longue période et de sa co-évolution avec le modèle opérationnel des administrations publiques en France ?

Que nous révèle le traitement informationnel de la crise de la situation du numérique public, après presque un quart de siècle de « mobilisation publique » en faveur de la numérisation de l'administration [10] ? L'ampleur de la crise a-t-elle induit un « bond en avant » dans la transformation numérique ? Ou a-t-elle, comme le suggère Amanda Clarke à propos du Canada, suscité une régression par rapport à la « nécessité d'investir dans l'expertise numérique interne du gouvernement » [11] ? Cette crise peut-elle faire passer à l'État un cap de maturité et nous faire sortir d'une forme d'adolescence informationnelle, si l'on s'accorde sur une définition de l'adolescence comme surestimation des capacités et sous-estimation des risques ?

Après avoir mis en lumière quelques faits saillants de l'activité numérique publique française dans la crise sanitaire, nous en proposons quelques explications, et tentons d'en dégager quelques pistes pour la suite de la transformation numérique dans notre pays.

---

(5) « Coronavirus : en trois mois, "StopCovid" n'a envoyé que 72 notifications », *Les Échos*, 18 août 2020.
(6) RONAI M. (2021), « Le système de santé allemand combat le Covid-19 avec du papier, des stylos et le fax », note de veille du blog *QuelleForceSanitaire*, 1er février.
(7) "Bottleneck for US coronavirus response: The fax machine", *New York Times*, 13 juillet 2020.
(8) Le problème venait d'un tableur Excel paramétré d'une manière qui ne permettait pas d'enregistrer certains cas positifs : "Excel: Why using Microsoft's tool caused Covid-19 results to be lost", *BBC*, 5 octobre 2020.
(9) L'ensemble du dispositif est expliqué sur le site « https://emvolio.gov.gr ». La Grèce est pourtant 27e sur 28 en 2020 selon le *Digital Economy and Society Index* publié par la Commission européenne. C'est un cas typique de *leapfrogging*, qui voit des pays en retard produire à l'occasion d'une crise un système entièrement neuf et plus avancé que des pays plus matures empêtrés dans la modification de leurs systèmes en place (*legacy*).
(10) Si l'on fait partir cette numérisation du « discours d'Hourtin » du Premier ministre Lionel Jospin sur le « retard de la France dans la société de l'information », en 1997.
(11) « Avant la pandémie, une forme d'orthodoxie mondiale proclamait la nécessité d'investir dans l'expertise numérique interne du gouvernement, remettant en question la pratique historique consistant à sous-traiter aveuglément les projets numériques du secteur public au secteur privé. […] En tension avec ce mouvement, la pandémie renforce dans certains cas l'influence des vendeurs de technologie et des consultants en gestion sur les projets numériques du gouvernement, » CLARKE A., *op. cit.*

L'activité numérique publique française dans la crise sanitaire

En premier lieu, il faut saluer les réussites françaises de l'adaptation numérique à la crise sanitaire. Dans le public comme dans toute l'activité économique et sociale en France, la crise sanitaire a été un moment spectaculaire d'appropriation du numérique. Plusieurs centaines de milliers d'agents publics sont passés au télétravail dans un laps de temps relativement court. Le déploiement initial des dispositifs d'aide aux entreprises face à la crise (aides financières, recours au chômage partiel…) a été rapide et efficace. La fluidité numérique a joué son rôle à plein, qu'il s'agisse de l'usage d'outils génériques (disponibilité d'informations sur les sites *web* publics, échanges par mails avec les usagers et entre services...) ou spécialisés (outils de gestion locaux ou sectoriels, notamment sur la base de briques disponibles en libre-accès [12]). Le même constat se retrouve d'ailleurs dans divers pays [13]. C'est que les réticences à l'adoption d'outils numériques ont brutalement pris fin quand le contexte organisationnel qui les générait a disparu avec la généralisation soudaine du télétravail : soudainement, le numérique qui posait depuis des décennies des problèmes organisationnels aux administrations devenait le seul support disponible à la poursuite de l'action administrative. Le manque initial de matériels, d'outils et de dispositifs de sécurité n'a pas empêché un *aggiornamento* rapide et finalement bien accepté, la levée provisoire et partielle des prétextes de la sécurité des systèmes d'information permettant une accélération spectaculaire. Ainsi, la sacro-sainte signature des documents publics s'est dématérialisée en quelques semaines au sein de fichiers Abode Acrobat ou Microsoft Office ; le pragmatisme du droit administratif a fait merveille, et la citadelle opérationnelle des parapheurs et des tampons, qui résistait depuis des années par la seule force de l'habitude, est tombée.

De manière plus générale, on pourrait caractériser l'effet de la crise sanitaire sur le numérique public par la formule suivante : « Les fruits mûrs ont été cueillis. » La précipitation dans laquelle il a fallu reconfigurer les processus et les systèmes a levé les inhibitions, dans une logique de « rattrapage » : il faut faire très vite, et donc il n'est plus temps d'inventer mais d'utiliser ce qui est disponible. Comme souvent en France, où la thématique du retard est un *leitmotiv* de la communication publique en matière technologique, cela débouche sur une préférence marquée pour les solutions déjà *leaders* sur leur marché. L'explosion de l'usage de Zoom, Whatsapp ou Doctolib s'explique par ce choix au *tempo* contraint.

À l'inverse, comme l'a pointé l'audit de gestion de la crise du général Richard Lizurey [14], la crise sanitaire a révélé des manques criants, et des impasses en termes d'équipement jusqu'au cœur des états-majors censés gérer la crise : messageries saturées [15], absence d'outils interministériels de visioconférence [16], un processus manuel de réponse aux questions d'application des nombreuses

(12) Ainsi, la plateforme « demarches-simplifiees.fr » de la DINUM (direction interministérielle du numérique) a permis de déployer en quelques heures des démarches « de niche » comme l'aide en faveur des exploitants de remontées mécaniques dont l'activité est particulièrement affectée par l'épidémie de Covid-19. « Face au Covid-19, les "démarches simplifiées" deviennent un réflexe pour les administrations », *Acteurs publics*, 27 mars 2020. La plateforme « RDV solidarités », pour sa part, a permis aux services de solidarité des départements de garder le contact avec les usagers en période de confinement grâce aux rendez-vous téléphoniques.

(13) Le déploiement rapide de l'allocation canadienne d'intervention d'urgence, par exemple (CLARKE A., *op. cit.*).

(14) LIZUREY R. (2020), « Rapport de la mission relative au contrôle qualité de la gestion de crise sanitaire ».

(15) « Les équipes chargées de la gestion [...] ont rapidement été confrontés à la difficulté de gérer un flux d'information abondant et changeant. Cette situation a conduit à multiplier les messages à destination des différents responsables de tous niveaux et à saturer les messageries », Rapport Lizurey.

(16) « Faute de bande passante ou de ponts suffisants, plusieurs préfets ont vu leur visioconférence annulée et ont dû se reporter vers des outils de visioconférence civils ou d'audioconférence », *idem*.

normes édictées en un temps très court [17]. D'autres monographies ministérielles en témoignent [18]. Au total, la crise n'a pas été particulièrement propice au développement rapide de nouveaux outils publics : un revers pour la stratégie de vélocité numérique revendiquée par les transformateurs numériques qui cherchent à acclimater les stratégies de développement agile, de DevOps (pour *software development* – Dev – et *IT operations* – Ops) ou de co-construction des outils avec les utilisateurs au sein des services publics.

Certes, des outils numériques *ad hoc* ont dû être construits rapidement. Pour autant, l'innovation n'est guère palpable en la matière, et le numérique public se révèle le plus souvent conservateur dans ses réalisations spécifiques à la crise [19]. Les outils de *messaging* « Tchap » ou de visioconférence « Webconférence » ont certes beaucoup progressé depuis le début de la crise, mais leurs fonctionnalités sont standard et leur appropriation reste limitée [20]. L'offre publique pour le grand public de visualisation des données sur la crise sanitaire fut pauvre, au point que c'est un site amateur, « CovidTracker », qui sert aujourd'hui de référence aux médias quand ils sourcent leurs données sur l'évolution de l'épidémie. Les usages mal installés au sein des pouvoirs publics, par exemple la rédaction collaborative ou le recours à des modèles ou à des visualisations de données, n'ont guère progressé depuis un an. Les administrations semblent avoir numérisé leurs pratiques antérieures plus qu'elles ne les ont transformées : une réunion interministérielle en audioconférence reste une réunion interministérielle, les modalités de la prise de décision y sont les mêmes qu'en présentiel, la qualité des interactions en moins.

Au total, les silos administratifs ne semblent guère avoir été perturbés par la crise : alors que « StopCovid » manquait son lancement, les Français se ruaient sur les formulaires d'auto-autorisation de sortie pré-remplie proposés par le ministère de l'Intérieur. Il a fallu attendre des mois pour que ces deux souches de développement convergent superficiellement, sous la forme de liens hypertextes de « TousAntiCovid » vers lesdits formulaires. Ce n'est qu'avec la montée de la problématique du « pass sanitaire européen » au printemps 2021 que « TousAntiCovid » s'affirme progressivement comme plateforme de gestion globale pour un citoyen de sa situation au regard de l'épidémie, avec l'annonce de son extension à la gestion des certificats de test et de rétablissement, et des attestations de vaccination.

Enfin, si comme on l'a vu diverses initiatives citoyennes sont venues pallier certains manques de la communication publique, elles ne peuvent masquer la maigreur des tentatives d'associer des forces vives de la *start-up nation* à l'action de l'État dans la crise. La preuve que les approches ouvertes ne sont guère installées dans notre pays, c'est qu'elles ont été largement oubliées ou ignorées dans la gestion de la crise, une fois la bousculade initiale surmontée. Contre-exemples notables, Bayes Impact avec « BriserLaChaine.org » ou le collectif « MaladieCoronavirus.fr » avec son questionnaire d'autodiagnostic ont contribué à faciliter les efforts publics. Mais si les toutes premières semaines de la crise ont vu fleurir les initiatives ouvertes de *makers* ou de collectifs

(17) « La procédure établie a consisté à diriger toutes les questions émanant des préfectures, ARS, ministères ou acteurs extérieurs vers une adresse mail unique, qui les intégrait dans un tableau de suivi et les transférait vers la coordination de la CIC thématique afin qu'elle identifie le(s) pôle(s) compétents pour répondre à la question. […] Le suivi manuel des questions ne permettait pas de suivre rapidement et efficacement les questions en suspens et le délai de réponse, et entraînait le risque de questions oubliées », *idem*.

(18) THIERRY G. (2020), « Le confinement, *crash test* de la transformation numérique de la justice », *Dalloz Actualité*, 10 juin.

(19) Les médias saluent donc plutôt les réalisations de particuliers ou d'entreprises (TESCHER L. (2021), « "Covidliste", "Vite ma dose !", "VaccinPlanner" : des sites Internet pour optimiser la vaccination », *France Inter*, 4 avril).

(20) La DINUM revendique 200 000 utilisateurs réguliers de « Tchap » en janvier 2021, et « Webconférence » héberge de manière quotidienne quelques centaines de réunions de moins de 20 personnes.

citoyens, celles-ci n'ont pas bénéficié des soutiens institutionnels, comme dans d'autres pays [21], pour se pérenniser, au-delà d'une contribution éphémère à la gestion de la crise. Les offres de service du « Collectif CoData », qui rassemble pourtant la fine fleur de la *deep tech* et de la *data science* hexagonale, n'ont pas débouché sur des coopérations durables. Et alors qu'en Grande-Bretagne un collectif de volontaires, partageant leur état de santé au quotidien avec des chercheurs et des médecins pour suivre l'évolution de l'épidémie, a vu le jour, au point de devenir un partenaire essentiel des pouvoirs publics, rien de tel ne s'est mis en place en France [22].

Les difficultés rencontrées par le numérique public français

Le temps de la crise a donc révélé les faiblesses structurelles du numérique public français. Trois causes profondes aux difficultés rencontrées peuvent ainsi être identifiées.

En premier lieu, la crise a mis en évidence que, si l'on pouvait imaginer de nombreux recours aux outils numériques pour aider à diverses étapes de la crise, la réalisation rapide de dispositifs restait très difficile, faute de développeurs disposant de la confiance et de l'autonomie suffisantes pour produire rapidement des *minimal viable products*, puis pour les faire évoluer. Là où elles existent en interne, ces ressources humaines techniques sont très occupées, et les règles de l'achat public rendent très difficile de les maintenir en sous-traitant [23]. Quand les besoins émergent soudainement, ce défaut de capacité a condamné les pouvoirs publics à s'appuyer initialement sur les outils de marché ou les plateformes privées disponibles ; les usages maturant en quelques semaines, ces choix initiaux paraissent bientôt irréversibles. S'y ajoute le fait que la spécialisation des administrations leur a fait imaginer de traiter chaque partie de la crise selon des dispositifs spécifiques, inventant des processus à outiller numériquement – un système d'information (SI) pour les tests, un autre pour les vaccins ; un SI pour l'aide aux entreprises par BPIfrance, un autre pour le dépistage des entreprises en difficulté, etc. La coexistence de ces systèmes devient rapidement un cauchemar, malgré tous les efforts d'urbanisme consentis [24]. La crise confirme la nécessité de compléter cette vision par une autre, orientée "*data*", pour laquelle chaque système d'information est un patrimoine informationnel pouvant être utilisé par d'autres, ce qui suppose de pouvoir y accéder facilement et de manière fiable. Ce que Google a su faire en construisant un index de respect local du confinement sur la base du recours à ses outils d'aide au déplacement, l'État n'a pas su le faire de manière « routinisée » sur la base, par exemple, des informations des opérateurs de télécommunications [25].

En deuxième lieu, le numérique public français est resté, dans la crise sanitaire, prisonnier du pacte faustien qui s'est noué à son origine avec les « budgétaires » au sein de l'administration, le

(21) Le 24 mars 2020, des organisations de la société civile organisaient le *hackathon* « wirvsvirus.org », sous le patronage du gouvernement allemand. En 48 heures, 28 000 citoyens avaient développé environ 1 500 idées. Selon un bilan tiré par NetzPolitik, le gouvernement allemand a pris au sérieux et tenu ses engagements en apportant un soutien à 130 équipes-projets à la suite du *hackathon*, pour le développement et la mise à l'échelle de leurs idées. 30 produits ont vu le jour. ("Gemeinsam gegen die Krise. Geht das?", *NetzPolitik.org*, 18 mars 2021). Un *hackathon* européen a eu lieu en avril 2020. Un *hackathon* français soutenu par les pouvoirs publics a vu le jour en avril 2021.

(22) L'enquête EPICOV de l'INSERM (institut national de la santé et de la recherche médicale) et de la DREES (direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques) reste un exercice statistique classique, que sa lourdeur interdit de reproduire en continu pour suivre l'épidémie, et l'enquête ComCor de l'Institut Pasteur et de la CNAM repose sur la sollicitation de personnes par un institut de sondage.

(23) En la matière, les écueils relevés par Tariq Krim dans son rapport de 2014, « Les Développeurs, un atout pour la France », sont toujours présents.

(24) La multiplication des applications de suivi des malades à domicile – il en est presque autant que de régions et de groupements de coopération sanitaire – complique le suivi des patients et de leurs proches, ainsi que l'agrégation des données.

(25) Des collaborations de recherche ont été menées avec un certain succès, par exemple entre Orange Labs et l'INSERM, mais contrairement par exemple à l'approche sud-coréenne, les opérateurs ont été tenus à l'écart du *tracing* (motivant le recours au Bluetooth pour « StopCovid »).

considérant comme un outil de réduction des coûts. Ainsi, le traçage des cas contacts en France a été très largement mené par téléphone et *via* « StopCovid », et centré sur la constitution de listes de contacts, pour en réduire le coût opérationnel. Les résultats en sont médiocres. Les spécialistes de la lutte contre les épidémies comme le Pr Renaud Piarroux avaient pourtant d'emblée prévenu que le maillon faible en la matière était l'accompagnement à l'isolement et la qualité du traçage rétroactif, deux choses particulièrement difficiles à faire par téléphone ou à capturer *via* Bluetooth. En proposant une alternative *low-cost* à des « brigades sanitaires mobiles », allant au-devant des populations les plus exposées et des foyers potentiels de contamination, le numérique a parfois contribué à dégrader la réponse à l'épidémie. Hors du terrain sanitaire, les agents publics restent tributaires d'outils encore sous-dimensionnés par rapport au besoin, en matière de travail coopératif ou d'accès distant, ou auxquels il manque des briques essentielles dans la période, comme la signature électronique. Ce n'est pas faute de volonté ni d'imagination de leurs producteurs et promoteurs au sein de l'État, qui font preuve depuis des mois d'un engagement considérable et d'une inventivité pragmatique. Mais leur action semble avoir été cantonnée à la mise à disposition d'outils génériques au niveau du socle des usages numériques [(26)], une fois la phase initiale de la crise passée [(27)].

Troisièmement, la réponse numérique à la crise sanitaire témoigne de la préférence des décideurs publics français pour les indicateurs agrégés et pour les visions macro. En atteste notamment le recours à une cartographie omniprésente sur la base régionale ou départementale, qui laisse supposer que le virus « est dans l'air » ici ou là. Les taux de prévalence régionaux, s'ils ont évidemment leur utilité pour prévoir l'engorgement à venir des hôpitaux, ne permettent pas l'action individuelle, à l'inverse des cartes coréennes, construites à l'échelle du pâté de maison sur la base des données de mobilité, de celles des opérateurs de télécommunications ou des eaux usées, etc.

Il a parfois semblé que le numérique ne pouvait servir qu'à un seul projet public d'ampleur à la fois : « StopCovid » a absorbé toutes les énergies – et déclenché toutes les polémiques – au détriment d'autres outils de suivi des symptômes ou d'épidémiologie participative. Il n'est qu'à comparer le succès de l'application non gouvernementale "Covid Symptom Study" au Royaume-Uni, avec ses plus de 4 millions de contributeurs et son site *web* riche de données et d'outils, avec le manque de notoriété de son équivalent public français « Covidom », utilisé au mieux par 400 000 personnes en France. Malgré ses difficultés, la place de l'État reste centrale en France, et les attentes envers lui sont fortes : les exemples d'auto-organisation informationnelle de la société civile ou des territoires sont restés limités, *a contrario* de l'expérience d'autres pays [(28)]. Réciproquement, l'ouverture en réseau reste un réflexe rare au sein de l'administration : les données épidémiologiques publiées sont souvent incomplètes, la limitation de leur diffusion à des partenaires choisis tentante, les réflexes de fermeture présents [(29)]… Et si des accommodements provisoires avec les normes ont été tolérés, l'épée de Damoclès de la sécurité des systèmes d'information empêche les coopérations opérationnelles locales public-privé de se maintenir dans la durée.

(26) Si l'on s'en réfère aux informations disponibles sur « numerique.gouv.fr », l'action de la DINUM s'est ainsi concentrée sur les problématiques de réseau, d'accès, de visioconférence et d'audioconférence.
(27) La collaboration entre Etalab et les *data scientists* citoyens de « veille-coronavirus.fr » autour de la constitution du tableau de bord grand public de l'épidémie est à saluer ; son manque d'évolution dans la durée reste une énigme.
(28) L'initiative américaine du « Covid Tracking Project » du journal *The Atlantic* est un exemple saisissant.
(29) Ainsi, les collectivités locales concernées semblent avoir réclamé en échange de leur nécessaire coopération une exclusivité de 48 h des données issues de l'analyse des eaux usées par le remarquable réseau Obépine.

La suite de la transformation numérique en France

Franchir un palier en termes de compétences et d'agilité numérique disponibles au sein des administrations, changer d'échelle en matière d'investissement budgétaire dans le numérique, passer d'une logique de projets ponctuels à celle de la construction patiente de capacités partout dans l'administration (services-socles et compétences distribuées) : ainsi se dessine l'avenir du numérique public, si l'on veut le voir dépasser les difficultés structurelles que la crise du Covid-19 révèle crûment. Ces remèdes sont connus ou déjà défendus au sein du numérique public : la crise en confirme l'importance.

Il convient enfin de discuter de la question de la protection des données personnelles, omniprésente dans la gestion numérique française de la crise. De nombreuses décisions ont été justifiées par le respect du règlement européen sur la protection des données personnelles (RGPD) : le protocole ROBERT (*ROBust and privacy-presERving proximity Tracing*) de « StopCovid », le non-recours aux données d'opérateurs [30], la maille large des représentations cartographiques, le refus d'ouvrir les réseaux publics à Zoom ou Whatsapp, etc. Cette liberté fondamentale a été la moins discutée pendant la crise : alors que les parlementaires votaient des limitations drastiques aux libertés de circuler ou de se réunir, la vie privée numérique demeurait un intangible absolu, interdisant les connexions entre bases sanitaires et sociales, ou scolaires, dont les exemples étrangers montrent pourtant qu'elles sont des outils utiles de lutte contre le virus. Le RGPD a été présenté comme le motif de l'impossibilité de pré-remplir l'attestation dérogatoire de sortie pendant le premier confinement : est-il plus acceptable d'interdire de circuler si cela se fait dans le respect de la vie privée ? S'il faut se féliciter de voir nos droits informationnels ainsi défendus, on peut néanmoins s'inquiéter que les inefficacités consenties ne débouchent un jour sur un nouveau « retard » qui justifierait alors la bascule soudaine vers des solutions franchement intrusives, ou qui, inventées ailleurs, ne protègent que superficiellement les données personnelles [31].

Le paradigme dominant de la gestion du consentement à la finalité du recueil des données est peut-être à la racine de la difficulté rencontrée. Le RGPD permet, certes, de réutiliser des données à condition que les finalités du nouveau traitement soient compatibles avec le traitement initial, mais à de strictes conditions [32]. Dans la pratique, dans des systèmes d'information publics cloisonnés par finalité, ce consentement n'est recueilli qu'une fois auprès d'un usager : on n'y reviendra plus. Aucun dispositif ne prévoit une gestion à géométrie variable du consentement, des évolutions dans l'acceptation et la proposition de nouvelles finalités. Rien ne facilite de demander à des personnes identifiées *ex post* leur consentement à une analyse qui sort de la finalité initiale, ou de le faire *via* des tiers de confiance gérant pour le compte de citoyens des facettes de leur identité. Le lien entre les données personnelles et l'origine du consentement est coupé. Techniquement, cela revient à devoir reprendre à zéro le recueil du consentement pour chaque nouvelle utilisation.

(30) À l'exception de l'Institut Pasteur qui exploite les données de mobilité fournies par Orange sur ses abonnés mobiles pour alimenter ses modèles épidémiologiques.

(31) Ce mécanisme est peut-être à l'œuvre sur la question des « passeports sanitaires », dont on voit que les pays qui les mettent en place en premier sont les moins touchés par l'épidémie, et sont aussi ceux qui ont adopté des approches intrusives en matière de données personnelles – on pense à Singapour.

(32) L'article 6, paragraphe 4, du RGPD énonce d'une manière non exhaustive les facteurs à prendre en compte lors de la vérification de la compatibilité du traitement à d'autres finalités avec la finalité pour laquelle les données à caractère personnel ont été initialement collectées, à savoir : le lien entre lesdites finalités, le contexte dans lequel les données à caractère personnel ont été collectées, la nature des données à caractère personnel (en particulier si le traitement porte sur des catégories particulières de données à caractère personnel, ou si les données à caractère personnel sont relatives à des infractions pénales), les conséquences possibles du traitement ultérieur envisagé pour les personnes concernées et de l'existence de garanties appropriées, qui peuvent comprendre le chiffrement ou l'usage d'un pseudonyme.

Dans une approche « données », il conviendrait au contraire d'éviter de couper systématiquement ce lien entre les données et leur origine, de manière à donner à voir les usages des données et ainsi à permettre de valider (ou de refuser) rapidement et efficacement des extensions de finalité, mais aussi des compléments, des connexions, etc. C'est l'approche explorée par exemple par l'ONG MyData Global, et expérimentée en France par la Fing (Fondation Internet Nouvelle Génération) et ses partenaires des projets successifs « MesInfos ». La crise sanitaire révèle ainsi l'urgence d'incorporer ces réflexions au sein des projets d'identité numérique publique en France. Un débat s'amorce, actuellement en Allemagne, sur ces questions. Tirant les enseignements de la gestion numérique de la crise sanitaire, passablement laborieuse, le collège santé du Conseil des experts économiques (SVR) recommande de repenser « la protection des données dans l'optique d'une protection globale du patient […]. La protection des données doit faire partie intégrante de la protection de la vie et de la santé, et non s'y opposer. Le principe de minimisation des données et de leur utilisation strictement liée à la finalité est dépassé par la réalité. Et surtout, il ne rend pas justice au droit de chaque individu à un traitement optimal de ses données pour protéger sa vie et sa santé » [(33)].

Il ne suffit donc plus en se dotant d'outils informatiques de prendre les décrets les encadrant en matière de protection de la vie privée. Pour ne pas renoncer au haut niveau de protection électronique de la vie privée qui caractérise le modèle européen de société, nous avons un devoir d'innovation pour permettre la gestion de configuration de la vie privée dans une logique *privacy by design*. Il faut remettre sur le métier la dialectique entre ouverture et protection des données [(34)], en explorant le maintien d'une liaison vivante entre la personne-source et l'utilisateur de chaque donnée. En ce sens, ce n'est qu'en étant partagés que les systèmes d'information de l'État seront efficaces et utiles dans la durée. Partagés, communs, c'est-à-dire, au fond… publics !

Bibliographie

ASKENAZY P. & GIANELLA C. (2000), « Le paradoxe de productivité : les changements organisationnels, facteur complémentaire à l'informatisation », *Économie et statistique*, n°339-340, pp. 219-241.

ALGAN Y., BACACHE M. & PERROT A. (2016), « Administration numérique », *Notes du Conseil d'analyse économique*, n°34.

BEAUVALLET G. (2020), « Un État de catastrophe », *Autrement Autrement*, mars.

BEAUVALLET G. (à paraître), « Absolument rigide, infiniment souple : injonctions contradictoires envers le service public pendant la crise sanitaire », *in* PAUL C. (s.d.), *L'Action publique face à la pandémie*, Berger Levrault.

BEAUVALLET G., FLICHY P. & RONAI M. (2003), « Incorporer la protection de la vie privée dans les systèmes d'information, une alternative à la régulation par la loi ou par le marché », *Terminal*, n°88.

BERGERON H., BORAZ O., CASTEL P. & DEDIEU F. (2020), *Covid-19 : une crise organisationnelle*, Presses de Sciences Po.

BOTHOREL E., COMBES S. & VEDEL R. (2020), « Pour une politique publique de la donnée », rapport, décembre, https://www.vie-publique.fr/rapport/277879-pour-une-politique-publique-de-la-donnee

(33) "Digitalisierung für Gesundheit", Sachverständigenrat zur Begutachtung der Entwicklung im Gesundheitswesen (SVR), 24 mars 2021.
(34) C'est également le point de départ du rapport de la mission Bothorel sur la politique publique de la donnée.

CLARKE A. (2021), "One year into pandemic, federal digital government is largely business as usual", *Policy Options*, 8 mars.

KRIM T. (2014), « Les Développeurs, une chance pour la France », rapport remis à la secrétaire d'État au numérique.

LIZUREY R. & PUCCINELLI A. (2020), « Rapport de la mission relative au contrôle qualité de la gestion de la crise sanitaire », juin.

MEYER R. & MADRIGAL A. (2021), "Why the pandemic experts failed : We're still thinking about pandemic data in the wrong ways", *The Atlantic*, 15 mars.

OSIMO D. (2021), "Policy 2.0 in the pandemic world: What worked, what didn't and why", *The Lisbon Council*, 8 mars.

RONAI M. (2020-2021), publications sur le blog https://quelleforcesanitaire.blogspot.com/

SICART D., THIEULIN B., RONAI M., BEAUVALLET G. & PÈNE S. (2020), « Pour faire la guerre au virus, armons numériquement les enquêteurs sanitaires », *Libération*, 26 avril.

SORIANO S. (2020), *Un Avenir pour le service public*, Odile Jacob.

Géopolitique d'une pandémie à l'ère numérique

Par **Benjamin PAJOT**
et **Henri VERDIER**
Ministère de l'Europe et des Affaires étrangères

La crise du Covid-19 est la première grande pandémie du XXIe siècle, et nous n'avons pas fini d'en analyser les conséquences. Parmi d'innombrables enseignements, elle a constitué le premier test majeur de la capacité du « numérique » à nous permettre de répondre à une crise mondiale. Cette crise a fait naître de grands espoirs, suscité de nombreuses convoitises et provoqué des confrontations géopolitiques, avant de déboucher sur ce qui sera probablement la première leçon d'humilité de la révolution numérique.

Nous avons en effet entendu bien des récits sur la « numérisation accélérée » des entreprises et des administrations, nous avons reçu bien des promesses de « nouveau monde », certains pays et certaines entreprises se sont précipités pour vanter la supériorité de leurs modèles ou de leurs solutions, et pourtant l'observateur attentif notera probablement que cette pandémie aura surtout été marquée par :

- l'inutilité du numérique arrogant, celui qui prétendait monter jusqu'au ciel : malgré les promesses initiales de l'IA, du *big data* ou de l'Internet des objets, nos sociétés ont progressivement tourné le dos à ce solutionnisme technologique, et redécouvert la nécessité, face à une crise majeure, du "*staff and stuff*" : soignants, personnels, matériels, masques, respirateurs, et capacités de production industrielle ;
- l'adoption rapide d'un numérique de grande consommation (bureautique, visioconférences, *e*-commerce), quand il pouvait se prévaloir d'usages clairs et stabilisés ;
- et surtout, invisible aux analystes de Wall Street, les progrès d'un numérique humble et quotidien (réorganisations du travail, solidarités de voisinage, réunions de famille virtuelles, nouvelles pratiques culturelles).

Du point de vue géopolitique, la pandémie offre une autre leçon frappante : cette première crise mondiale du siècle, loin de susciter solidarité et coopération, a plutôt évolué en un affrontement de modèles et en bataille de narratifs, qui ont rapidement tourné court, mais laissé chaque bloc encore plus isolé dans sa propre logique.

Le Covid-19, première pandémie massive du XXIe siècle

Le Covid-19 n'est pas la toute première pandémie du XXIe siècle. Le SRAS, qui causa 774 morts en 2003, puis le H1N1, qui, selon le *Lancet*, causa entre 150 000 et 575 000 morts en 2011, avaient déjà conduit l'Organisation mondiale de la santé (OMS) à décréter l'état de pandémie.

Mais le Covid-19, beaucoup plus virulent et dix fois plus mortel que le H1N1, a déjà causé la mort de plus de trois millions de personnes. C'est une autre affaire. Il représentait, début 2020, une menace globale, dont la gravité était évidente, et dont il aurait été bien difficile de dire si le risque ne dépassait pas tout ce qui avait été connu auparavant. Rappelons par ailleurs que, si nous écrivons ces lignes à l'heure où la planète se bat pour accéder aux vaccins, il était parfaitement probable, début 2020, que la recherche d'une solution exige une dizaine d'années.

Une telle menace aurait pu appeler une réponse universelle, en vertu d'une solidarité internationale, ou au minimum en raison d'intérêts économiques convergents, hérités de plusieurs décennies de mondialisation néolibérale. Au contraire, la crise a révélé la forte crispation des relations internationales et la fragilité du système multilatéral actuel (ce dont l'OMS a été l'incarnation par excellence), et a rapidement débouché sur un choc de modèles. Car à mesure que chaque État déployait ses efforts pour lutter contre la pandémie, plusieurs stratégies nationales bien marquées, et parfois profondément divergentes, se sont dessinées.

Nous nous limiterons dans ces lignes à la manière dont ce choc des modèles s'est illustré dans le champ technologique, marquant ainsi l'entrée dans l'ère du « technonationalisme ». Depuis plusieurs années déjà, le monde s'inquiétait de la guerre technologique dans laquelle s'étaient engagés Washington et Pékin, et dont Donald Trump fut le spectaculaire porte-parole. Cet affrontement n'est donc pas neuf, mais la pandémie en a provoqué un réel durcissement.

La confrontation de modèles sociaux

Le premier choc fut probablement un choc de représentations politiques. L'Europe a son histoire de pandémies, qui a nourri son imaginaire propre, avec ses confinements, ses masques à bec d'oiseau et... ses restrictions nécessaires des libertés. L'Asie a le sien, plus collectif. Chacun pressentit rapidement que les deux visions s'affronteraient.

Le débat s'ouvrit en France avec une phrase étrange du tout nouveau ministre des Solidarités et de la Santé, Olivier Véran, lors de sa première interview. Après avoir salué les efforts de santé publique de la Chine, il déclara : « Je ne suis pas sûr que ce serait possible de réaliser tout cela dans un pays dans lequel les réseaux sociaux seraient ouverts ». Curieux propos venant d'un ministre qui ne manifesta pas particulièrement, ensuite, de pulsion de censure. Et c'est ce qui le rend instructif : un médecin respecté, un ministre respectable, prenant ses fonctions, arrive avec la peur que la liberté de parole, les "*fake news*" et le « complotisme » qui caractérisent les réseaux sociaux anéantissent tous les efforts de santé publique. D'où lui viennent cette crainte et cette comparaison ?

En Chine, la gestion du Covid-19 constitua une véritable revanche pour le Parti communiste chinois (PCC), traumatisé par le double épisode du SARS de 2003 et surtout de la grippe A (H1N1), lors de laquelle l'OMS avait mis les autorités en porte-à-faux en déclarant l'état de pandémie malgré les dénégations du PCC.

Ce dernier, après avoir minimisé dans un premier temps la gravité de l'épisode actuel, s'empressa, dès qu'il s'aperçut que les pays occidentaux peinaient, contre toute attente, à maîtriser la progression de la pandémie sur leur sol, de promouvoir activement son modèle de lutte contre le virus. Ce modèle était fondé en grande partie sur la mobilisation des grandes entreprises technologiques chinoises, notamment dans les provinces reculées où l'État central n'avait pas toujours réussi à organiser la réponse. Fournissant des solutions de traçage (applications), de contrôle (QR-codes) et de livraison à distance (drones), les géants chinois contribuèrent ainsi directement à dessiner une réponse nationale ayant par la suite fait l'objet d'une intense propagande. Celle-ci fit du contrôle social numérique des populations un atout maître, et la crise permit des expérimentations susceptibles de se pérenniser au niveau local (comme à Hangzhou, où les dispositifs de traçage numérique et de suivi sanitaire sont aujourd'hui rendus permanents) comme national (par le biais du renforcement du système de crédit social).

Cette réelle efficacité de la réponse chinoise (en tous cas au regard des critères de mortalité et de maîtrise des foyers épidémiques) troubla les démocraties, pour la plupart dépassées par les événements. La première réponse vint toutefois des démocraties de la région, signe que l'Asie de l'Est ne porte pas le même regard que nos sociétés sur les nouvelles technologies. Taiwan, la Corée

du Sud et dans une moindre mesure le Japon, déployèrent chacun à leur manière une gestion « techniciste » de la pandémie, appuyée sur le numérique et sur les gains de réactivité qu'il peut offrir, tout en assurant de réelles garanties du respect des libertés individuelles, parfois éloignées des standards occidentaux mais différant réellement des méthodes chinoises. Dans des sociétés marquées par de précédentes pandémies et par d'autres acceptions des principes de solidarité nationale et de responsabilité individuelle, le numérique contribua ainsi à une gestion plus efficace de la crise.

En revanche, nos sociétés occidentales, probablement victimes d'une certaine arrogance, se retrouvèrent rapidement confrontées à leurs vieux démons : gestion bureaucratique, verticalité de la décision, lenteurs administratives, défiance envers la société civile (certains ont rappelé à cette occasion que la grande école d'épidémiologie française était l'héritière d'une médecine « coloniale », forgée pour protéger des populations mal connues et mal comprises), défiance en retour de la société civile envers les autorités publiques, rejet de certains dispositifs technologiques, etc. S'y déroula rapidement un débat feutré sur la possibilité de prendre des mesures de restriction des libertés en démocratie, sur le biopouvoir, l'infantilisation et le contrôle social. De fait, l'« hygiénisme » du XXIe siècle se cherche encore.

La bataille des applications de traçage

En quelques semaines, la confrontation des imaginaires stratégiques convergea sur la question des applications de traçage, supposées aider à retrouver les cas contacts.

Ce débat fut largement importé d'Asie. Dans la stratégie « zéro virus », généralement adoptée dans la zone, le repérage immédiat, au cas près, des patients et de leurs cas contacts est essentiel. Mais dans les stratégies d'endiguement adoptées par tous les pays d'Europe, qui font que tout un chacun croise, tôt ou tard, la route d'un malade, la nécessité de ces applications est beaucoup moins évidente.

En Asie en revanche, même si les moyens techniques étaient parfois plus rudimentaires que les solutions imaginées par les Européens (les Coréens par exemple ont surtout utilisé la géolocalisation des téléphones, des tableurs Excel et parfois des bracelets électroniques), ces solutions firent florès. Singapour, en particulier, qui a fait de la modernité un marqueur fort, a consacré de réels efforts à promouvoir le code source ouvert de son application, certes non sans polémique ultérieure lorsqu'il fut proposé d'autoriser la police à utiliser les résultats de cette application.

Sous pression communicationnelle, l'Europe se sentit tenue de déployer ses propres dispositifs, bien décidée à montrer que le respect de la vie privée n'était pas une entrave à l'innovation ni à l'efficacité sociale. Elle s'engagea donc dans la voie des applications de traçage de contacts rendus anonymes. Le succès fut incertain : d'une part, il est quasiment impossible d'assurer l'inviolabilité totale d'un dispositif qui, *in fine*, doit être capable d'adresser un message aux cas contacts ; d'autre part, dans la précipitation, et sous le feu des polémiques, les équipes projet, dans la plupart des pays d'Europe, ont fini par sacrifier l'efficacité sanitaire. Mais surtout, cet épisode montra la difficulté, pour l'action publique, de piloter un projet en se concentrant en permanence sur son impact. À force de tenter de concilier les inquiétudes des uns et des autres, mais aussi de gérer les propositions de contribution des différents services et des entreprises nationales, le projet français, par exemple, perdit peu à peu une grande part de la pertinence sanitaire à laquelle il aurait pu prétendre.

Cette bataille des applications de traçage fut aussi une défaite pour la souveraineté numérique européenne. En effet, la question de savoir si une application pourrait exiger l'activation du Bluetooth sur téléphone, en activant directement le système d'exploitation, devint rapidement

centrale. On en comprend l'intérêt, mais on comprend également l'inquiétude des entreprises technologiques à accepter d'autoriser un État à activer des fonctionnalités à distance. Avec un tel précédent, de nombreux États, moins soucieux des libertés fondamentales que le nôtre, pourraient envisager des applications très inquiétantes. Apple et Google profitèrent de ce débat pour proposer une technologie qui était dans leur feuille de route (présentant une fonctionnalité très utile à la publicité géolocalisée, mais dont le développement était ralenti par des interrogations concernant aussi bien la protection de la vie privée que les règles contre les ententes). Au passage, bien entendu, ils conservaient le monopole d'accès au système d'exploitation. Dans cette controverse, la France, qui voulait un droit d'accès souverain au système d'exploitation, fut progressivement lâchée par l'ensemble des pays européens, et se retrouva donc avec une application non interopérable avec celle de ses partenaires. Visiblement, la question de la souveraineté numérique européenne manque encore à la fois d'un cadre conceptuel solide quand on en vient aux décisions techniques, et d'un cadre d'élaboration au sein des 27. Espérons au moins que tous les enseignements possibles seront tirés de cet épisode, notamment dans le cadre de l'élaboration du futur passeport sanitaire.

Cette bataille des applications de "*contact tracing*", au demeurant, n'est que la partie la plus visible d'une offensive généralisée des acteurs techno-sécuritaires, qui ont tenté de saisir l'occasion de cette crise pour s'implanter sur de nouveaux marchés.

La « pagaille informationnelle »

Alors que le monde se confinait progressivement, l'afflux d'informations contradictoires, anxiogènes ou fausses fit rapidement craindre aux autorités l'impossibilité de faire adopter les gestes sanitaires et de garantir l'acceptabilité de leurs mesures. Le secrétaire général des Nations unies y alla de son concept, estimant que nous faisions face à une « infodémie » dommageable pour la réponse publique à apporter. Il visait principalement, pour sa part, les rumeurs et les inepties sanitaires, sachant combien la rumeur peut se révéler le pire danger en cas d'épidémie.

Non sans une dose d'opportunisme, les principaux réseaux sociaux firent montre d'activisme et prirent de multiples dispositions pour lutter contre les fausses informations, et pour manifester ostensiblement leur engagement. Mais dans un contexte de coïncidence avec l'élection présidentielle américaine (et le poids qu'y jouèrent à la fois les "*fake news*", les groupes complotistes et le Covid-19), cette question initialement sanitaire s'agrégea insensiblement à toutes les autres questions liées aux contenus problématiques. Comme on le vit par la suite, les entreprises de la Silicon Valley, au cours de l'année, firent sauter bien des verrous qui semblaient intangibles au pays du "*First amendment*".

Il se joua également dans le champ informationnel une bataille de diplomatie publique d'une rare virulence, exacerbée par la rivalité sino-américaine. Elle porta d'abord sur l'origine du virus, et se déplaça ensuite vers le choc des modèles. On peut noter à ce titre l'inflexion profonde de la posture chinoise, à l'appui des « loups combattants », ces diplomates chargés de répandre la propagande du PCC et de « défendre » l'image de la Chine avec une agressivité inégalée sur les réseaux sociaux. Pour autant, il ne faut pas se tromper de lecture : les « loups combattants » servirent avant tout des objectifs de politique intérieure et s'adressèrent surtout à Pékin, à l'opinion intérieure et aux diasporas. Ils traduisirent aussi la fébrilité d'une Chine mise sous pression par l'opinion publique internationale.

Dans cette cacophonie générale, la dénonciation de véritables manipulations de l'information, c'est-à-dire d'opérations secrètes menées par des acteurs étatiques, fit florès. Si de nombreux signaux faibles ont montré que certains États jouèrent des ambiguïtés inhérentes à ces opérations, il n'y eut pas de signe patent d'une opération étatique d'ampleur liée au Covid-19. Mais il n'en fut pas de même en matière d'espionnage, voire d'opérations « cyber ».

L'explosion des risques cyber

Car la bascule générale vers le numérique et le télétravail entraînèrent un accroissement sans précédent de la surface d'exposition aux risques cyber, sans même parler de l'abandon de bien des procédures de sécurité ou du recours à des solutions non orthodoxes. À l'explosion de la cybercriminalité (multiplication par quatre du nombre d'actes criminels en France entre 2019 et 2020 selon l'ANSSI – l'Agence nationale de la sécurité des systèmes d'information), qui toucha sans distinction aussi bien des infrastructures publiques (mairies, hôpitaux, universités…) que privées, s'ajouta une explosion de l'espionnage par des moyens cyber, dont on ne mesure probablement pas encore toute l'ampleur. Les récentes manifestations de ce phénomène aux États-Unis (comme l'affaire SolarWinds) invitent à le prendre très au sérieux, et font redouter de lourdes conséquences à venir sur les moyen et long termes.

La généralisation de la prise de conscience de ces risques donna naissance à un discours sur la nécessité de protéger à l'échelle internationale les infrastructures sanitaires, relayé par la société civile et même par certains groupes de *hackers* (« *hackers* éthiques »).

Pour la première fois, dans les négociations de textes onusiens (le texte sur la cybersécurité adopté en mars 2021 représentant l'un des premiers documents de consensus de l'histoire, négocié en ligne par 140 pays), le sentiment qu'il fallait « vraiment » s'assurer que personne n'irait trop loin était palpable.

En revanche, la confusion entre cybercriminalité (qui se combat par l'action coordonnée de la police et la justice) et l'action des États (supposée régie par le droit international), entre sabotage, espionnage, vol de propriété intellectuelle ou simple fraude, fut à son comble, engendrant une réelle nervosité, et donc de réels risques de surréaction et d'escalade.

L'accélération de la fragmentation d'Internet

Cette montée des périls et des tensions, et ces réflexes protectionnistes, voire technonationalistes, eurent naturellement pour conséquence une augmentation des menaces sur l'unicité d'Internet. On ne parle pas seulement ici des diverses formes de censures nationales, qui se sont développées dans quasiment tous les pays, à la grande inquiétude de la société civile. Le « repli sur soi » numérique a également permis l'accélération de certains agendas menaçant cette unicité d'Internet : progrès des propositions de Huawei à l'UIT (Union internationale des télécommunications) de concevoir un nouveau protocole TCP/IP plus stable… parce que plus centralisé et accessoirement plus facile à contrôler ; applications bannies des *stores* en fonction de la nationalité des entreprises les ayant conçues ; accélération du projet de RU.net (essentiellement : un DNS – *domain name system* – russe permettant d'isoler la plupart des internautes russes dans une bulle filtrée par les autorités) ; agressivité de la Chine et de la Russie contre le caractère multi parties-prenantes de la gouvernance de l'ICANN (*Internet corporation for assigned names and numbers*).

La crainte que le technonationalisme n'en vienne à menacer l'intégrité même de l'Internet que nous connaissons, et notamment son caractère unifié, neutre et ouvert, n'est plus une chimère. La réaction des États démocratiques, et singulièrement de l'Europe, devient indispensable.

Innovations et coopérations

Dans ce contexte de forte conflictualité, on doit quand même noter quelques belles initiatives numériques locales, ainsi que de premières ébauches de coopération internationale.

Au rang de ces succès numériques, on doit probablement compter… le développement des vaccins. La mise au point de plusieurs vaccins en moins d'un an provient certes de l'argent considérable investi par les États dans ces projets et de l'ardeur de la compétition pour un marché potentiel de 7 milliards d'humains. Mais elle aurait été tout bonnement impossible sans la profonde transformation du monde de la recherche, notamment sous l'angle du partage et du traitement des données.

De même, nul ne semble s'étonner *a posteriori* de la capacité qu'eut l'assurance maladie à mettre en place en quelques mois une application permettant de suivre tous les cas positifs.

En Inde, le programme « Digital India » (l'« État plateforme » à l'indienne), qui facilita en particulier la création d'une identité numérique pour quasiment chaque Indien, conjugué aux dispositions de la loi sur la sécurité alimentaire de 2013, permit d'assurer l'aide alimentaire de 650 millions de personnes malgré le confinement.

Çà et là, on vit fleurir des coopérations originales, souvent portées par les cercles de *makers* et la société civile (comme le JustOneGiantLab parisien qui développa, entre autres, des réactifs en *open source* et bon marché pour produire des tests dans le monde entier). L'OIF (Organisation internationale de la francophonie), appuyée par la Belgique et la France, créa ainsi un réseau d'entraide avec les innovateurs africains qui rassembla rapidement 5 000 innovateurs, responsables de *fab-lab*, entrepreneurs, chercheurs, et leur permit de soutenir des initiatives de production locale de masques, de respirateurs, ou des actions de sensibilisation.

En France, l'AP-HP (Assistance publique-Hôpitaux de Paris), après avoir développé l'application « Covidom », qui servit à suivre à domicile un million de patients, accompagna le développement par la Tunisie d'une version en langue arabe.

Ces exemples, prometteurs et riches d'enseignements, ne suffisent pourtant pas à infirmer le diagnostic d'une absence globale de coopération entre États, ou entre États et sociétés civiles. En particulier, et contrairement à d'autres questions (comme la gestion des vaccins), l'Europe numérique s'est révélée cruellement inexistante. Elle doit capitaliser sur cet échec et se (re)mettre rapidement en ordre de bataille, face à la multiplication des enjeux et l'accélération causée par la pandémie.

De nouveaux défis pour l'Europe

Alors que la nouvelle Commission européenne se veut profondément « géopolitique », les défis à relever pour l'UE sont encore plus nombreux aujourd'hui qu'à la veille de la pandémie. Celle-ci se doit tout à la fois d'assurer la résilience et la sécurité de ses infrastructures numériques (câbles sous-marins, 5G, *cloud*, etc.), de protéger ses citoyens face à la multiplicité des menaces ("*harmful content*", manipulations de l'information, risques cyber…), et de réduire ses dépendances technologiques de sorte à préserver son autonomie en matière de choix stratégiques.

Pour cela, l'Europe peut s'appuyer sur sa puissance normative, incarnée par une série de textes fondamentaux et prises de position (RGPD, DSA, DMA, DGA [1], annulation du "Privacy Shield", "5G cyber toolbox", futures lignes directrices en matière d'IA) amenés à régir le marché commun numérique et à influencer la régulation au niveau mondial.

Elle peut compter sur sa puissance industrielle en cours de restructuration (plans semi-conducteurs, quantique, satellites, 6G), de refinancement (20 % du Plan de relance seront dédiés

(1) RGPD : règlement général sur la protection des données ; DSA : "Digital Services Act" ; DMA : "Digital Markets Act" ; DGA : "Data Governance Act".

au secteur numérique) et de réadaptation face aux nouveaux défis stratégiques de ce siècle (ce dont témoigne son Plan d'action sur les synergies entre les industries civile, spatiale et de défense).

Elle peut enfin s'appuyer sur une ambition, celle de devenir une puissance de coopération, capable de proposer de véritables partenariats en matière de développement et de souveraineté numériques des États partenaires (notamment en Afrique et dans l'Indopacifique), aux antipodes de ce que propose la Chine *via* ses routes de la soie numériques.

Mais elle devra pour cela se constituer en acteur réel, développeur et exportateur de solutions, familier des communs numériques, habitué, d'abord en son sein puis avec ses grands partenaires, aux coopérations effectives. La crise du Covid-19 a prouvé qu'elle en était loin.

Conclusion

Révélatrice des tensions préexistantes sur la scène internationale, la pandémie a joué le rôle de catalyseur dans la polarisation technologique croissante entre Extrême-Orient et Occident, qui ne se réduit pas au seul affrontement sino-américain. Le fameux « pivot vers l'Asie » s'en trouve conforté, et nos démocraties occidentales, hantées par le spectre de leurs échecs, ont de fait reçu une leçon d'humilité. Elles devront trouver le bon équilibre entre s'inspirer davantage de modèles à l'efficacité éprouvée (Taiwan constituant un cas d'école) et préserver leur propre logiciel, valeurs et appréhension de ce qui est acceptable ou non en temps de crise.

Il leur faudra pour cela interroger toujours un peu plus leur rapport aux technologies numériques. Car le numérique ne doit pas être rendu responsable de notre incapacité à gérer cette crise efficacement : celle-ci tient avant tout à notre immaturité collective.

Au regard de la pandémie actuelle, force est de constater que la planète n'a pas beaucoup progressé depuis le Moyen Âge. L'aphorisme médiéval « pars vite, et reviens tard », avec tout ce qu'il comprend d'individualisme, reste d'une triste actualité. La crise a entraîné des dynamiques somme toute classiques de repli sur soi, restrictions des libertés, peur de l'autre et démagogie, dont le numérique a constitué une caisse de résonance et un amplificateur logique.

On peut se demander aussi s'il n'a pas également joué un rôle positif moins visible : vitesse de la réaction internationale, compréhension rapide des enjeux par les citoyens (la diffusion rapide de la cérémonie des applaudissements aux soignants). Mais ces résultats ne doivent pas cacher que le potentiel du numérique n'a pas réellement été mobilisé : nous n'avons pas su tirer parti de la disponibilité d'une infrastructure ouverte partagée par toute l'humanité, des possibilités de synchronisation et de partage de données, des possibilités de diffuser de la capacité d'action dans les zones les plus déshéritées… et n'avons pas su capitaliser sur les possibilités pourtant réelles de mobiliser et d'équiper la société civile.

Le Covid-19 n'est sans doute que la première pandémie du XXIe siècle : l'état dans lequel nous avons plongé la planète et l'organisation de nos échanges mondialisés laissent penser que nous en connaîtrons de pires. La prise de conscience de cette insuffisance de la réponse internationale et des dangers d'instabilité et de confrontation que nous avons connus, et l'organisation en vue de proposer de meilleures réponses à l'avenir, en ayant recours au numérique là et quand cela s'avère nécessaire, sont désormais notre responsabilité collective.

Résumés

09 Le numérique a-t-il aidé les Français à mieux vivre le confinement ?
Géraldine GUÉRILLOT, Soazig LALANCETTE et Pascal PLANTARD

En pleine crise sanitaire, les populations se retrouvent tour à tour confinées, pays par pays. Certaines luttent et souffrent du manque de contact physique, craignent le décrochage scolaire de leurs enfants, la perte de lien social, de leurs emplois, ou font faillite. D'autres télétravaillent et profitent de la multiplication des offres de contenus et des interactions en ligne pour s'enrichir et créer de nouveaux réseaux. Cette période très particulière fait écho au mythe du village planétaire que dépeignait Marshall McLuhan alors que de nombreuses frontières sont physiquement fermées, que les déplacements sont limités et contrôlés dans un processus de limitation des libertés qui n'est pas sans rappeler le Big brother du *1984* de Georges Orwell. Pour tenter de décrire « à chaud » ce qui nous arrivait à tous, le groupement d'intérêt scientifique (GIS) Marsouin a lancé, dès le printemps 2020, une enquête exceptionnelle baptisée « Capuni crise ». Elle avait pour but d'objectiver les évolutions des pratiques numériques pendant le confinement.

14 Éducation et inclusion numériques en temps de confinement
Pascal PLANTARD

Nous proposons dans cet article une analyse du confinement de 2020 en nous appuyant sur des données de recherches très récentes concernant les familles, les enseignants et les élèves. Constatant que cette situation a placé tous les acteurs éducatifs dans une situation inédite et difficile, nous dévoilons un engagement important des familles et des enseignants marqué néanmoins par les déterminants économiques, sociaux et culturels des exclusions scolaires et numériques. Notre article pointe aussi la détresse de la jeunesse de 2020 dans cette situation chaotique où les rituels de passage comme le baccalauréat n'ont pas fonctionné. Nous mettons en question un possible « effet Matthieu » du numérique éducatif favorisant les élèves et les familles déjà pourvus d'un important capital culturel numérique. Analysant les facteurs de l'engagement des acteurs éducatifs dans la continuité pédagogique, nous plaidons enfin pour le développement des approches par la « capabilité ».

26 Numérique de crise dans les collectivités locales : le rôle des infrastructures de la contribution
Louise GUILLOT et Yoan OLLIVIER

Dès le premier confinement en mars 2020, les collectivités locales se sont efforcées d'innover dans leur pratique. Dans ce contexte critique, de nouveaux modes de coopération sont apparus, la relation des institutions publiques aux usagers et aux citoyens s'est recomposée. De multiples innovations ont émergé – plateformes de mise en relation entre citoyens, plateformes d'appel aux habitants isolés, etc. Construites pour faire face à la crise, ces diverses réponses éclairent la manière dont le numérique a trouvé sa place dans cette période, et esquissent la place qu'il pourrait occuper demain, dans la perspective d'une action publique plus contributive. Nous proposons ici de revenir sur trois usages et détournements d'usage du numérique observés dans la crise. Nous verrons comment ces expériences rencontrent et outillent les transformations en matière de coproduction de l'action publique.

30 **Grandes entreprises et réponses à la crise : Télétravail, l'arbre qui cache la forêt**
Nicolas PETTE

Pour les grandes entreprises, la plus emblématique des réponses à la crise est bien le déploiement massif du télétravail. Mais le télétravail est l'arbre qui cache la forêt. Nous avons assisté à une accélération des transformations : adoption de nouveaux outils et développement des usages numériques, mise en cause du management intermédiaire et des modèles organisationnels traditionnels, demande d'autonomie et d'individualisation, réévaluation de l'importance des collectifs élémentaires du travail… Ces évolutions dessinent un nouveau modèle, mais ne vont pas sans poser des questions fortes. Nous proposons d'en retenir trois principales : derrière le « travail hybride », le défi de la cohésion et de l'équité ; derrière « l'entreprise étendue », le défi de la cohérence et de la manœuvrabilité ; derrière « l'entreprise engagée », le défi des contradictions. Cette « nouvelle question numérique » constitue sans nul doute l'horizon immédiat des prochaines années.

35 **Travail à distance, travail confiné ?**
Amandine BRUGIÈRE, Édouard ROBIN et Karine BABULE

La crise sanitaire a développé de façon accélérée les pratiques de travail à distance, et les usages numériques au travail. Mais les difficultés rencontrées par les individus ou les collectifs de travail soulignent combien ces usages ne sont pas qu'une problématique technologique relevant de compétences techniques, mais également une dynamique sociale et organisationnelle. Vue essentiellement comme un facteur de performance ou de « résilience » au travail, la transformation numérique des entreprises peut aussi être un réel facteur de risques professionnels et de fragilités organisationnelles, si elle n'est pas suffisamment pensée et concertée. En partant d'une situation concrète de transformation du travail pendant la crise pandémique, nous proposons dans cet article de décrire en quoi le travail à distance constitue un modèle organisationnel spécifique, qui nécessite de repenser tout le système d'interactions au cœur du *process* de travail, et en particulier les formes d'inclusion numérique.

40 **Logistique urbaine et pandémie de Covid-19**
Laetitia DABLANC

L'effet de la pandémie de Covid-19 sur la logistique urbaine est considérable. Du côté de la demande, on a vu une forte accélération des commandes en ligne (concernant tous les âges et toutes les catégories socio-professionnelles - CSP), le développement de l'offre multicanale des commerces, de nouveaux services de livraison développés par les restaurants et, d'une façon générale, un usage renforcé des technologies (applications sur *smartphones*) pour gérer les logistiques sectorielles et domestiques. Du côté de l'offre, l'adaptabilité et la flexibilité se sont révélées remarquables malgré l'imprévisibilité des commandes et les nouvelles exigences des clients. Les algorithmes sont de plus en plus sophistiqués pour optimiser les activités de livraison tandis que les opérateurs accélèrent leur transition vers des logistiques urbaines plus durables (véhicules électriques de livraison et vélos-cargos). Les villes elles-mêmes ont appris des bouleversements apportés par la pandémie pour faire davantage de place aux questions du transport des marchandises et d'immobilier logistique dans leurs plans d'action.

47 Réseaux : réactions et adaptation à la charge et au confinement
Aurore TUAL et Laurent TOUSTOU

La crise sanitaire de la Covid-19, en particulier pendant le confinement du printemps 2020, a eu de forts effets sur les usages et les réseaux. Une augmentation importante de trafic (d'environ 30 % pendant le premier confinement) a notamment pu être constatée. Cette situation a tout d'abord posé un certain nombre de questions sur le fonctionnement d'Internet : le dimensionnement des réseaux était-il suffisant pour supporter l'augmentation de trafic liée à la crise ? Quelles bonnes pratiques adopter pour qu'Internet continue à fonctionner ? Comment garantir le respect de la neutralité du Net dans cette situation exceptionnelle ? Cette crise inédite nous a aussi rappelé à quel point les réseaux sont indispensables à la vie du pays, et qu'ils doivent donc continuer à être un « bien commun ». La mise en place des solutions de traçage des contacts pour lutter contre l'épidémie a remis en avant le caractère incontournable des systèmes d'exploitation et a reposé la question d'étendre le principe d'ouverture d'Internet à ces acteurs. L'explosion des usages numériques pendant cette période a également renforcé le besoin d'approfondir l'analyse de l'impact environnemental de cet écosystème, et de s'inscrire dans un numérique plus soutenable pour l'environnement.

52 La numérisation à marche forcée du système de santé face à la Covid-19
Maurice RONAI

La pandémie de Covid-19 est la première crise sanitaire gérée numériquement. De bout en bout. Enfin presque. Et souvent, dans la douleur.
Pour désengorger le 15, le SAMU et les hôpitaux, pour gérer les ressources (lits, médicaments, renforts, tests…), pour partager (localement, régionalement) ou remonter nationalement les données, les hôpitaux, les services d'urgence, les agences, les médecins de ville ont basculé, à marche forcée, dans le numérique. Et, à leur suite, les patients.
Tel un *crash test*, cette crise a mis en relief la tentation de traiter chaque enjeu par un système d'information spécifique, des manques cruels d'interopérabilité et l'importance des chantiers, comme l'identifiant national de santé (INS) ou celui d'espace numérique de santé (ENS), prévus dans la feuille de route du numérique en santé « Accélérer le virage numérique ». Une feuille de route dont la crise sanitaire n'a pas ralenti le déploiement.

62 La construction accélérée d'un système d'information épidémiologique
Maurice RONAI

L'émergence du SARS-CoV-2 a pris de court le système de surveillance épidémiologique. Il a fallu, en quelques semaines, adapter des systèmes d'information déjà existants, les faire converger, mais aussi en créer de nouveaux, de toutes pièces, et en urgence.
Autant de systèmes d'information, d'applications, de questionnaires et d'enquêtes qui ont, progressivement, permis de rendre visibles les tensions hospitalières, la mortalité, la circulation virale, sa cinétique et sa répartition géographique, les *clusters*, le déploiement des campagnes de tests, puis celui de la campagne vaccinale, l'émergence ou la propagation des variants.
Même si des zones d'ombre subsistent, même si des *bugs* surviennent fréquemment, ces données et ces indicateurs permettent désormais, tant bien que mal, aux responsables nationaux et locaux de prendre des décisions informées, de répondre à la demande du public, de la communauté scientifique, des médias, et des professionnels de santé. Et de nourrir le débat public.

73 **L'*open data* de crise : entre mobilisation citoyenne et communication gouvernementale**
Simon CHIGNARD

La crise sanitaire actuelle constitue un cas d'école de l'ouverture des données (*open data*) en tant que politique publique. En s'appuyant sur une chronologie des actions mises en œuvre entre mars 2020 et mars 2021 en France et à l'étranger, cette contribution explore la relation entre gouvernements et société civile dans la mise à disposition et l'exploitation des données. La crise sanitaire illustre aussi les tensions de l'*open data*, entre transparence des données et redevabilité de l'action publique : ouvrir des données est-il suffisant pour rendre compte de ses actions ? Le rôle des nouveaux médiateurs issus de la société civile, à l'image de la plateforme « CovidTracker », est ici discuté et analysé au prisme de la confiance entre les décideurs publics et les citoyens.

78 **Des usages de Twitter en temps de pandémie : circulation des connaissances, agit-prop et controverses enflammées**
Vincent GLAD

Jamais sans doute la science n'a eu tant d'effet sur la vie de la cité. Dans un contexte de pandémie où chaque nouvelle découverte peut bouleverser le quotidien de millions de personnes, la circulation de l'information scientifique est un enjeu majeur. Tant pour partager leurs connaissances que pour effectuer une veille sur le Covid-19, de nombreux scientifiques se sont convertis au réseau social Twitter à l'occasion de cette pandémie. L'usage de cet outil a élargi le champ de l'expertise scientifique, et permis des avancées majeures sur certains sujets comme la transmission aérienne du virus, ainsi que la remise en cause d'études controversées. La place qu'a prise Twitter dans cette crise, concomitante de l'explosion des *preprints* (productions scientifiques mises en ligne avant la phase de relecture par les pairs), met en question le statut de ces écrits non évalués par les pairs : la production scientifique n'a jamais été aussi accessible, mais son contrôle qualité n'a jamais été aussi faible.

82 **Le grand récit qu'il fallait à l'*open science* ? Quand une pandémie invente la biologie d'urgence**
Sophie PÈNE

Dès janvier 2020, les publications scientifiques ont augmenté dans les nombreux domaines de recherche concernés par la pandémie. L'*open science*, et ses compléments, l'*open knowledge*, l'*open data* et l'*open source*, ont joué un rôle considérable dans cette science d'urgence. Ses standards largement adoptés ont favorisé les transferts rapides vers la pratique clinique. Ses capacités de bibliométrie, de *data analyse* et *data science*, en ont fait la « métascience » de cet épisode scientifique inédit. Les résultats montrent qu'elle n'a favorisé à ce stade ni les collaborations nouvelles ni la qualité scientifique. Mais les sciences participatives et citoyennes ont tiré un profit direct des informations et données partagées. La place de l'*open science* dans un tel événement rappelle le besoin d'une politique incitative incluant une politique de données novatrice, et la reconnaissance des sciences participatives comme une ressource interdisciplinaire et interculturelle nécessaire aux questions complexes qui, comme la pandémie de Covid-19, vont s'accuser dans les changements environnementaux auxquels les sciences et toute la communauté sociale se préparent.

89 Des visières à haut débit : un regard sociologique sur la mobilisation des *makers* face à la crise sanitaire
Léo CHALET, Maxence DUTILLEUL, Volny FAGES et Émile GAYOSO

Au printemps 2020, peu après l'annonce du premier confinement, un large mouvement de solidarité a mobilisé la communauté des *makers* qui s'est rapidement auto-organisée pour produire du matériel médical. Leur action la plus spectaculaire fut la production et la distribution gratuite, en quelques semaines, de centaines de milliers de visières de protection aux populations les plus exposées. Ce texte retrace l'émergence du mouvement en soulignant le rôle central joué par les dispositifs numériques dans l'organisation de l'action, dans la nature des échanges qui ont accompagné celle-ci, et dans la construction d'un espace public numérique convivial malgré la situation de confinement qui empêche les rencontres en face-à-face. Par des usages détournés de plateformes préexistantes, les *makers* se sont approprié des outils numériques, adaptant leur utilisation aux besoins et aux contraintes émergeant au fil de la crise.

95 Wikipédia face à la crise sanitaire
Sandrine BUBENDORFF et Caroline RIZZA

Les analyses présentées ont été menées dans le cadre de deux projets de recherche portant sur la manière dont l'information est créée et circule sur les médias sociaux lors d'un évènement majeur. Nous nous intéressons ici à l'usage de Wikipédia. En nous appuyant sur une méthodologie mixte d'entretiens semi-directifs et d'analyse ethnographique des pages de l'encyclopédie en lien, notamment, avec la pandémie de Covid-19, nous avons pu mettre en évidence de quelles manières les savoir-faire en matière de recherche et de vérification de l'information de ses contributeurs sont mobilisés en temps de crise pour proposer un sens à l'événement en cours. Dans cet article, nous proposons une synthèse de ces résultats.

101 La crise a-t-elle renforcé les GAFAM ?
Dominique NAMUR et Joëlle TOLEDANO

Fin 2020, les performances boursières des GAFAM (Google, Apple, Facebook, Amazon et Microsoft) ont paru traduire les ruptures introduites par la pandémie. Pourtant, l'étude détaillée des comptes financiers et des activités révèle que les performances de 2020 prolongent et amplifient des tendances à l'œuvre, tout en favorisant les activités portées par la crise sanitaire. Apple et Amazon sortent grands gagnants alors que Facebook et Google font un peu moins bien qu'une tendance clairement favorable aux grands acteurs du numérique. La concurrence entre GAFAM s'exerce surtout aux marges des activités historiques, chaque acteur se différenciant sur les marchés très dynamiques. Ils peuvent être aussi en concurrence sur leurs relais de croissance avec quelques *pure players* portés par la pandémie, certes solides mais bien plus petits. Alors que le diagnostic du pouvoir de marché des GAFA est largement partagé, la remise en cause de leur hégémonie viendra-t-elle des États confrontés à des acteurs qui paraissent incontrôlables ?

106 Pertinence et diffusion des communs en temps de pandémie
Valérie PEUGEOT

Les dynamiques de communs, appuyées sur des infrastructures numériques, font preuve de réactivité pour répondre à de nombreuses difficultés soulevées par la Covid-19, de la fourniture de matériel sanitaire au partage des recherches médicales et épidémiologiques, en passant par les besoins d'une école sans école. Au-delà, elles nous invitent à rouvrir la question des modes de partage et de circulation des connaissances, notamment en matière de vaccin, condition d'une sortie par le haut de la pandémie et d'une solidarité internationale.

111 Covid-19 : le volontarisme numérique public au pied du mur
Godefroy BEAUVALLET et Maurice RONAI

Que peut-on dire du numérique public français à travers sa mobilisation pendant la crise sanitaire ? Après 25 ans de volontarisme numérique au service de la transformation publique, la crise a bousculé tous les paradigmes nationaux. En France, elle a accéléré l'appropriation du numérique par les administrations, un rattrapage qui n'a pas toujours été propice à l'innovation. Les faiblesses structurelles du numérique français rendues visibles par la crise sont le manque de compétences de développement, la persistance d'une approche budgétaire de ses apports, la recherche de « solutions » plutôt que la construction d'une capacité. La coproduction des services publics avec la société civile, objectif affiché depuis des années dans les feuilles de route du numérique public français, est restée marginale, voire a régressé. Enfin, l'exigence de l'Europe en matière de protection des données personnelles est parfois accusée d'avoir entravé la lutte contre la Covid-19, ce qui conduit à s'interroger sur la manière de préserver le RGPD à l'avenir.

120 Géopolitique d'une pandémie à l'ère numérique
Benjamin PAJOT et Henri VERDIER

Première grande menace globale du siècle, la pandémie de Covid-19 aurait pu susciter un effort de coopération numérique sans précédent. Pourtant, elle a au contraire donné lieu à un regain de concurrence entre modèles nationaux, à de grandes batailles de narratif et à de nouvelles menaces sur la gouvernance mondiale d'Internet. L'analyse de cette séquence est indispensable pour nous préparer aux prochaines crises.

Abstracts

09 Has digital technology helped the French live with "confinement"?
Géraldine GUÉRILLOT, Soazig LALANCETTE & Pascal PLANTARD

In the midst of a global health crisis, the populations of the world find themselves in turn confined, one after the other. Some struggle and suffer from the lack of physical contact, fear that their children will drop out of school, fear to lose their social ties, lose their jobs, or to go bankrupt. Others telework and take advantage of the multiplication of content offers and online interactions to enrich themselves and create new networks. This very particular period echoes the myth of the global village depicted by Marshall McLuhan, while many borders are physically closed, while movements are limited and controlled in a process of limitation of liberties that is reminiscent of the Big Brother of George Orwell's *1984*. In order to try to describe "on the spot" what was happening to all of us, the scientific interest group GIS Marsouin launched, in the spring of 2020, an exceptional survey called "Capuni crisis". Its aim was to objectivize the evolution of digital practices during the lockdown.

14 Digital education and inclusion during the lockdown
Pascal PLANTARD

This article proposes an analysis of the 2020 lockdown in France, based on very recent research data on families, teachers and students. Noting that this situation has placed all educational actors in an unprecedented and difficult situation, it reveals an important commitment of families and teachers marked nevertheless by the economic, social and cultural determinants of school and digital exclusions. It also points out the distress of the 2020 youth in this chaotic situation where passing rituals such as the "baccalaureate" did not work. It questions a possible "Matthew effect" of the educational digital technology favoring students and families already endowed with significant digital cultural capital. Analyzing the factors of the commitment of the educational actors in the pedagogical continuity, it finally pleads for the development of approaches through capability.

26 Digital technology and local authorities during the health crisis: Infrastructures of contribution
Louise GUILLOT & Yoan OLLIVIER

During the first lockdown (*confinement*) in March 2020, local authorities tried to adopt innovative practices. New forms of cooperation arose, and the relations of public institutions with users and citizens were reworked. Among the many innovations were platforms for interconnecting citizens, contacting the isolated, etc. These responses, designed to cope with the crisis, are evidence of how digital technology has come to establish its position in this context and of the place it will occupy in the perspective of more contributive public actions tomorrow. This review of three uses (and repurposed uses) of this technology during the pandemic shows how these experiences join up with, and equip, changes related to the coproduction of public actions.

30 **Big firms and responses to the crisis: Telework, the tree hiding the forest**
Nicolas PETTE

For big firms, the massive recourse to "telework" has been the most emblematic response to the health crisis. E-work is, however, the tree that keeps us from seeing the forest. Changes are accelerating: the adoption of new tools, the growth of digital uses, the challenges to middle management and traditional organizational forms, the demand for autonomy and individualization, the re-evaluation of the importance of elementary work groups, etc. These trends outline a new model that bears several important questions. Three of them are brought under discussion: underlying "hybrid work" is the question of cohesion and fairness; underlying the "extended firm" is the question of coherence and maneuverability; underlying the "firm with commitment" is the question of contradictions. Beyond any doubt, these "new questions" will figure on the agenda during the coming years.

35 **Work at home, confined work?**
Amandine BRUGIÈRE, Édouard ROBIN & Karine BABULE

The crisis has accelerated the development of remote work practices and digital uses at work. But the difficulties encountered by individuals and work groups underline the fact that these uses are not only a technological issue, but also a social and organizational dynamic. Seen essentially as a factor of performance or "resilience" at work, the digital transformation of companies can also be a real factor of professional risks and organizational fragility if it is not sufficiently thought out and concerted. Starting from a concrete situation of work transformation during the pandemic crisis, this article proposes to describe how remote work constitutes a specific organizational model, which requires rethinking the whole system of interactions at the heart of the work process, and in particular the forms of digital inclusion.

40 **The urban supply chain and the Covid-19 pandemic**
Laetitia DABLANC

The impact of the Covid-19 pandemic on urban logistics has been considerable. During the first lockdown, on the demand side, online orders grew very quickly (regarding all ages and categories of customers), multi-channel services from shops were introduced, new delivery services were developed by restaurants and, in general, there was a clear increase in the use of technology (smartphone applications) to manage sectoral and domestic logistics. On the supply side, adaptability and flexibility proved and have kept proving to be remarkable despite the unpredictability of orders and new customer demands. Algorithms for optimizing deliveries are becoming increasingly sophisticated. Operators accelerate their transition to more sustainable urban logistics (electric delivery vans, cargo bikes). City authorities themselves have learned from the pandemic to make more room for freight transportation and logistics real estate issues in their strategies.

47 **Network reactions and adaptations: The load and the lockdown**
Aurore TUAL & Laurent TOUSTOU

The Covid-19 crisis, especially the subsequent lockdown in spring 2020, had a tremendous impact on uses and networks. An important increase in Internet traffic (as much as 30% during the first lockdown) was for example observed. This situation raised a number of

questions about the Internet's operation: were the networks properly scaled to handle the surge in traffic related to the crisis? What are the best practices to enable the continuity of Internet? How to guarantee compliance with net neutrality rules during this exceptional situation? This unprecedented crisis also provided us with a stark reminder of how indispensable networks are for the life of the country and the extent to which networks must remain a "common good". The development of contact-tracing solutions, to help fight the spread of the epidemic, also confirmed the decisive role played by the operating systems and raised again the question of extending the principle of an open Internet to include these actors. The spike in digital uses during this period also reinforced the need to achieve a deeper analysis of this ecosystem's environmental impact, and to control digital technology's environmental footprint.

52 The health-care system's forced march to digitization during the Covid-19 pandemic
Maurice RONAI

The Covid-19 pandemic is the first health crisis to be managed using electronic technology, from start to finish (or nearly so), and often under much strain. Whether to unblock emergency services, the national hotline or hospital services, to manage resources (beds, drugs, personnel, tests, etc.), to share (locally or regionally) or to report data to national authorities, the switch to digital technology has been forced upon hospitals, emergency services, health-care agencies and private practitioners, and, in their wake, patients. Like a crash test, the pandemic has cast a stark light on the glaring lack of interoperability and the temptation to assign each "issue" to a specific information system while underlining the importance of projects already under way, such as the "national health-care identifier" (INS) or the "digital health-care space" (ENS) foreseen in the roadmap for speeding up the transition toward "digital health" — a roadmap that the current health crisis has not slowed down.

62 An accelerated construction of a system of epidemiological information
Maurice RONAI

The outbreak of SARS-CoV-2 caught the system for monitoring epidemics unawares. Within a few weeks, existing information systems had to be adapted and brought to converge; and new ones, to be set up from scratch in an emergency. All these information systems, software programs, questionnaires and surveys gradually delivered information about: the circulation of the virus (its geographical distribution, clusters), the rollout of campaigns for testing the population, mortality, the spread of new variants, strained services in hospitals…. Although problems frequently cropped up in information systems and gray areas still subsist, these data and indicators now, for better or worse, enable national and local authorities to make informed decisions and respond to demands from the public, the scientific community, the media and health-care professionals. They are worthy of a public debate…

73 Open data during the pandemic: Between the mobilization of citizens and communications from the government
Simon CHIGNARD

The Covid-19 pandemic is a textbook case of open data as a public policy. Based on a chronology of actions implemented between March 2020 and March 2021 in France and

internationally, this paper explores the relationship between governments and civil society in the provision and exploitation of data. The health crisis also illustrates the tensions of open data, between data transparency and accountability of public action: is opening data enough for a government to account for its actions? The role of new mediators from civil society, such as the CovidTracker platform, is discussed and analyzed in terms of trust between public decision-makers and citizens.

78 Uses of Twitter during the pandemic: The circulation of knowledge, agit-prop and viral controversies
Vincent GLAD

Science has probably never had such an impact on our lives. During a pandemic, when each new discovery affects the everyday lives of millions of people, a key issue is the circulation of scientific information. Many scientists switched to Twitter to share knowledge or monitor Covid-19. The use of this social media broadened the field of scientific expertise, thus making possible both major advances on certain topics (*e.g.*, airborne transmission of the virus) and critiques of controversial studies. Concomitant with the explosion of "preprints" (scientific reports posted on line prior to peer review), the place occupied by Twitter during the pandemic leads us to question the status of these unreviewed articles. Never have scientific studies been so available, nor has the control of their quality ever been so weak.

82 The big story that open science was waiting for? When a pandemic invents emergency biology
Sophie PÈNE

As of January 2020, scientific publications have increased in connection to the areas affected by the pandemic, particularly in the biomedical sciences. Open science, open knowledge, open data, and open source have all played a considerable role in this emergency science. Its widely adopted standards have facilitated rapid transfer to clinical practice. Its bibliometrics, data analysis and science have made it the "metascience" of this unprecedented scientific episode. At this stage, it has not favored new collaborations nor scientific quality. But participatory and citizen sciences have benefited directly from the shared information and data. The place of open science in such a calamity reminds us of the need for an incentive policy including an innovative data policy, and the recognition of participatory sciences. Covid-19 had the positive effect of proving how efficient open science is; no doubt that this is the beginning of a long story. Open science and participatory sciences will accompany the mutations of societies facing serious crises.

89 Visors by broadband: A sociological look at the mobilization of makers during the health crisis
Léo CHALET, Maxence DUTILLEUL, Volny FAGES & Émile GAYOSO

Last spring, shortly after the announcement of the first lockdown, a large solidarity movement mobilized the community of makers who quickly self-organized to produce medical equipment. Their most spectacular action was the production and free distribution, within a few weeks, of hundreds of thousands of protective face shields to the most exposed populations. This text traces the emergence of the movement by underlining the central role played by digital devices in the organization of the action, in the nature of the exchanges that accompanied it, and in the construction of a convivial digital public

space in spite of the lockdown context that prevented face-to-face meetings. Through an unusual use of pre-existing platforms, the makers got hold of digital tools, adapting them to the needs and constraints that emerged during the crisis.

95 Wikipedia and the health crisis
Sandrine BUBENDORFF & Caroline RIZZA

This article, which comes out of two research projects on how the social media create and circulate information during major events, focuses on Wikipedia. Thanks to a mixed methodology (semidirective interviews and a case study of the encyclopedia's webpages on, in particular, Covid-19), light is shed on how the know-how of the website's contributors is put to use, during a crisis, for handling questions related to research and verifying information so as to endow the event under way with a meaning. An overview of the results…

101 Has the pandemic reinforced GAFAM?
Dominique NAMUR & Joëlle TOLEDANO

At the end of 2020, the stock performance of GAFAM — Google, Apple, Facebook, Amazon and Microsoft — reflected the rupture wrought by the pandemic. However a detailed study of financial and business accounts reveals that the 2020 results were an extension and amplification of underway trends, while some activities were boosted by the health crisis. Apple and Amazon are the big winners, while Facebook and Google did somewhat less well in this overall trend that was clearly favorable to them. The competition between the GAFAM firms took place on the sidelines of their usual business activities, each player differentiating itself on very dynamic markets. These firms also compete over growth drivers with a few pure players who, buoyed by the pandemic, are solid but very small. While the diagnosis of GAFAM's marketing power is widely accepted, might governments not start challenging this hegemony, since these players seem uncontrollable?

106 Pertinence and diffusion of the commons during a pandemic
Valérie PEUGEOT

The dynamics of the commons, supported by digital infrastructures, are proving to be responsive to many of the difficulties raised by Covid-19, from the supply of sanitary materials to the sharing of medical and epidemiological research, via the needs of schooling without schools. Beyond that, they invite us to reopen the question of how to share and circulate knowledge, particularly in terms of vaccines, which is a prerequisite for a successful exit from the pandemic and for international solidarity.

111 Up against the wall: The support of French authorities for the digital transition during the Covid-19 pandemic
Godefroy BEAUVALLET & Maurice RONAI

After 25 years of the state's determination to boost digital technology for the transformation of public services, the pandemic has upended all paradigms. What can be said about this French policy with regard to the state's activism during the health crisis? In France, the pandemic has accelerated the adoption of digital technology by public administrations, but this catching-up has not always been conducive to innovation. The crisis has exposed the structural weaknesses of France in the field of digital technology: the lack of skills and qualifications, the persistence of a budgetary approach to appropriations, the quest for "solutions" rather than the effort to build up a capacity. The "coproduction of public services with civil society", a goal that has, for years now, figured in roadmaps for the digital transition in the public sector, is still marginal, and might even be more so now. Furthermore, since accusations have been made that EU requirements about the protection of personal data hindered the fight against Covid-19, questions arise about how to preserve the benefits of the EU's General Data Protection Regulation.

120 The geopolitics of a pandemic in the digital age
Benjamin PAJOT & Henri VERDIER

The Covid-19 pandemic is the first major global menace of the 21st. century. It could have spawned unprecedented efforts of cooperation in the digital realm. On the contrary, it has spurred competition between national "models", sparked major battles over the story to be spun, and given rise to new threats against a global governance of the Internet. This series of events must be analyzed to improve our preparedness for the crises to come…

Ont contribué à ce numéro

Karine BABULE est chargée de mission à l'Agence nationale pour l'amélioration des conditions de travail (ANACT), diplômée en sciences de gestion et management des organisations (Lyon - École de Management - EMLYON Business School). Elle a été consultante en innovation pédagogique à l'occasion du lancement du programme IDEA Emlyon - Centrale Lyon, qui forme des entrepreneurs de l'innovation. Elle est aujourd'hui spécialiste en matière d'animation du dialogue social et professionnel, autour des enjeux de qualité de vie au travail (QVT) et d'égalité professionnelle F/H, au cœur des nouvelles formes de travail et d'organisation (numérique, travail à distance, télétravail et tiers-lieux). Pour l'ANACT, elle expérimente de nouvelles formes d'intervention et anime des formations-action sur le télétravail, la négociation collective sur la qualité de vie au travail et l'égalité professionnelle.
→ ***Travail à distance, travail confiné ?***

Godefroy BEAUVALLET est professeur associé à Télécom Paris. Il est chef de service du Conseil général de l'économie, de l'industrie, de l'énergie et des technologies, président de l'AFNIC et membre du conseil d'administration de l'INA. Il a notamment été directeur du cabinet de Christophe Sirugue, secrétaire d'État chargé de l'Industrie, et directeur adjoint du cabinet de Michel Sapin, alors ministre de l'Économie et des Finances, après avoir été directeur de la stratégie et des affaires financières de l'Institut Télécom, directeur du Fonds AXA pour la recherche et enseignant-chercheur en gestion. Il est le cofondateur de l'Institut Lean France. Il a écrit plusieurs livres et divers articles scientifiques, notamment sur l'efficacité opérationnelle dans les environnements fortement numérisés et sur le numérique dans l'administration et dans la vie politique, et il a été vice-président du Conseil national du numérique de 2013 à 2016. Ingénieur général des mines, il est diplômé de l'École polytechnique et de Télécom Paris.
→ ***Covid-19 : le volontarisme numérique public au pied du mur***

Amandine BRUGIÈRE est responsable des développements techniques et scientifiques à l'Agence nationale pour l'amélioration des conditions de travail (ANACT) et du département « Capitalisation et développement des connaissances ». De formation en lettres et sciences humaines et sociales, elle a rejoint l'ANACT après une quinzaine d'années dans le conseil stratégique et la prospective.
→ ***Travail à distance, travail confiné ?***

Sandrine BUBENDORFF est post-doctorante en sociologie au sein du laboratoire i3 (UMR 9217) à Télécom Paris, Institut Polytechnique de Paris. Après une thèse en sociologie sur les usages du financement participatif d'objets culturels, elle mène aujourd'hui des recherches sur les mises en place des politiques participatives au sein des institutions étatiques, notamment à travers les usages des médias sociaux lors d'évènements majeurs.
→ ***Wikipédia face à la crise sanitaire***

Léo CHALET étudie la sociologie à l'École normale supérieure de Paris-Saclay. Lors d'un projet collectif de recherche encadré par Volny Fages et Émile Gayoso, il travaille sur les réseaux de fabrication de visières pendant la crise sanitaire. Par ailleurs, il s'intéresse dans le cadre de son mémoire à la diffusion de l'idéologie managériale et entrepreneuriale dans les établissements d'enseignement supérieur.
→ ***Des visières à haut débit : un regard sociologique sur la mobilisation des* makers *face à la crise sanitaire***

Simon CHIGNARD est expert de la valorisation des données. De 2015 à 2021, il a occupé les fonctions de conseiller en charge de la stratégie auprès de l'administrateur général des données et d'Etalab (direction interministérielle du numérique, services du Premier ministre). À ce titre, il a contribué à la définition et à la mise en œuvre de la politique publique de la donnée en France, reconnue comme l'une des plus ambitieuses en Europe par la Commission européenne, la Banque mondiale et la World Wide Web Foundation. Il est l'auteur de deux ouvrages (*Open Data*, 2012, et *Datanomics*, 2015, Fyp Éditions) et chargé du cours "Data and algorithms for public policy" à l'École d'affaires publiques de Sciences Po.
→ ***L'*open data *de crise : entre mobilisation citoyenne et communication gouvernementale***

Laetitia DABLANC, urbaniste, est directrice de recherche à l'Université Gustave Eiffel où elle dirige la Chaire Logistics City. Ses thématiques incluent la logistique urbaine, les politiques de transport, les problématiques d'environnement liées au transport des marchandises, les innovations de logistique urbaine et de *e*-commerce, les plateformes numériques de livraison. Diplômée de Sciences Po Paris, elle est docteure de l'école des Ponts et diplômée en urbanisme de Cornell University aux États-Unis. Elle est affiliée par le projet MetroFreight (www.metrans.org/metrofreight), au centre METRANS de l'University of Southern California, où elle travaille sur les phénomènes d'étalement urbain des activités logistiques ainsi que sur la "*gig economy*" du *e*-commerce et des livraisons instantanées. Elle dirige l'initiative des jeunes de la World Conference on Transport Research Society (WCTRS).
→ ***Logistique urbaine et pandémie de Covid-19***

Maxence DUTILLEUL est élève à l'École normale supérieur de Paris-Saclay en sociologie. Ses domaines d'étude sont la sociologie des sciences et des techniques et la sociologie économique de la monnaie et de la finance. Il s'intéresse aux transitions monétaires et ce qu'elles révèlent du fait monétaire. Son mémoire de Master 1 porte sur les réformes du franc CFA en Union économique et monétaire Ouest-Africaine (UEMOA), sous la direction de Frédéric Lebaron et James Christopher Mizes. Par ailleurs, il contribue à un groupe de recherche sur l'action de la « communauté *maker* » pendant la crise sanitaire du Covid-19, encadré par Volny Fages et Émile Gayoso.
→ ***Des visières à haut débit : un regard sociologique sur la mobilisation des* makers *face à la crise sanitaire***

Volny FAGES est maître de conférences en épistémologie et histoire des sciences à l'École normale supérieure de Paris-Saclay. De l'astronomie populaire aux *makers*, ses travaux historiques et sociologiques portent sur les marges savantes, l'amateurisme scientifique et technologique, et, plus largement, sur les périphéries des institutions produisant, validant et diffusant les connaissances.
→ ***Des visières à haut débit : un regard sociologique sur la mobilisation des* makers *face à la crise sanitaire***

Émile GAYOSO est sociologue, spécialiste du numérique et de l'innovation. Ses travaux ont en commun de questionner la transformation numérique du monde scientifique et technique : relations entre entreprises et usagers en matière d'innovation, mouvement *open access* au sein de l'édition scientifique, pratiques numériques des chercheurs. Plus récemment, au sein d'une équipe de l'ENS Paris-Saclay, il s'est intéressé au monde *maker* et à la façon dont les *fab-labs*, tiers-lieux et initiatives auto-organisées de fabrication additive (impression 3D), offrent un cadre original, car autonome et convivial, à la mise en société des sciences et des techniques. Ce cadre a été décrit à l'occasion de deux enquêtes : l'une avec le projet « CoReLab » sur l'appropriation des enjeux écologiques par les *fab-labs* et tiers-lieux, l'autre sur la mobilisation des *makers* face à la crise sanitaire.
→ ***Des visières à haut débit : un regard sociologique sur la mobilisation des* makers *face à la crise sanitaire***

Vincent GLAD est journaliste indépendant, diplômé de l'École supérieure de journalisme de Lille. Spécialisé sur les questions numériques, il a collaboré avec *Libération*, Canal +, Slate.fr et Radio France. Il est co-auteur du documentaire interactif *Do Not Track*, produit par Arte. Depuis le début de la pandémie de Covid-19, il effectue une veille exhaustive sur le sujet sur son compte Twitter, suivi par 150 000 personnes.
→ ***Des usages de Twitter en temps de pandémie : circulation des connaissances, agit-prop et controverses enflammées***

Géraldine GUÉRILLOT est docteure en sciences de gestion. Elle est coordinatrice du GIS Marsouin depuis 2018 et responsable de l'observatoire OMNI. C'est dans ce cadre qu'elle a co-construit avec l'équipe du GIS et ses chercheurs les enquêtes « Capuni » et « Capuni crise ». Elle a travaillé pendant sa thèse sur des questions de solidarités numériques Nord-Sud et de responsabilité sociale. Par la suite, cheffe de projet R&D puis directrice générale déléguée d'une entreprise de portage salarial, elle a créé un laboratoire de recherche privé sur les nouvelles formes de travail, et plus spécifiquement sur les frontières entre entreprenariat et salariat avec toujours le numérique comme fil conducteur. Aujourd'hui elle travaille, dans le cadre d'un projet de recherche franco-allemand, nommé « Rework », sur les questions de places et des espaces de travail en période de crise sanitaire.
→ ***Le numérique a-t-il aidé les Français à mieux vivre le confinement ?***

Louise GUILLOT est cheffe de projet à la 27e Région, laboratoire de transformation publique. Diplômée en politiques urbaines et stratégies territoriales à l'Institut d'urbanisme de Lyon et en sciences de l'information à l'Université de Nantes, elle a auparavant travaillé dans le secteur de l'éducation populaire et du conseil en planning stratégique. À La 27e Région, elle a notamment coordonné l'étude « Réflexes publics », portant sur les transformations publiques par temps de crise dans les collectivités locales.
→ ***Numérique de crise dans les collectivités locales : le rôle des infrastructures de la contribution***

Soazig LALANCETTE est docteure en économie. Elle s'intéresse aux sciences régionales et notamment à la diffusion et à l'acceptabilité des innovations au sein des territoires. Après une thèse réalisée sur l'empreinte territoriales des projets de parcs éoliens posés en mer en Bretagne, elle intègre le GIS Marsouin en tant qu'ingénieure de recherche en statistique et responsable de l'observatoire OMNI. Elle continue de travailler sur les notions de territoire et de perception du débit au sein des territoires.
→ ***Le numérique a-t-il aidé les Français à mieux vivre le confinement ?***

Dominique NAMUR est spécialiste du financement des hautes technologies. Il a mené une carrière universitaire en parallèle avec des activités de conseil en finance et dans le domaine des politiques publiques de soutien à l'innovation. Il est actuellement professeur des universités en finance et chargé de cours à CentraleSupélec.
→ ***La crise a-t-elle renforcé les GAFAM ?***

Yoan OLLIVIER est cofondateur, associé et designer à l'agence Vraiment Vraiment. Il est diplômé de l'École nationale supérieure de création industrielle. Suivant sa passion pour la science-fiction et l'anticipation, sa pratique est tournée vers l'évolution et l'anticipation des pratiques administratives et des missions des agents publics.
→ ***Numérique de crise dans les collectivités locales : le rôle des infrastructures de la contribution***

Benjamin PAJOT est chercheur au sein du Centre d'analyse de prévision et de stratégie (CAPS) du ministère de l'Europe et des Affaires étrangères. Ancien élève de l'École normale supérieure de Lyon, il mène ses recherches sur la géopolitique du numérique et des nouvelles technologies. Il s'intéresse notamment à la rivalité technologique sino-américaine, aux enjeux de manipulations de l'information et aux communs numériques.
→ ***Géopolitique d'une pandémie à l'ère numérique***

Valérie PEUGEOT mène ses recherches, au sein du laboratoire de sciences sociales et humaines d'Orange Labs, sur l'économie collaborative, la place des données personnelles dans l'économie du *web*, les dispositifs numériques de contribution citoyenne dans la ville, la sobriété numérique ou encore l'inclusion numérique.
Après avoir été de 2013 à 2015 vice-présidente du Conseil national du numérique, elle a rejoint la CNIL (commission nationale de l'informatique et des libertés) en avril 2016, où elle est en charge de la protection des données à caractère personnel du secteur de la santé. Elle est également directrice pédagogique de l'Executive Master "Digital humanities" à Sciences Po Paris.
En tant que présidente de l'association Vecam, elle a notamment œuvré à la diffusion de la pensée et des pratiques des communs en France. Attachée au monde de l'ESS (économie sociale et solidaire), elle est membre du conseil d'administration de la Fondation du Crédit Coopératif.
Elle est coauteur avec Serge Abiteboul de l'ouvrage paru en 2017, *Terra Data - Qu'allons-nous faire des données numériques ?*, aux éditions Le Pommier.
→ ***Pertinence et diffusion des communs en temps de pandémie***

Sophie PÈNE est professeur en sciences de l'information et de la communication à l'Université de Paris (Centre de recherches interdisciplinaires). Elle est également membre du conseil scientifique de l'Institut Mines Télécom, du Conseil pour les générations futures (Ville de Paris), et du Comité scientifique de la Fondation Humanités numériques. Elle a été membre puis vice-présidente du Conseil national du numérique (2013-2017) et du conseil d'orientation de la Fabrique de l'industrie (2010-2016).
→ ***Le grand récit qu'il fallait à l'*open science *?***
Quand une pandémie invente la biologie d'urgence

Nicolas PETTE est associé au sein du cabinet de conseil en stratégie Oliver Wyman, où il dirige à Paris la *practice* "Organization Effectiveness". Il accompagne les entreprises dans leurs transformations d'organisation et de management. Il est également enseignant à Sciences Po, au sein du Master 2 « Innovation et management numérique » de l'École du Management et de l'Innovation, sur le sujet de l'évolution du travail et du *leadership*. Il est diplômé de Sciences Po Paris et de sociologie.
→ ***Grandes entreprises et réponses à la crise : Télétravail, l'arbre qui cache la forêt***

Pascal PLANTARD, éducateur spécialisé de formation initiale, a fini cette première formation à l'Université de Montréal et au Massachusetts Institute of Technology (MIT). En rentrant, il poursuit ses études à l'Université Paris V puis à Paris X Nanterre pour une thèse de doctorat, soutenue en 1992, sous la direction de Monique Linard. Il fonde le GRISE (groupe de recherche sur l'informatique en sciences de l'éducation) en septembre 1986 à Orléans. Il est recruté à l'Université Rennes 2 en 1997, où il est actuellement professeur des universités, vice-président « Formation » de 2002 à 2004 puis vice-président « Innovation pédagogique et numérique » de 2014 à 2019. Il est co-directeur du plus important réseau francophone de recherche sur les usages des technologies numériques : le GIS Marsouin (membre du WIP : World Internet Project) qui regroupe 18 laboratoires de SHS en Bretagne. Spécialiste des programmes de recherche

pluridisciplinaire associant les méthodologies empiriques, qualitatives et quantitatives, croisées aux méthodologies coopératives, il travaille sur les pratiques des technologies numériques dans les champs de l'éducation, la formation, de l'enseignement supérieur et du médico-social. Il développe une approche anthropologique des usages, dans et hors du milieu institutionnel, qui part de la conceptualisation des techno-imaginaires et des représentations, en prenant en compte la profondeur historique et la dimension symbolique des usages, pour aboutir à une objectivation des contextes d'action et des modèles d'interventions pédagogiques ou sociaux. Il est expert auprès de différentes revues internationales. Il a publié 40 articles scientifiques et 21 ouvrages ou chapitres d'ouvrages, et a effectué 170 conférences nationales ou internationales qui traitent des questions de transition numérique, d'*e*-éducation et d'*e*-inclusion dans une perspective anthropologique.

→ ***Le numérique a-t-il aidé les Français à mieux vivre le confinement ?***

→ ***Éducation et inclusion numériques en temps de confinement***

Caroline RIZZA est maître de conférences en science de l'information et de la communication au sein du laboratoire i3 (UMR 9217) à Télécom Paris, Institut Polytechnique de Paris. Ses travaux en gestion de crise portent sur les compétences numériques des acteurs dans des situations d'urgence, sur les enjeux éthiques, juridiques et sociaux associés : comment les initiatives ou actions citoyennes, favorisées par le numérique, modifient les relations entre acteurs publics, privés, citoyens, et quelles attentions doivent y être portées.

Elle coordonne des projets pluridisciplinaires de recherche et de formation menés avec des partenaires institutionnels dont le projet, « Numérique et *living lab* pour un citoyen secouriste » (2021-2023) ; le projet ANR "Management of Citizens and Volunteers: social media in crisis situation" (2018-2021) ; l'étude stratégie et prospective « Piloter l'innovation NexSIS 18-112 » du Centre des hautes études du ministère de l'Intérieur ; ou bien encore l'École thématique CNRS "Online social networks & crisis management".

Elle est présidente de la communauté internationale ISCRAM (Information System for Crisis Response and Management) et contribue cette année à la mission de modernisation de la culture du risque en France auprès du ministère de la Transition écologique et solidaire (2020-2021).

→ ***Wikipédia face à la crise sanitaire***

Édouard ROBIN est chargé de mission à l'Agence nationale pour l'amélioration des conditions de travail (ANACT). Diplômé en management des organisations (Grenoble École de Management - Université Paris-Dauphine), il est actuellement doctorant en sociologie clinique au sein du Laboratoire du changement social et politique (LCSP - Université Paris). Il a été consultant en santé au travail auprès d'organismes publics et privé, et chargé de prévention au sein d'un groupe bancaire en restructuration. Il est aujourd'hui spécialisé sur les enjeux de transformations des organisations, notamment en lien avec les technologies numériques. Pour l'ANACT, il conçoit des outils et des méthodes d'intervention, et anime des formations sur le télétravail, la prévention des RPS et la QVT.

→ ***Travail à distance, travail confiné ?***

Maurice RONAI contribue, comme chercheur à l'École des hautes études en sciences sociales (EHESS), puis comme directeur associé d'une société de conseil, par ses travaux et publications, aux débats autour de la géopolitique des données, sur les droits et libertés numériques, sur l'ouverture des données publiques et le « gouvernement ouvert ».

Il a dirigé le département « Systèmes d'information » de la Mission interministérielle de l'information scientifique et technique de 1982 à 1986. Chargé de mission au Commissariat général du Plan, il a été rapporteur en 2001 du livre blanc « Administration électronique et protection des données personnelles ». Commissaire à la CNIL, de 2014 à 2019, il était en charge des dossiers « communications électroniques » au sein du Collège et membre de sa Formation restreinte.

Il contribue depuis 2016 aux travaux du Laboratoire d'analyse et de décryptage du numérique de la Mission société numérique (Agence nationale de la cohésion des territoires).
→ ***Introduction***
→ ***La numérisation à marche forcée du système de santé face à la Covid-19***
→ ***La construction accélérée d'un système d'information épidémiologique***
→ ***Covid-19 : le volontarisme numérique public au pied du mur***

Joëlle TOLEDANO est professeur émérite en économie, associée à la chaire « Gouvernance et Régulation » de l'Université Paris-Dauphine. Elle est membre de l'Académie des technologies, du Conseil national du numérique et du conseil d'administration de l'Anfr, et de *start-up* du numérique.
Docteur en mathématiques et en économie, elle a mené une double carrière, universitaire et en entreprise, avant de s'investir dans les sujets de régulation publique. Professeur des universités, elle a été membre du collège de l'Arcep (mi-2005-2011). Récemment le numérique, les fréquences et la *blockchain* ont été au centre de ses travaux.
Elle a publié plusieurs ouvrages, des rapports publics et de nombreux articles scientifiques et grands publics dans les domaines de l'économie industrielle et de l'économie et la régulation du numérique, des communications électroniques et des postes. Son dernier ouvrage, *GAFA : Reprenons le pouvoir* !, paru chez Odile Jacob, a reçu le Prix du livre d'économie 2020.
→ ***La crise a-t-elle renforcé les GAFAM ?***

Laurent TOUSTOU est diplômé de l'Institut d'études politiques de Toulouse et titulaire d'un Master en management des télécoms et des médias de l'Université Paris Dauphine. Il est actuellement conseiller auprès de la directrice « économie marchés et numérique », et coordonnateur des travaux de l'Arcep autour de l'empreinte environnementale du numérique. Il a rejoint l'Arcep en 2011, où il a notamment exercé la fonction de chef de l'unité « régulation par la donnée » et copiloté la revue stratégique.
→ ***Réseaux : réactions et adaptation à la charge et au confinement***

Aurore TUAL est diplômée de l'École normale supérieure et ingénieure des ponts, des eaux et des forêts. Elle a rejoint l'Arcep en 2019 en tant que cheffe de l'unité « internet ouvert ». Au sein de l'Arcep, elle contribue notamment aux travaux relatifs au respect de la neutralité du Net, à la qualité de service d'Internet, à la fluidité du marché de l'interconnexion et à l'accélération de la transition vers le protocole IPv6. Avant de rejoindre l'Arcep, elle a exercé les fonctions d'ajointe au bureau des usages du numérique puis de cheffe de bureau du commerce au sein de la direction générale des entreprises (DGE) du ministère de l'Économie et des Finances.
→ ***Réseaux : réactions et adaptation à la charge et au confinement***

Henri VERDIER a été entrepreneur dans le numérique, puis directeur interministériel du numérique et du système d'information et de communication de l'État. Il est aujourd'hui ambassadeur pour les affaires numériques au ministère de l'Europe et des Affaires étrangères. Il est l'auteur, avec Nicolas Colin, de *L'Âge de la multitude, entreprendre et gouverner après la révolution numérique* (Armand Colin, 2012).
→ ***Géopolitique d'une pandémie à l'ère numérique***