

Smart Lab. LABILITY

La résilience du territoire francilien en sortie de crise sanitaire

Février 2023

Anne Aguiléra, Eléonore Pigalle, Leslie Belton Chevallier, El Mehdi Aboukacem, Ismaïl Saadi, Matthieu Guillot, Marie Le Pivert, Nicolas Hautière, Frédéric Bourquin, Yamin Leprince, Julie Perrin, Laurent Terral, Souleymane Mbaye, Laetitia Challe et Anne-Claire Chêne, Yannick L'Horty, Rebecca Dickason, Nathalie Jeannerot-Dumouchel, François Combes, Nour Eddin El Faouzi, Mahdi Zargayouna

Laboratoires ERUDITE, GRETTIA, IRG LICIT, LISIS, LVMT, SPLOTT de l'Université Gustave Eiffel

Sommaire

SYNTHESE GLOBALE	3
LES SYNTHESSES	7
L'ADOPTION DU TELETRAVAIL CHANGE-T-ELLE NOS PRATIQUES DE MOBILITE ?	8
COMPORTEMENTS LOGISTIQUES ET IMPACTS DE LA CRISE COVID EN FRANCE ET EN REGION PARISIENNE	14
UTILISATION DES MODELES DE MOBILITE POUR COMPRENDRE LES INTERACTIONS SOCIALES DE LA POPULATION D'ÎLE-DE-FRANCE	18
ADAPTATION DES RESEAUX DE TRANSPORT.....	22
LES SURFACES DEPOLLUANTES A BASE DE NANOSTRUCTURES D'OXYDE DE ZINC	28
LIEUX ET ESPACES DE TRAVAIL DANS LES ORGANISATIONS HYBRIDES DU TRAVAIL	33
LES TIERS-LIEUX DE TRAVAIL A L'EPREUVE DE LA CRISE SANITAIRE :.....	38
RECRUTEMENT, DISTANCE A L'EMPLOI, LOCALISATION ET CRISE SANITAIRE	42
LES LEVIERS DE LA RESILIENCE : ECLAIRAGES SUR ET PAR LE ROLE DES MANAGERS FACE AU TELETRAVAIL EN PERIODE DE CRISE.	47
BILAN DU DISPOSITIF.....	52
PRODUCTIONS ISSUES DU PROJET	59

SYNTHESE GLOBALE

Le **Smart Lab LABILITY**, laboratoire de recherche et d'innovation éphémère, réunit des jeunes chercheurs engagés par l'Université Gustave Eiffel qui analysent l'impact de la crise sanitaire sur l'organisation du travail et sur l'évolution de la mobilité des personnes et des marchandises dans la région francilienne.

LABILITY développe **deux axes de réflexion** :

- Les risques et opportunités associés au développement du télétravail
 - o les politiques de recrutement et les inégalités d'accès à l'emploi,
 - o les mutations des pratiques managériales,
 - o les lieux du travail et la coordination du travail à distance,
 - o les pratiques de mobilité.

- Les modalités d'une gestion résiliente des réseaux de transport :
 - o la prédiction des contaminations dans les lieux de mobilité,
 - o la reconfiguration dynamique des réseaux de transport en commun en contexte de crise sanitaire,
 - o le développement de routes dépolluantes,
 - o la gestion de l'accroissement des flux du e-commerce.

Télétravail et mobilité des personnes : un rôle à la marge sur la décarbonation

Le **télétravail** s'est développé en Ile-de-France comme dans les autres régions, et semble désormais **pérenne**, et souhaité par les salariés. Le télétravail est souvent présenté comme un outil de régulation des mobilités qui permettrait de diminuer la fréquence des trajets domicile-travail, les embouteillages et les émissions de CO₂.

Les travaux d'Eléonore Pigalle ont montré que si la baisse des mobilités domicile-travail est importante en Île-de-France du fait du niveau élevé de salariés concernés et du rythme hebdomadaire de télétravail, bien supérieurs à ceux observés en province, les télétravailleurs étant peu utilisateurs de la voiture pour aller au travail, **cette baisse semble concerner plus les transports en commun que le réseau routier**, et donc jouer pour l'instant seulement à la marge sur la décarbonation des trajets pendulaires. Pourtant, notre enquête montre que **la montée du télétravail ne devrait pas bouleverser, au moins à court terme, l'usage des modes de transport des salariés** concernés lorsqu'ils se rendent sur leur lieu de travail principal. Pour aller au travail, on ne voit **pas de désaffectation massive pour les TC mais des basculements vers le vélo et la trottinette** pour les Parisiens.

Des stratégies de gestion des mobilités variées à envisager

Portant sur la gestion des flux

La gestion des mobilités peut être envisagée comme une stratégie de gestion des épidémies. Le travail de Ismaïl Saadi a montré que **la mise en place de ce type d'interventions non pharmaceutiques permet de réduire significativement les contacts moyens et donc la propagation épidémique**, sans nécessairement ordonner un confinement strict de la population. Le travail propose une méthode dédiée pour identifier les réseaux de contact, eu égard aux activités des personnes.

Portant sur la gestion des réseaux

La **reconfiguration dynamique des réseaux de transport** est également une modalité de gestion des mobilités, permettant de s'adapter aux variations de la demande. Il s'agit alors de concevoir des réseaux de transport à **partir de regroupements de couples origine/destination**. La recherche de Matthieu Guillot a montré que le système de Park and Ride permet de redimensionner efficacement les réseaux de transports, et le choix des différents hubs à ouvrir peut varier dans le temps, s'adaptant ainsi aux scénarios qui peuvent changer.

Portant sur les infrastructures

D'autres stratégies envisagent de faire de la route elle-même un objet de dépollution (et de désinfection sanitaire en période d'épidémie). Les travaux de Marie Le Pivert ont montré **la portée de matériaux dépolluants grâce à la photocatalyse**. Grâce à sa non-sélectivité face aux polluants et sa facilité de mise en œuvre, la photocatalyse, connue depuis plusieurs années, est ainsi apparue comme une réponse potentielle aux problèmes de pollution en raison de sa capacité à dégrader et minéraliser des contaminants grâce à la présence d'un photocatalyseur et de lumière dans le milieu pollué.

Portant sur la coordination du télétravail à l'échelle régionale

Des stratégies de coordination à l'échelle régionale pourraient par ailleurs permettre une meilleure répartition de la baisse des mobilités domicile-travail entre les jours de la semaine.

Télétravail et flux logistiques

Les travaux de El Mehdi Aboukacem ont montré que **l'Ile-de-France a été plus impactée par la crise Covid que le reste du pays**.

- Le taux de rupture de stock chez les entreprises franciliennes est de 23 points de pourcentage supérieur à celui qu'on observe au niveau national.
- Les chargeurs qui ont expédié de la marchandise vers l'Ile-de-France sont encore plus touchés, avec 29 points de pourcentage en plus par rapport au niveau national.
- Pour ce qui est des quantités de marchandises échangées et des fréquences d'envois, l'impact du Covid sur les entreprises franciliennes et sur celles qui ont envoyé de la marchandise en Ile-de-France est supérieur d'au moins 15 points de pourcentage par rapport à ce qui est observé au niveau national.

Si la résilience des chaînes logistiques face aux chocs de faible ampleur est largement éprouvée, la crise COVID a fait naître de vives interrogations quant à leur vulnérabilité face à des chocs exogènes majeurs pouvant entraver durablement la circulation des matières premières, des produits finis et de la force de travail nécessaire à leur manipulation.

Un télétravail massivement à domicile

Le télétravail se fait massivement à domicile, et peu en tiers-lieux, sauf (un peu) dans Paris (et au besoin dans une résidence secondaire ou un lieu de vacances). Ce télétravail à domicile s'accompagne par ailleurs d'**une augmentation des pratiques de proximité à conforter** (aménagement urbain, services de transport), favorables aux modes actifs à Paris et en petite couronne, mais pas en grande couronne où la voiture est importante. La diminution de la fréquence des déplacements vers le lieu de travail principal, couplée au recentrage des activités non professionnelles hors du

domicile et à une non utilisation tout à fait massive de la voiture les jours de télétravail (pour 70% des répondants), favorise **une baisse de l'usage de la voiture et des kilomètres parcourus en semaine, parfois compensée partiellement par l'usage de la voiture par un autre membre du ménage. Les changements de lieu de résidence ou de travail devraient pour leur part rester modérés** au moins à court terme, mais le télétravail participe de changements dans les aspirations résidentielles des salariés

Le positionnement quant aux tiers lieux évolue peu à peu. Les tiers lieux d'activités sont autorisés par 28 % des entreprises avec télétravail régulier, 19 % d'entre elles proposant une prise en charge (partielle ou totale) pour l'accès à des espaces de co-working ou autres tiers lieux et 44 % observent que davantage de leur salariés télétravaillent dans ce type de lieu depuis le début de la pandémie. 18 % des entreprises avec télétravail régulier envisagent de développer l'usage de tiers-lieux.

Une situation fragile des tiers-lieux, touchés de plein fouet par la crise sanitaire

Les travaux de Souleymane Mbaye ont montré que 83 % des tiers-lieux ont dû fermer partiellement ou totalement. **Leur fréquentation a fortement diminué** ; les dispositifs d'aide publique mis en place dès le premier confinement ont permis d'amortir la crise. Les partenariats locaux ont également été essentiels pour surmonter la crise. Les tiers lieux ont vu leur activité redémarrer, et certains souhaitent réorienter leur modèle, notamment en captant une nouvelle demande, celle des télétravailleurs. Or, le télétravail se fait essentiellement à la maison. Les tiers-lieux participent néanmoins à d'autres aspects de l'aménagement du territoire francilien : la mobilité, l'attractivité résidentielle, la culture, la médiation numérique, la production industrielle en milieu urbain, la qualité de vie des actifs, l'engagement citoyen, la reconquête des espaces ruraux...(beaucoup ont développé des réseaux avec d'autres structures (association, art, culture, jeunesse, animation locale...)), incitation au DD (circuits courts (distribution Amap)

Télétravail et réorganisation des locaux : un lien ni simple ni linéaire. Davantage que la réduction des espaces, **le réagencement des locaux est un point central**, comme le montre les travaux de Julie Perrin. Il s'agit **d'adapter les bureaux à de nouveaux besoins, en espaces collaboratifs, mais également pour l'utilisation modulable de certains espaces** (espace de restauration / espace de travail plus informel). Les projets de flex office se développent également. Les enjeux relatifs à l'agencement des locaux peuvent répondre à des logiques de rentabilité ; ils accompagnent également la recherche d'adaptation des locaux à de nouveaux besoins, centrale dans les stratégies mises en place pour accompagner le « retour au bureau ». **Le développement de bureaux satellite est également envisagé**, et peut prendre différentes formes (au sein d'autres établissements, d'autres entreprises, ou *via* des locaux plus ou moins temporaires).

Télétravail et géographie des recrutements : vers un élargissement du bassin de recrutement.

La crise sanitaire récente a provoqué des chocs macroéconomiques importants et une désorganisation marquée du marché du travail, à la fois du côté de l'offre et de la demande de travail. Si la distance à l'emploi et la localisation du lieu de résidence sont des freins à l'emploi reconnus, l'augmentation marquée du chômage à la suite de la récession économique engendrée par la crise sanitaire a modifié les préférences des employeurs en matière de recrutement. La

pénalité de la distance à l'emploi diminue dans le temps : les difficultés de recrutement rencontrées par les employeurs pendant le confinement du printemps 2020 et la reprise économique de 2021-2022 les ont amenés à **élargir leur périmètre de recherche de candidats en desserrant la contrainte de distance et à sélectionner des candidats plus éloignés de leur lieu de travail envisagé**. Les travaux de Laetitia Challe montrent que 77 % des entreprises indiquent l'avoir élargi en Île-de-France, 15 % en France et 4 % à l'étranger. Par ailleurs **la localisation de la résidence en quartier prioritaire de la ville apparaît également comme une contrainte relâchée en période de crise**.

Télétravail de nouveaux modes de management

Les travaux d'Anne-Claire Chêne ont montré **la nécessité de mettre en place de nouveaux modes de management, avec en préalable la reconnaissance du traumatisme qu'a été la crise du COVID**. Les managers ont besoin de pouvoir articuler cadre et souplesse, clarté et flou, relations avec leur équipe proche et avec l'ensemble de l'écosystème, cela ne peut être de leur seul ressort. Le manager ne résout pas les tensions, il compose avec des tensions contradictoires : besoin d'urgence et de prendre du recul, enjeux individuels et collectifs. La qualité et l'usage des marges de manœuvre sont à penser au niveau de l'organisation pour que les managers en disposent et s'en emparent.

Les managers se sont largement appuyés sur la qualité des relations qu'ils avaient tissées avec leurs équipes auparavant (le cas échéant) et avec l'écosystème élargi. Or, les réorganisations fréquentes rendent difficile l'établissement de relations durables et de qualité, et le télétravail, s'il reste important, fait perdre en interactions informelles alors que celles-ci sont essentielles au rôle de traduction. La qualité des relations avec le N+1 est aussi un maillon essentiel.

Le dossier prend ainsi la forme suivante :

- 1) Les résultats des travaux scientifiques sont présentés sous forme de synthèses en 4 pages
- 2) Ils donnent lieu à des pistes de valorisation identifiées par MATRICE, rassemblées dans un rapport dédié
- 3) Un bilan du dispositif est dressé à la fin de ce document, montrant la richesse et la diversité des résultats du projet, dont il convient de conforter la dynamique.
- 4) Les productions issues du projet LABILITY clôturent enfin ce dossier.

LES SYNTHÈSES

L'ADOPTION DU TELETRAVAIL CHANGE-T-ELLE NOS PRATIQUES DE MOBILITE ?

Anne Aguiléra, Eléonore Pigalle et Leslie Belton Chevallier

Chercheuses - Laboratoire Ville Mobilité Transport à l'Université Gustave Eiffel, Ecole des Ponts, F-77454 Marne-la-Vallée, France

Contexte

Le télétravail¹ est souvent présenté comme un outil de régulation des mobilités qui permettrait de diminuer la fréquence des trajets domicile-travail, les embouteillages et les émissions de CO₂. Cependant, des études institutionnelles et académiques pointent le risque, à moyen ou plus long termes, d'effets rebonds venant amoindrir, voire annuler, les gains associés à la réduction des déplacements domicile-travail [1et 2] : déplacements supplémentaires pour motifs personnels (loisirs, accompagnement des enfants, etc.), choix résidentiels conduisant à une augmentation de la distance au lieu d'emploi et augmentation de l'usage de la voiture individuelle.

Le contexte actuel nécessite de réactualiser ces réflexions, afin d'identifier dans quelle mesure la « révolution » du télétravail ouvrirait la voie à de nouvelles pistes d'action pour les acteurs en charge des mobilités et de l'aménagement des territoires. Suite à la pandémie de Covid-19, le télétravail s'est beaucoup développé : il est pratiqué par une proportion plus importante de salariés, de manière plus régulière et sur un nombre de jours plus important. Il a aussi été étendu à des catégories d'actifs peu ou pas concernés auparavant (professions intermédiaires ou employés). En 2022, un quart des salariés français pratiquaient le télétravail de manière régulière et juridiquement formalisée, contre 3% en 2019 [3]. Par rapport au reste du territoire national [4 et 5], l'Île-de-France affiche une proportion très élevée de télétravailleurs réguliers (43% en moyenne contre 22% en moyenne pour le territoire national).

La pandémie a aussi favorisé des transformations des pratiques de mobilité (baisse de la fréquentation des transports en commun, augmentation des modes actifs et de la voiture) et des modes de vie (recours accru aux commerces de proximité), que la pérennisation du télétravail régulier pourrait renforcer. Enfin, les phases de télétravail intensives (notamment pendant les confinements) semblent avoir déclenché ou accéléré des projets de déménagement, vers la périphérie de Paris ou/et hors Île-de-France [6 à 8].

Problématique

Dans le cadre du SmartLab Lability financé par la Région Île-de-France, cette recherche a porté sur les liens entre le télétravail et les pratiques de mobilité de salariés franciliens. Elles ont été appréciées en termes de fréquence hebdomadaire des déplacements selon les motifs (travail et hors travail), de répartition entre les jours, de niveau de fréquentation du territoire à proximité du lieu de résidence et des modes de transport utilisés. Leurs aspirations résidentielles et de lieux d'emploi ont également été investiguées.

Méthode et terrain

Une enquête par questionnaire en ligne a été administrée entre mars et juin 2022, période où le télétravail n'était plus obligatoire en France. Elle a d'abord été testée sur un échantillon réduit, puis diffusée plus largement via des réseaux professionnels et personnels, des listes de diffusion d'associations, de partis politiques, d'entreprises et de journaux.

L'enquête a pour périmètre les salariés (du public et du privé), en télétravail ou non. Afin de pouvoir comparer l'Île-de-France et le reste du territoire national, la collecte de données a porté sur l'ensemble de la France métropolitaine.

Le traitement statistique des données a été mené à l'aide du logiciel libre R, destiné aux statistiques et à la science des données. Des tests Chi² ont été réalisés pour tester la dépendance entre les variables. Le seuil de significativité a été fixé à 5%.

Résultats

Profil des télétravailleurs franciliens

1 412 salariés ont répondu au questionnaire, dont 512 habitent et ont leur lieu de travail principal en Île-de-France. Parmi eux, 70,5% (soit 409 personnes) télétravaillent régulièrement ou occasionnellement, contre un peu plus de 53% pour le reste du territoire national (Tableau 1). 54% des télétravailleurs franciliens interrogés ont adopté le télétravail depuis la pandémie de Covid-19 (mars 2020). En moyenne, le nombre moyen de jours de télétravail hebdomadaire est plus élevé parmi les « anciens » télétravailleurs (Tableau 2). Enfin, 98% des

salariés interrogés pratiquent le télétravail depuis leur domicile. Toutefois, 42% des Franciliens déclarent qu'il leur arrive de télétravailler depuis un lieu de vacances ou une résidence secondaire, contre 31% hors Île-de-France.

Parmi les salariés franciliens,
41% télétravaillent 2 jours par semaine et
98% à leur domicile

Tableau 1 : Pratique du télétravail (%)

	En Île-de-France n=512	Hors Île-de-France n=900
Jamais ou presque	20.1	31.0
Occasionnelle	9.4	15.7
1 jour/sem.	18.8	20.0
2 jours/sem.	40.8	22.7
3 jours ou plus/sem.	10.9	10.7

Tableau 2 : ANCIENNETÉ DU TÉLÉTRAVAIL AVANT ET APRES COVID-19 (%)

	En Île-de-France n=409		Hors Île-de-France n=621	
	Nouveaux	Anciens	Nouveaux	Anciens
Occasionnelle	14.4	8.6	24.9	19.1
1 jour/sem.	28.4	17.7	35.6	18.2
2 jours/sem.	45.1	58.3	30.1	37.3
3 jours ou plus	12.2	15.5	9.4	25.4

L'échantillon des 409 télétravailleurs franciliens, sur lequel portent les analyses présentées ici, comporte 57% de femmes. 74% des répondants ont un bac+5 ou plus, 38% sont des cadres du privé, 40% du public, avec une moyenne d'âge de 43 ans. 36% ont moins de 45 ans et sont sans enfant à charge, 25% ont plus de 45 ans et sont sans enfant à charge, et 23% des ménages comptent des enfants âgés entre 0 et 10 ans. Aucune de ces variables socio-démographiques ne différencie les télétravailleurs d'Île-de-France de ceux habitant en dehors.

A l'échelle du territoire régional, 30% des télétravailleurs franciliens interrogés habitent à Paris, 38% en petite couronne et 32% en grande couronne. Parmi les répondants vivant en couple, avec ou sans enfants, 69% ont un conjoint qui télétravaille (régulièrement ou occasionnellement). Enfin, l'immense majorité des répondants sont satisfaits de leur nombre de jours de télétravail, voire souhaiteraient l'augmenter (Tableau 3).

Tableau 3: Satisfaction vis-à-vis des fréquences de télétravail (%)

Pratique idéale	Pratique actuelle du télétravail			
	Occasionnelle	1 jour	2 jours	3 jours et plus
Ne sait pas	14,6	2,1	1,0	7,1
Arrêter	2,1	2,1	1,0	0,0
Occasionnelle	35,4	5,2	1,0	0,0
1 jour/sem.	27,1	38,5	1,9	1,8
2 jours/sem.	14,6	41,7	49,8	21,4
3 jours/sem.	6,3	10,4	37,3	39,3
4 ou plus/sem.	0,0	0,0	8,1	30,4

Une diminution des déplacements pour le travail inégale selon les jours et impactant fortement les transports en commun

En moyenne, les télétravailleurs franciliens, anciens comme nouveaux, habitent plus loin de leur lieu de travail principal que le reste des actifs (25 km contre 8 km). Ces chiffres varient beaucoup selon le lieu de résidence : à Paris et en petite couronne, les télétravailleurs habitent en moyenne à 18 km de leur emploi, mais 28 km en grande couronne. Par ailleurs, la distance moyenne à l'emploi augmente avec l'ancienneté du télétravail : 41 km pour les anciens télétravailleurs (plus de 2 ans) contre 21 km pour les nouveaux.

Lorsqu'ils se rendent sur leur lieu de travail principal, les télétravailleurs utilisent principalement les transports en commun, en lien avec leurs distances domicile-travail élevées : 35% prennent le train (RER et TER), 21% le bus, tram, métro ou car, 21% le vélo ou la trottinette. Seuls 17% utilisent la voiture pour leur trajet domicile-travailⁱⁱ. Le covoiturage est anecdotique.

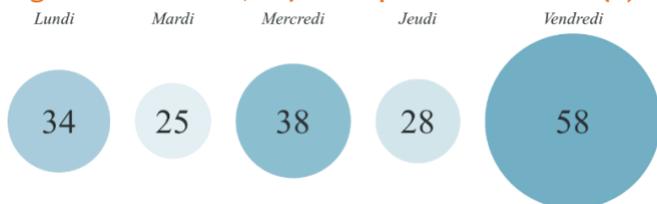
Le vendredi est, de loin, le jour le plus fréquemment télétravaillé (58% des répondants), suivi du mercredi et du lundi (Figure 1). L'immense majorité des télétravailleurs franciliens interrogés (89%) télétravaille par journée entière, donc évite un aller-retour vers son lieu de travail principal une ou plusieurs fois par semaine.

Ces différents chiffres donnent une mesure de l'ampleur des réductions de trajets domicile-travail liées au télétravail à l'échelle de la région. Ils rendent aussi compte de l'existence de fortes variations en fonction des jours, en cohérence avec les mesures de trafic sur les routes et dans

les transports collectifs, où le mardi et le jeudi sont les journées les plus chargées en Île-de-France depuis la pandémie.

Corrélativement, nos résultats indiquent que le télétravail contribue de façon importante à la réduction de la fréquentation des transports en commun, ce que corrobore une étude récente montrant que 55% des actifs clients Transilien sont des télétravailleurs, soit 12 points de plus que la moyenne régionale [5]. Cette baisse du trafic (réseau routier et transports en commun) sera à analyser avec attention dans le futur : elle peut augmenter si la proportion de télétravailleurs croît, et/ou si le nombre de jours moyens de télétravail continue de progresser. C'est du reste une hypothèse raisonnable eu égard au fait que les télétravailleurs nouveaux ont, pour l'instant, un nombre moyen de jours de télétravail inférieur à celui des télétravailleurs plus anciens (ayant commencé cette pratique avant la pandémie). Toutefois, les entreprises pourraient aussi décider de revenir en arrière et diminuer le télétravail, ce qui provoquerait un retour à la hausse du trafic aux heures de pointe.

Figure 1 : Vendredi, le jour le plus télétravaillé (%)



11% **seulement télétravaillent par demi-journées**

Notre enquête montre aussi que la montée du télétravail ne devrait pas bouleverser, au moins à court terme, l'usage des modes de transport des salariés concernés lorsqu'ils se rendent sur leur lieu de travail principal. En effet, seuls 6% des personnes interrogées envisagent un changement (et 5% hésitent). Parmi ces 6% de télétravailleurs, 43% ne savent pas quel sera leur futur mode de transport, 38% envisagent de passer au vélo ou à la trottinette, et seulement 7% à la voiture. Le basculement vers le vélo et la trottinette concerne principalement des Parisiens, et la voiture la petite couronne. Enfin, seuls 3% des télétravailleurs interrogés déclarent que l'adoption du télétravail les a conduits à résilier leur abonnement de transport en commun.

Un recentrage des déplacements hors travail sur la proximité du domicile

Cette recherche montre que les enjeux de décarbonation des mobilités liées à l'essor du télétravail portent aussi sur les motifs non professionnels, et renvoient à des problématiques d'aménagement local : proximité aux aménités et accès par des modes de transport décarbonés. Notre enquête ne montre pas une augmentation significative des mobilités hors travail après adoption du télétravail, mis à part pour les courses dans les petits commerces de proximité que 32% des télétravailleurs enquêtés estiment avoir diminué, mais 21% avoir augmenté (Tableau 4). Une partie de cette hausse semble imputable à des reports entre membres du ménage (Tableau 5) : 24% des télétravailleurs estiment qu'ils font plus souvent les courses que leur conjoint(e) (sans différence statistique entre hommes et femmes). Les trajets liés aux activités personnelles et à l'accompagnement des enfants (aux activités scolaires et périscolaires) sont, par ailleurs, plus souvent en augmentation après adoption du télétravail que les autres motifs, comme les achats en supermarché ou hypermarché (Tableau 4). Ces constats font écho au fait que 38% des répondants associent le télétravail à un gain de temps (sur les trajets pendulaires) ouvrant de plus grandes possibilités de faire des activités souhaitées : activités personnelles, liées aux enfants ou aux achats chez les commerçants de proximité.

Si la fréquence des déplacements hors travail des télétravailleurs franciliens interrogés n'admet pas de changement d'ampleur, notre enquête indique que l'adoption du télétravail permet des réorganisations des agendas individuels et familiaux. Elles amènent certains télétravailleurs à modifier les jours de réalisation de ces déplacements, avec une montée des jours de télétravail au détriment du week-end : ainsi 42% des franciliens interrogés estiment que le télétravail leur permet de faire en semaine des déplacements qu'ils faisaient auparavant le week-end.

Mais la principale transformation concerne la spatialité des déplacements hors travail, en faveur de plus de proximité au lieu de résidence. En effet, 62% des répondants estiment que l'adoption du télétravail les a conduits à augmenter les déplacements autour de leur domicile (Tableau 4). En termes d'horaires, les trajets réalisés les jours de télétravail semblent assez similaires à ceux des jours de travail : matin, pause méridienne et fin d'après-midi (ou soir). En effet, une part non négligeable (53%) des télétravailleurs déclare ne pas sortir de chez soi les jours de télétravail.

Je n'utilise pas la voiture les jours de télétravail	14	16	70
--	----	----	----

Moins de kilomètres en voiture, mais pas de volonté de démotorisation

Tableau 4 : « Depuis que vous télétravaillez, diriez-vous que la fréquence à laquelle vous faites les activités suivantes a : » (%)

	Diminué	Est la même	Augmenté
Achats en grandes surfaces, hypermarché	21	68	11
Achats dans petits commerces de proximité	32	47	21
Achats au marché, fermes, AMAP	28	63	9
Enfants (école, activités périscolaires)	6	66	28
Activités de loisirs, culturelles, associatives	11	65	24
Visites aux amis ou à la famille	8	82	10
RDV personnels (médecin, coiffeur...)	4	73	23
Partir en week-end	7	79	14
Se déplacer autour de chez soi (faire une course, aller à un rdv...)	3	35	62
Faire des activités que vous avez envie de faire (loisirs, promenades...)	7	55	38
Utiliser votre voiture pendant la semaine	44	50	6

Tableau 5 : Réorganisation individuelle et familiale des déplacements et des usages de la voiture (%)

	Pas d'accord	Indiff.	D'accord
Le télétravail me permet de faire en semaine des déplacements que je faisais auparavant le week-end	43	15	42
Depuis que je télétravaille, je fais plus souvent les courses que mon/ma conjoint(e)	49	27	24
Les jours de télétravail, la voiture est utilisée par une autre personne du ménage	66	18	16
Je fais moins de kilomètres en voiture pendant la semaine	32	22	46
Je trouve qu'il me manque une voiture	89	10	1
J'envisage de vendre ma voiture	79	14	7

La diminution de la fréquence des déplacements vers le lieu de travail principal, couplée au recentrage des activités non professionnelles hors du domicile et à une non utilisation tout à fait massive de la voiture les jours de télétravail (pour 70% des répondants), favorise une baisse de l'usage de la voiture et des kilomètres parcourus en semaine pour la moitié des répondants, tous motifs confondus (Tableaux 4 et 5). Elle est, logiquement, plus prononcée en grande couronne qu'à Paris et en petite couronne. Toutefois, cette baisse est partiellement compensée à l'échelle du ménage dans la mesure où 16% des répondants estiment que la voiture est utilisée par un autre membre du ménage les jours où ils télétravaillent. Enfin, la moitié des télétravailleurs enquêtés estime que leur usage global de la voiture pendant la semaine (pour les motifs travail et hors travail) est resté inchangé, et seulement 7% envisagent de vendre leur voiture, proportion qui ne varie pas avec le lieu de résidence.

46% des télétravailleurs font moins de kilomètres en voiture en semaine
7% envisagent de vendre leur voiture depuis qu'ils télétravaillent

Télétravail n'est pas synonyme d'exode urbain des ménages

Notre enquête infirme, comme d'autres études récentes [8 à 10], l'hypothèse d'un exode urbain massif lié au télétravail. Seuls 5% des répondants font un lien entre le fait d'avoir déménagé depuis la pandémie et le télétravail.

5% des télétravailleurs ont déménagé depuis la pandémie en lien avec le télétravail¹¹

Malgré tout, notre recherche signale que le télétravail devient progressivement un élément pris en compte dans les choix résidentiels et peut pousser, à moyen ou long termes, à des déménagements. Si seuls 1% des télétravailleurs affirment que le processus de déménagement est en cours au moment de l'enquête, 17% l'envisagent de déménager. Il n'y a pas de différence avec les télétravailleurs hors Île-de-France. Par contre, les nouveaux télétravailleurs sont plus nombreux à envisager de déménager (Tableau 6). Notre enquête ne permet toutefois pas de déterminer si déménagement signifie ou non un changement de commune de résidence, voire de département ou de région.

Tableau 6 : PROJET DE DEMENAGEMENT SELON L'ANCIENNETE DU TELETRAVAIL PRE & POST COVID-19 (%)

	En Île-de-France	Hors Île-de-France
--	------------------	--------------------

	(n=409)		(n=621)	
	Nouveaux	Anciens	Nouveaux	Anciens
Non	77	87	79	87
J'envisage	22	12	18	11
En cours	1	1	3	2

L'adoption du télétravail semble néanmoins contribuer à un éloignement au lieu de travail principal (actuel ou futur) : en effet, plus d'un quart des télétravailleurs franciliens interrogés estiment qu'ils pourraient habiter plus loin de leur lieu d'emploi ou postuler à un emploi plus éloigné (Tableau 7). Une autre recherche menée dans le cadre de Lability [11] confirme du reste qu'une part importante des entreprises franciliennes a, depuis la pandémie, élargi son bassin de recrutement (principalement l'intérieur de l'Île-de-France).

Tableau 7 : « Depuis que je télétravaille, ... » (%)

	Pas d'accord	Indiff.	D'accord
<i>Je pourrais habiter plus loin de mon lieu de travail actuel</i>	60	13	27
<i>Je pourrais postuler à un emploi plus loin de mon domicile actuel</i>	54	17	29

Originalité

Cette recherche est originale à plusieurs titres :

1. L'une des toutes premières enquêtes menées sur le sujet depuis le début de la pandémie. Contrairement à la majorité des études disponibles, les données recueillies concernent une période de quasi retour à la normale du point de vue des restrictions de mobilité et des injonctions gouvernementales à télétravailler.
2. L'approche par les activités quotidiennes, à l'échelle d'une semaine constitue sa deuxième originalité.
3. Alors que l'immense majorité des études disponibles se basent sur la comparaison des mobilités des télétravailleurs avec celles des non télétravailleurs, notre recherche s'appuie sur des données permettant de comparer les pratiques des télétravailleurs avant et après l'adoption du télétravail.

Implications opérationnelles

Les enjeux de décarbonation des mobilités liées à l'essor du télétravail portent des enjeux différents, mais tout aussi importants, sur les motifs professionnels et non professionnels.

La baisse des mobilités domicile-travail est importante en Île-de-France du fait du niveau élevé de salariés concernés et du rythme hebdomadaire de télétravail, bien supérieurs à ceux observés en province. Mais, les télétravailleurs étant peu utilisateurs de la voiture pour aller au travail, cette baisse semble concerner plus les transports que commun que le réseau routier, et donc jouer pour l'instant seulement à la marge sur la décarbonation des trajets pendulaires.

La baisse des mobilités domicile-travail liée au télétravail reste fragile. Elle dépend, d'une part, du comportement modal futur des télétravailleurs : à cet égard, nos travaux ne montrent pas, pour l'instant, de menace de basculement massif vers la voiture. D'autre part, la baisse des trajets pendulaires dépend des stratégies des entreprises pour les années à venir (un retour en arrière sur la question du télétravail ne peut être exclu, même s'il semble pour l'instant très peu probable). Si la part des télétravailleurs est élevée en Île-de-France, et a peut-être atteint un plafond, il semble que des marges de manœuvre existent en matière d'augmentation du nombre de jours de télétravail des personnes ayant commencé cette pratique après le début de la pandémie (qui télétravaillent moins souvent en moyenne que les plus anciens télétravailleurs). Cela aurait des conséquences importantes sur la décongestion des réseaux, mais aussi la baisse de fréquentation des réseaux de transport en commun et de leur financement.

Des stratégies de coordination à l'échelle régionale pourraient permettre une meilleure répartition de la baisse des mobilités domicile-travail entre les jours de la semaine. Les conséquences sur les pratiques modales des non télétravailleurs, qui pourraient basculer vers la route si le trafic est fluide, restent toutefois un point de vigilance. L'augmentation des prix de l'énergie devrait toutefois contribuer à modérer ce type de changements.

Le télétravail va être intégré progressivement aux stratégies résidentielles d'une partie des ménages. Il devrait, à ce titre, contribuer à augmenter la distance domicile-travail. Si un exode métropolitain ne semble pas à l'ordre du jour, les enjeux de décarbonation des mobilités domicile-travail mais aussi hors travail (voir ci-après) nécessitent de continuer à mettre en place des politiques qui favorisent, en particulier en grande couronne, des choix résidentiels en faveur de territoires bien desservis par les transports collectifs et aussi bien dotés en aménités locales (commerces, services, etc.).

L'adoption du télétravail s'avère très favorable à un recentrage des mobilités hors travail (loisirs, affaires personnelles, etc.) autour du lieu de résidence. Cette dynamique doit être confortée car elle offre un fort potentiel de décarbonation de ces mobilités (diminution de l'usage de la voiture et peut-être à terme, de l'équipement automobile des ménages), qui constituent une part tout à fait importante des trajets quotidiens en voiture. Ce constat rejoint celui fait au point précédent concernant l'enjeu que constituent pour les pouvoirs publics les choix résidentiels des télétravailleurs, notamment en grande couronne.

L'augmentation des prix de l'énergie devrait, par ailleurs, jouer en faveur d'une plus forte demande pour des territoires moins dépendants de la voiture aux échelles locales et métropolitaines.

¹ Le télétravail désigne toute forme d'organisation du travail dans laquelle un travail qui aurait également pu être exécuté dans les locaux de l'employeur est effectué par un salarié hors de ces locaux.

¹ Alors que la voiture est sur-représentée pour les trajets domicile-travail des télétravailleurs hors Île-de-France (38% contre 17%).

¹ 2 % avant la pandémie et ce peu importe la zone de résidence.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Greenworking et ADEME, 2020. *Caractérisation des effets rebond induits par le télétravail*, Rapport, 60 p.
- [2] Hostettler Macias L, Ravalet E and Rérat P., 2022. "Potential rebound effects of teleworking on residential and daily mobility", *Geography Compass*, Vol. 16, n° 9. [En ligne]
- [3] Gouyon M, Malard L and Baron A, 2022. *Activité et conditions d'emploi de la main-d'œuvre pendant la crise sanitaire Covid-19 - Synthèse*, DARES.
- [4] Jauneau Y, 2022. « En 2021, en moyenne chaque semaine, un salarié sur cinq a télétravaillé », *Insee Focus*, n°263.
- [5] Brajon, D., Leroy, P., 2022. « Le télétravail s'installe durablement », *Note Rapide de l'Institut Paris Région*, n°930, 6 p.
- [6] Boubas-Olga O., 2022. « Un « exode métropolitain » ? Une comparaison des inscriptions scolaires et des réexpédiations définitives du courrier », DATAR, 4p.
- [7] Forum Vies Mobiles et Obsoco, 2022. *Enquête Télétravail : vers un exode des Franciliens ?* [En ligne].
- [8] Programme PopSu Territoire, 2022 *L'exode urbain ? Petits flux, grands effets. Les mobilités résidentielles à l'ère (post)covid*, Rapport Réseau Rural Français et PUCA, 12p. [En ligne]
- [9] Nguyen-Long D. et al. 2022. « Le mass transit à l'heure du télétravail et de la sobriété énergétique », *Note Rapide de l'Institut Paris Région*, n°958, 6 p.
- [10] Pigalle E. & Atkinson-Clement C. 2023. « Le télétravail est-il synonyme d'exode urbain ? Les enseignements du premier confinement en France », *Espace, Population, Société*. A paraître.
- [11] Perrin J., 2023. « Organisation du travail et lieux de travail : les entreprises françaises et le bureau de demain », *Note de Synthèse Lability*. [En ligne].

COMPORTEMENTS LOGISTIQUES ET IMPACTS DE LA CRISE COVID EN FRANCE ET EN REGION PARISIENNE

EL Mehdi Aboukacem- Smart Lab Liability

SPLOTT-Université Gustave Eiffel

Contexte

Les biens physiques ne parviennent aux consommateurs qu'au terme d'un long processus dont les principales étapes sont la production et la distribution. La production s'opère dans des usines où des matières premières sont réceptionnées, entreposées, puis utilisées pour fabriquer des objets. Ces derniers sont stockés dans des entrepôts industriels dans l'attente d'être enlevés, amorçant ainsi la distribution. Les produits enlevés sont ensuite acheminés vers des entrepôts de stockage, puis vers des plateformes de distribution, puis au plus près des consommateurs.

Les phases de ce processus constituent ce qu'on appelle une chaîne logistique. Tout au long de ce processus, la gestion des flux physiques et d'information est d'une importance primordiale. Ceci est la vocation première de la « Filière Logistique ». Pour l'accomplir au mieux, la filière regroupe diverses activités relevant du transport de marchandises, de l'entreposage et de la gestion des stocks, et mobilise des ressources humaines et matérielles engendrant des coûts que les logisticiens cherchent à minimiser en recourant à diverses stratégies, la plus répandue étant le « flux tendu ». Cette stratégie consiste en l'approvisionnement des marchandises pour une utilisation directe dans les lignes de production ou au moment exact de leur expédition. Les quantités de marchandises manipulées sont ainsi plus petites, les coûts de stockage et d'inventaire moindres, et le capital immobilisé dans la marchandise plus faible.

Cependant, une chaîne logistique en flux tendu performante nécessite une administration minutieuse. Les niveaux d'inventaire doivent être

contrôlés régulièrement et la réactivité des intervenants doit être accrue. Pour cela, la transmission rapide de l'information est essentielle. La rapidité des échanges d'information n'a cessé de s'améliorer, grâce notamment à la numérisation et à des outils de gestion des inventaires de plus en plus performants. Ces outils, au départ destinés à optimiser des processus complexes caractérisés par l'éclatement spatial des unités de production et l'intrication de nombreuses chaînes logistiques, ont permis, de par leur perfectionnement, d'avantage d'éclatement, d'intrication et de complexification.

Les chaînes logistiques en flux tendu, aux innombrables maillons et faisant s'interagir des acteurs de différents continents sont devenues monnaie courante. Leur fonctionnement a été jusqu'à très récemment considéré tacitement comme très satisfaisant, à tel point que l'idée même du stock est devenue quasiment obsolète. Or, une chaîne logistique globalisée, avec une multitude d'intervenants et des stocks rachitiques coche toutes les cases de la vulnérabilité. D'un côté, multiplier les maillons s'accompagne de l'accroissement du risque d'aléas et de l'autre, réduire les stocks induit une baisse de la capacité à absorber les chocs.

Aujourd'hui, si la résilience des chaînes logistiques face aux chocs de faible ampleur est largement éprouvée, la crise COVID a fait naître de vives interrogations quant à leur vulnérabilité face à des chocs exogènes majeurs pouvant entraver durablement la circulation des matières premières, des produits finis et de la force de travail nécessaire à leur manipulation. Or, de tels dérèglements chroniques peuvent avoir des

conséquences à un niveau économique et systémique. L'impact économique peut être faible se résumant à une perte du chiffre d'affaire de quelques entreprises, ou fort allant jusqu'à la baisse de l'activité globale, voire la récession. L'impact systémique peut également être faible, la disponibilité et les prix des produits ne changeant pas significativement, ou fort, allant jusqu'à des pénuries de produits alimentaires et sanitaires menaçant des territoires et des populations.

Au vu de ces éléments, l'étude des comportements « logistiques » des entreprises apparaît comme un enjeu majeur de politique publique. Les choix des entreprises en matière de transport et de stockage doivent être analysés en profondeur. Cependant, la question des méthodes à employer se pose. L'objectif ici est de présenter des outils et des indicateurs dont l'exploitation et le suivi permettent d'observer les choix des entreprises et leurs évolutions dans le temps et d'analyser les impacts des chocs majeurs. Nous les employons ici pour caractériser la situation en France métropolitaine, détecter les spécificités de la Région Ile-de-France et constater les impacts de la crise COVID.

Méthodologie

L'observation régulière des demandes de transport et de stockage des entreprises et de la fréquence des événements indésirables auxquels elles font face, en particulier les ruptures de stock, permet d'évaluer les états de santé « logistiques » nationaux et locaux. Cependant, ces mesures ne sont pas produites par les statistiques publiques, et leur obtention via les enquêtes de transport de marchandises adressées aux transporteurs est impossible.

Pour combler ce manque, l'INRETS puis l'IFSTTAR ont réalisé deux enquêtes à grande échelle en 1988 et en 2004. A partir de 2016, ces enquêtes sont renouvelées annuellement, à plus petite échelle et à travers des questionnaires évolutifs plus courts. Dans ces enquêtes, les chargeurs sont interrogés sur les poids de leurs derniers envois,

les flux de marchandises échangés et l'état des stocks. L'enquête 2020 est complétée par des questions relatives à la crise COVID, notamment sur les changements des tailles et des fréquences d'envoi, les flux de marchandises échangés et les ruptures de stock. Ces données sont utilisées ici pour produire des statistiques descriptives ventilées par période et par territoire. Les résultats obtenus, analysés à la lumière des développements microéconomiques de la théorie de l'inventaire décrivant les mécanismes sous-jacents à l'arbitrage entre fréquence d'envoi et taille d'inventaire, dressent un panorama complet de l'évolution des choix des chargeurs et quantifient les impacts de la crise COVID au niveau du pays et de l'IDF.

Principaux résultats

L'exploration des données recueillies avant 2020 fait émerger 3 faits stylisés importants. Premièrement, les poids des envois ont fortement diminué entre 1988 et 2019 (Figure (1)). A l'échelle nationale, la moyenne des poids des envois a baissé de plus de 80%. En IDF, les poids des envois expédiés et reçus ont respectivement chuté en moyenne de 93% et 72%.

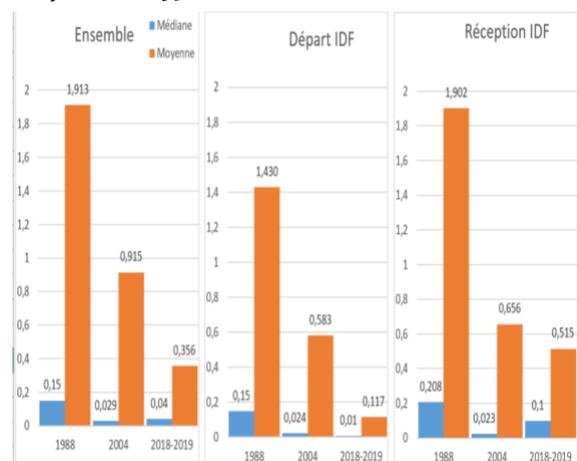


Figure (1) : Poids des envois

Deuxièmement, le nombre de jours de stock a fortement diminué sur la même période (Figure (2)). Nationalement et en IDF, les baisses moyennes sont respectivement de 45% et 49%.

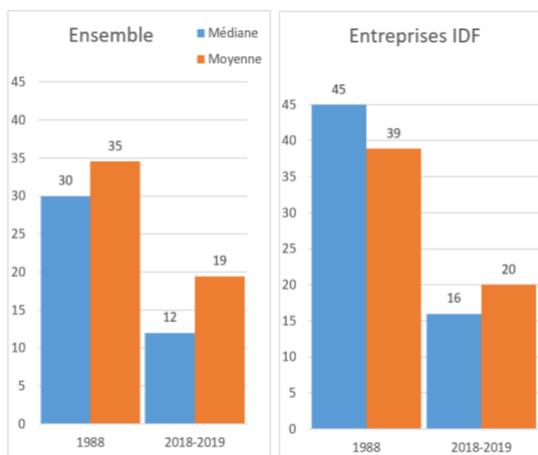


Figure (2) : tailles des stocks en jours

Troisièmement, la fréquence des envois a fortement augmenté (Figure (3)). A l'échelle nationale et en IDF, le nombre d'envoi effectués pour expédier 1 tonne de marchandise a augmenté en moyenne respectivement de 43% et 28%.

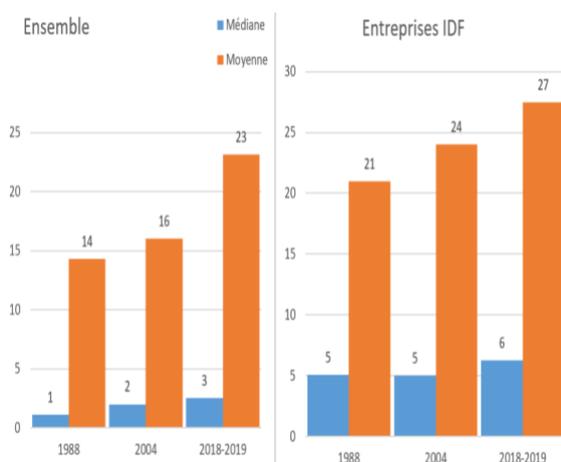


Figure (3) Nombre d'envois pour expédier 1T

L'exploitation de l'enquête 2020 montre que la crise COVID a significativement impacté les chargeurs français (Cf. figures (4), (5) et (6)). En effet, 16% d'entre eux ont déclaré que le produit contenu dans l'envoi au sujet duquel ils ont été interrogés a connu des ruptures de stock. Quand elle se sont produites, celles-ci ont duré en moyenne 37 jours.

Aussi, 59% des chargeurs ont déclaré une baisse de la quantité de marchandise expédiée. Cette baisse est en moyenne estimée à 20%.

Enfin, 62% des chargeurs ont déclaré une baisse de leur fréquence d'envoi. En moyenne, celle-ci est de l'ordre de 20%.

Concernant l'IDF, la région a été plus impactée par la crise Covid que le reste du pays (Cf. figures (4), (5) et (6)). Le taux de rupture de stock chez les entreprises franciliennes est de 23 points de pourcentage supérieur à celui qu'on observe au niveau national. Les chargeurs qui ont expédié de la marchandise vers l'IDF sont encore plus touchés, avec 29 points de pourcentage en plus par rapport au niveau national.

Pour ce qui est des quantités de marchandises échangées et des fréquences d'envois, l'impact du Covid sur les entreprises franciliennes et sur celles qui ont envoyé de la marchandise en IDF est supérieur d'au moins 15 points de pourcentage par rapport à ce qui est observé au niveau national.

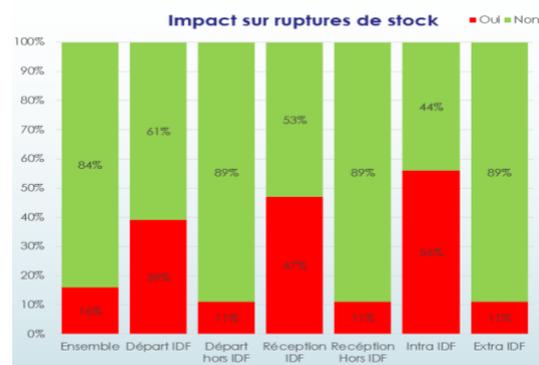


Figure (4): Impact Covid rupture de stock

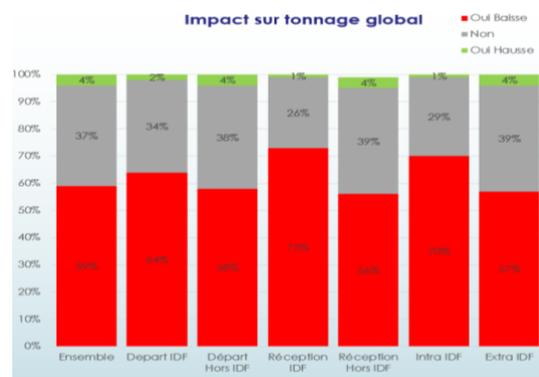


Figure (5): Impact Covid flux marchandise

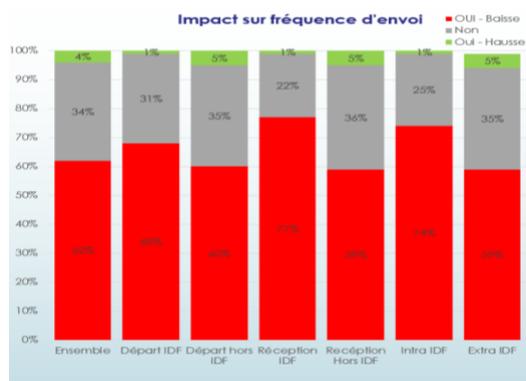


Figure (6) : Impact Covid fréquence d'envoi

Perspectives

L'exploration statistique de nos données a montré que les entreprises françaises n'ont cessé de diminuer leurs stocks en faveur d'une augmentation continue des fréquences des envois. Cela témoigne de l'adoption de plus en plus répandue du flux tendu. Si cela a permis de diminuer ou de maintenir les coûts logistiques à un niveau assez bas, la contrepartie a été une baisse de la capacité des chaînes logistiques à absorber les chocs exogènes d'ampleur. Les impacts de la crise Covid sur les chargeurs français illustre cela de manière assez claire.

Ainsi, il paraît nécessaire de réfléchir à des politiques publiques visant à renforcer la résilience logistique en France. Cela passe d'une part par l'approfondissement de la modélisation microéconomiques des mécanismes sous-tendant les décisions des chargeurs en matière de transport de marchandises et de stockage, et de l'autre, par la quantification des impacts des déterminants de ses décisions et leur évolution dans le temps. Un intérêt particulier doit être porté aux coûts et aux contraintes de transport et de stockage.

Pour cela, il convient de tirer avantage de nos données originales et exclusives pour construire des modèles statistiques pertinents, permettant de quantifier l'impact de chaque facteur toutes les choses étant égales par ailleurs.

Aussi, l'analyse de la persistance des impacts de la crise Covid et l'observation des changements des comportements des chargeurs qu'elle aurait engendré est essentiel. Cela passera par l'exploration des données des enquêtes 2021 et 2022.

UTILISATION DES MODELES DE MOBILITE POUR COMPRENDRE LES INTERACTIONS SOCIALES DE LA POPULATION D'ÎLE-DE-FRANCE

Ismail Saadi

GRETTIA- Université Gustave Eiffel

Contexte

Depuis le début de la pandémie de COVID-19, les scientifiques ont été constamment sollicités pour orienter les décisions de mise en place d'interventions non pharmaceutiques. Ils s'appuient en général sur des modèles prédictifs en anticipant différents scénarios. Pour construire des modèles réalistes et fiables, il convient d'intégrer plusieurs facteurs. En effet, la transmission des maladies respiratoires repose essentiellement sur a) les propriétés intrinsèques du pathogène, b) les relations/interactions sociales et c) la mobilité humaine. Ainsi, la combinaison de ces trois éléments joue un rôle crucial dans l'intensité et la vitesse de propagation d'une épidémie dans des milieux urbains, en particulier, ceux caractérisés par une importante densité de population.

Afin de mieux comprendre les dynamiques de propagation d'une épidémie et le rôle de la mobilité humaine et des interactions sociales, il convient d'utiliser des méthodes de simulation très pointues. La manière dont un territoire est organisé, la localisation des activités (professionnelles, éducatives, etc.), la structure du système de transport, etc., tous ces éléments impactent les conditions dans lesquelles les individus se rencontrent quotidiennement et interagissent.

La problématique de recherche s'articule autour de deux objectifs:

- a) modéliser les conditions dans lesquelles les individus d'une population se rencontrent et
- b) comprendre l'impact des interventions non pharmaceutiques sur les comportements/contacts sociaux (physiques).

Par ailleurs, la modélisation de la transmission dépasse le cadre de la présente étude. Nous nous pencherons donc essentiellement sur la structure du réseau de contacts relatif à une population urbaine.

Méthodes et données

Pour mener à bien cette étude, nous avons développé un modèle avec une très haute résolution spatiotemporelle de sorte que les interactions entre personnes soient simulées à l'échelle de l'individu, et non à l'échelle du groupe. Nous avons opté pour une approche de type « *agent-based modeling* » (Hörl and Balac, 2021). Cette méthode permet de décrire très précisément les déplacements spatio-temporels à l'échelle de l'individu ainsi que les activités auxquelles participent les individus. De cette manière, il est possible de tester des interventions non pharmaceutiques ciblées sur les individus.

Daily aggregated # of departures

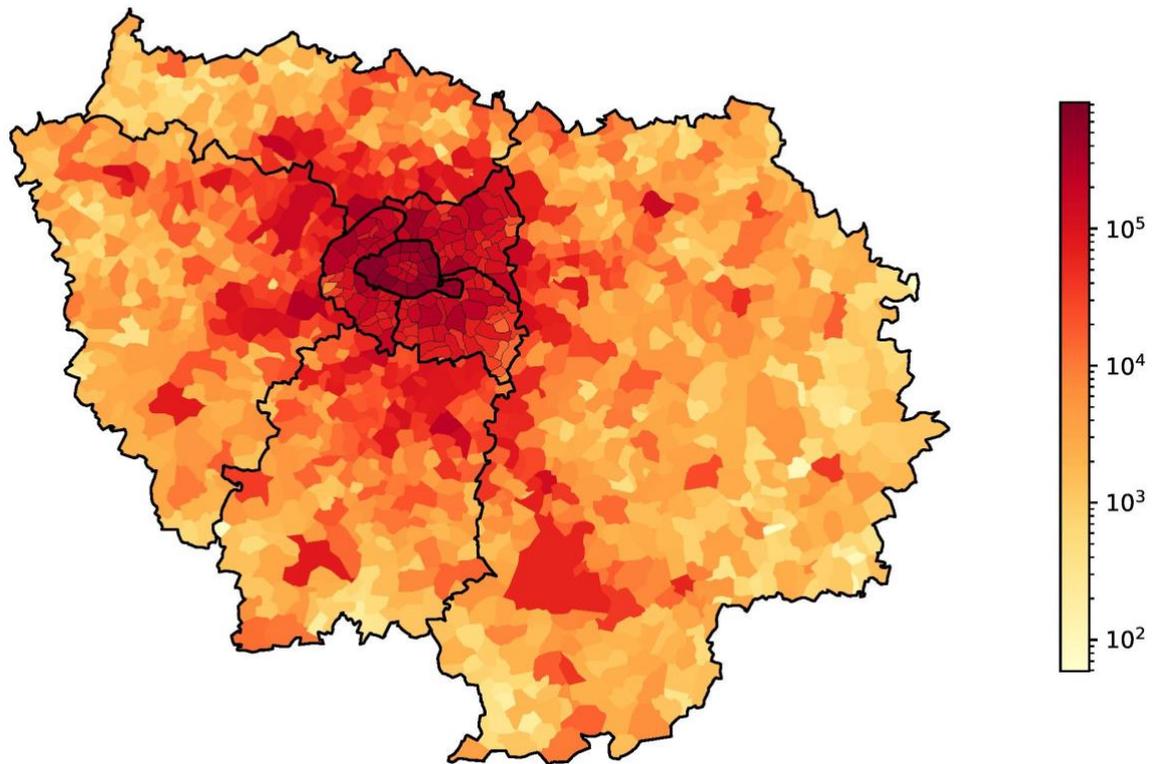


Figure 2 Le nombre de déplacements en Île-de-France au cours d'une journée à partir du modèle de simulation de la mobilité. Paris et la petite couronne concentre une importante mobilité humaine.

Afin d'alimenter le modèle, nous avons utilisé une grande masse de données d'entrée. En effet, nous avons couplé les données de recensement de l'INSEE avec l'enquête globale de transport (EGT). Nous avons également géo-localisé les activités à l'aide des bases de données BD-TOPO et SIRENE. Certaines hypothèses ont été formulées en cas d'absence de données précises (telles que le choix des activités secondaires).

A partir de la co-localisation spatiotemporelle, on peut déduire les contacts potentiels de chaque individu de la population. Afin d'obtenir des contacts moyens réalistes par individu, nous acceptons seulement une proportion des contacts potentiels, que nous baptisons contacts effectifs. Des données issues de la littérature (contacts moyens par type d'activités) permettent de quantifier les volumes de contacts potentiels qu'il convient d'accepter.

Résultats

a) Les résultats montrent qu'une approche de type agent est très adaptée pour reproduire les contacts moyens par type d'activité ainsi que par groupe d'âges.

b) Dans cette étude, nous nous sommes focalisés sur l'impact du télétravail sur l'intensité des interactions sociales de la population d'Île-de-France. La récente pandémie a montré que le télétravail (*work from home*) a été constamment mis en place pour atténuer l'impact des différentes vagues de COVID ces dernières années. Les résultats montrent qu'une mise en place modérée des interventions non pharmaceutiques permet de réduire significativement les contacts moyens. Sans nécessairement ordonner un confinement strict de la population.

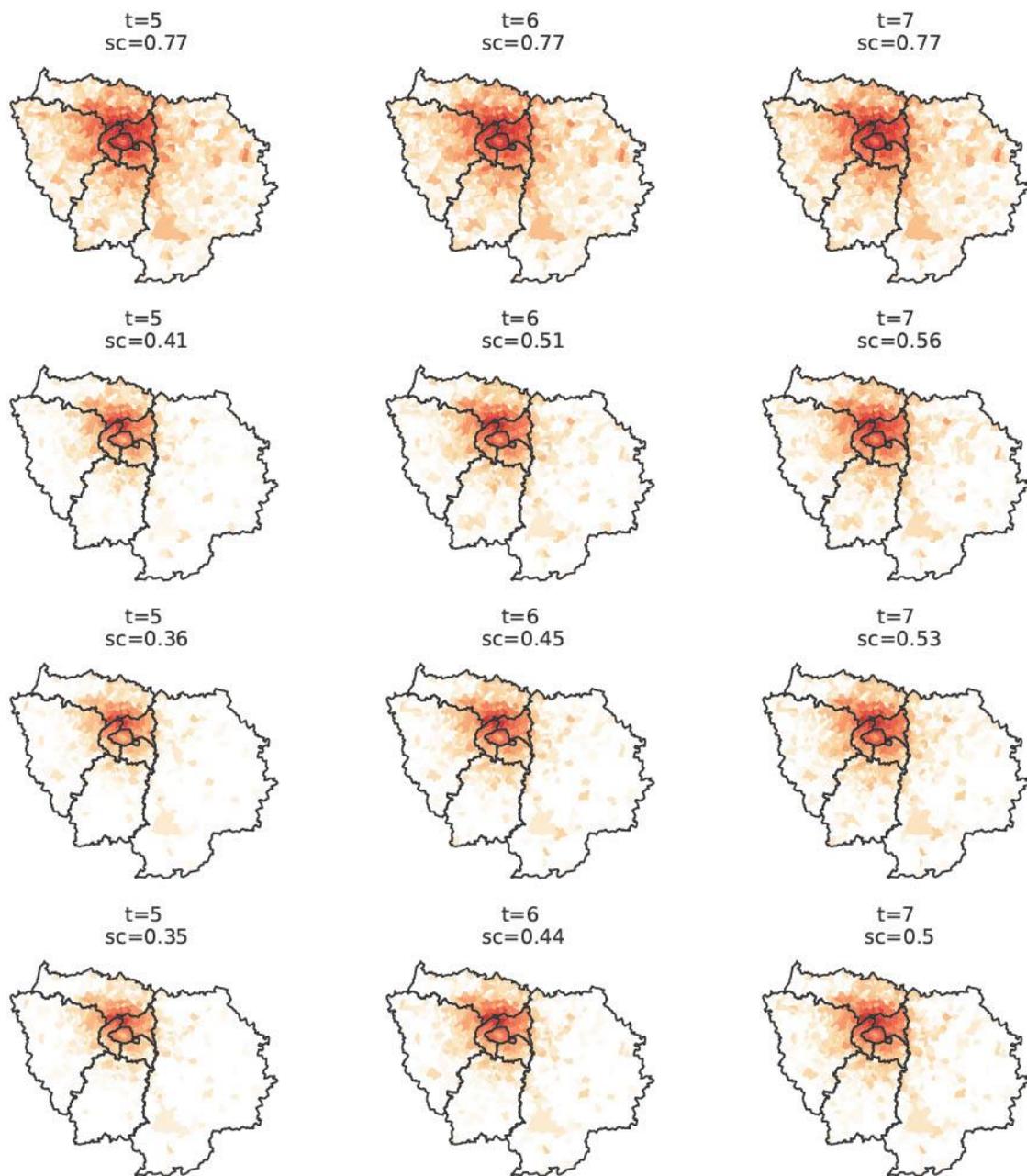


Figure 3 De haut en bas, scénario de base (sans intervention) puis les scénarios avec intervention où 25%, 50% et 75% de la population active télétravaille, respectivement. En particulier, on remarque qu'en ce qui concerne les contacts de 7ème ordre (t=7), la couverture spatiale (sc) est de 0,5 pour le scénario le plus extrême alors que le scénario le moins contraignant tourne autour de 0,56. On en déduit qu'il n'est nullement nécessaire de mettre $\frac{3}{4}$ de la population en télétravail alors qu'il est possible d'atteindre un effet sur les interactions sociales équivalent en mettant juste $\frac{1}{4}$ de la population en télétravail.

c) Les résultats montrent aussi que les flux de mobilité sont très corrélés avec les volumes de contact. A cause de la forte densité de population, et les nombreux lieux d'activité, Paris est l'épicentre du réseau de contact.

Originalité des résultats par rapport aux connaissances existantes

Les approches classiques d'estimation des matrices de contact sont essentiellement basées sur des enquêtes avec un nombre limité de participants. Elles permettent d'estimer les contacts moyens dans une population

donnée au cours d'une journée typique. Contrairement aux approches existantes, le modèle proposé permet d'établir un lien direct entre les contacts physiques/rapprochés et les déplacements spatiotemporels synthétiques quotidiens en se basant uniquement sur des données ouvertes. Les résultats sont donc facilement répliquables. La méthodologie peut également être reproduite, à condition d'avoir un modèle opérationnel basé sur les activités ainsi que des statistiques agrégées sur les contacts moyens par type d'activité. Les limites supérieures des durées de contact sont également déduites du modèle, de sorte qu'on puisse en dégager des distributions statistiques par type d'activités. Ces résultats ne sont généralement pas dérivables à l'aide d'approches classiques puisque les méthodologies conventionnelles ne sont pas suffisamment sophistiquées pour permettre ce type d'analyse.

Aussi, les résultats obtenus sont sensibles aux interventions non pharmaceutiques. Puisqu'une intervention va directement agir sur la manière dont l'agent va agencer son emploi du temps (e.g., rester à la maison pour télétravailler), ce qui aura un effet sur le réseau de contacts avec notamment une réduction drastique des interactions sociales.

Implications opérationnelles des résultats (pour les collectivités, les usagers, les opérateurs)

La méthodologie que nous avons développée ainsi que les résultats générés constituent un outil efficace d'aide à la décision. Cet outil s'adresse essentiellement aux autorités/preneurs de décisions. Une multitude de scénarios peut être implémentée et testée afin d'identifier l'option la moins coûteuse économiquement et la plus efficace. Enfin, ce modèle peut également être couplé avec des modèles épidémiques plus sophistiqués, de type SEIR ou variants.

ADAPTATION DES RESEAUX DE TRANSPORT

Matthieu Guillot -Smartlab LABILITY

LICIT- Université Gustave Eiffel-ENTPE

Supervised by Nour-Eddin El Faouzi, Ludovic Leclercq. Smartlab Lability, matthieu.guillot@univ-eiffel.fr 2022.

Contexte

Sur un réseau de transports, des milliers de personnes sont amenés à se déplacer tous les jours. Le nombre de personnes, ainsi que l'origine et la destination des déplacements des biens et des personnes est appelé la demande du réseau de transport. Pour satisfaire cette demande, les puissances publiques et entreprises privées (opérateurs, gestionnaires de réseaux...) mettent en place des infrastructures, des véhicules et des services qui permettront de réaliser ces déplacements. C'est ce qu'on appelle l'offre de transport. Un des enjeux d'un réseau de transport est d'adapter l'offre à sa demande. En effet, si l'adéquation entre offre et demande n'est pas satisfaisante, cela occasionnera différents problèmes. Si l'offre est inférieure à la demande, alors certains déplacements des usagers du réseaux de transports ne pourront pas s'effectuer, ou dans de mauvaises conditions : retards, bus ou trains bondés... A l'inverse, si l'offre est supérieure à la demande, alors l'offre inutilisée occasionnera des surcoûts inutiles. L'offre et la demande d'un réseau de transport sont donc deux paramètres qui sont indispensables à prendre en compte lorsqu'on veut s'intéresser au design de celui-ci. La demande est donc un élément caractérisant les réseaux de transports. On peut la définir comme le besoin en mobilité des personnes et des biens sur une période donnée [7]. Il existe plusieurs manières d'estimer la demande dans la littérature. Une première approche consiste à récolter des données à partir des biens et des personnes circulant sur le réseau. On peut faire des mesures sur des tronçons de route, puis de développer des modèles pour généraliser les observations au

réseau tout entier [8]. Plus récemment, les progrès des "big data" ont permis de repérer des patterns de mobilité à partir de données récoltées sur les réseaux de transports [9]. Certaines techniques se basent sur la reconstitution de trajectoires probable grâce aux données récoltées aux antennes 3G et 4G [11]. Il est également possible d'établir de repérer des comportements récurrents des usagers des réseaux de transport à partir des origines et des destinations des déplacements, afin d'essayer d'étendre et d'extrapoler ces comportements à de larges réseaux dans lequel il est impossible de récolter des informations directement à cause de la grande échelle que nécessiteraient les mesures [6]. Si on suppose que l'on ne connaît pas la demande, ou de manière trop incertaine, certaines solutions opérationnelles mettent en place des transports à la demande [1]. Il s'agit de systèmes d'offre qui sont dimensionnés par rapport à une demande pré-établie de manière active par les usagers (réservations). Ces solutions sont, de manière générale, mises en place à une échelle plus petites que celle des transports en commun d'agglomération. Enfin, et sans être exhaustif, on peut également supposer que la demande n'est pas connue à l'avance, et qu'il faut pouvoir s'adapter à n'importe quelle demande, peu importe sa nature en terme de paires origines/destinations, et peu importe son intensité. Cette dernière approche est spécialement intéressante. D'une part, on ne suppose rien sur la demande a priori, ce qui a pour effet d'enlever des biais qui pourraient dégrader la qualité des solutions d'offre que l'on propose. D'autre part, l'étude de la demande future par

rapport aux observations que l'on a pu faire de la demande passée est inefficace en cas de grandes perturbations des réseaux de transport. De telles perturbations surviennent régulièrement sur les réseaux de transport, et peuvent être de différentes natures. Certaines perturbations sont fréquentes et non durables comme celles liées aux heures de pointe, aux départs et retours de vacances, etc... Ces perturbations sont connues et peuvent être anticipées. D'autres perturbations, comme celles liées à la pandémie de COVID-19, ont impacté les réseaux de transports rapidement et de manière durable. Même aujourd'hui, la demande des réseaux de transports est différente de celle avant crise, et il est très difficile de savoir si ces changements sont durables ou non. Ainsi il apparaît important de pouvoir adapter les réseaux de transports de manière dynamique afin qu'ils puissent s'adapter à des situations exceptionnelles. Dans le cadre du smartlab LABILITY, mon sujet de recherche concerne le redimensionnement dynamique des réseaux de transports. Je m'intéresse aux solutions opérationnelles qui permettent d'adapter les réseaux de transports à des perturbations importantes, en particulier à celles qui sont survenues avec la crise liée à la pandémie de COVID-19. J'ai étudié ce problème sous l'angle de trois sujets de recherche : la mise en évidence d'un sous-réseau de bus, le clustering d'origines/destinations et un système de park & ride avec dimensionnement de flotte.

Méthodologie

Dans les trois sujets que nous allons décrire, nous considérons un réseau de bus. En effet, comme nous cherchons des offres de transports dynamiques et flexibles, nous voulons pouvoir réutiliser les infrastructures de place d'une part, et pouvoir adapter facilement le réseau d'autre part. Le réseau de bus permet ces deux choses, bien plus que des modes plus lourds comme le métro ou le tram dont les lignes ne peuvent pas être modifiées facilement.

2.1 Sous-réseau optimal d'un réseau de bus perturbé

Dans ce premier sujet, on considère donc un réseau de bus que l'on cherche à redimensionner, ici à la baisse puisqu'on suppose que la demande est en baisse par rapport à la normale. On considère un réseau de bus $G = (V, E)$, constitué d'un ensemble d'arrêts de bus V reliés entre eux par des arêtes du réseau routier E , et on veut trouver un sous-réseau $V_{sol} \subseteq V$, c'est-à-dire un sous-ensemble d'arrêts de bus qui a de bonnes propriétés. On considère également qu'on connaît la demande comme une matrice origine/destination.

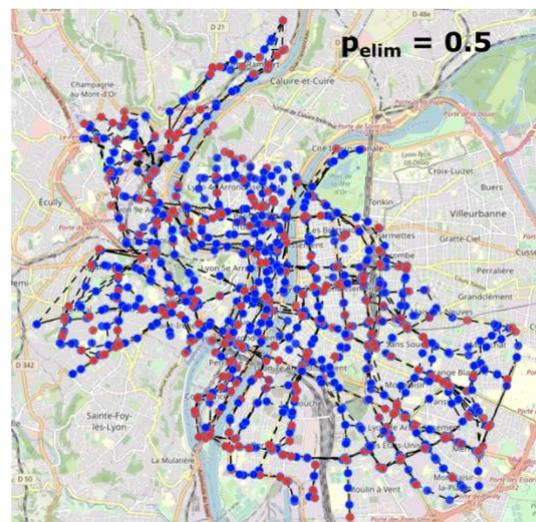


Figure 1: Exemple pour $p_{elim} = 0.5$

D'une part, on veut que le sous-réseau obtenu soit suffisamment réduit par rapport au réseau initial. Pour cela, on définit un paramètre p_{elim} qui représente le pourcentage d'élimination, et on veut que le nombre d'arrêts dans le sous-réseau soit réduit d'un facteur au moins p_{elim} . On veut également que le temps d'accès au réseau n'augmente pas trop. Pour cela, on définit un paramètre $k(u)$, qui pour n'importe quelle origine ou destination potentielle u définit le temps d'augmentation acceptation du temps d'accès au réseau. Cela signifie que pour tout u , si le temps d'accès initial était $d_{acc}(u)$ alors le temps d'accès pour le sous-réseau sera inférieur à $k(u) \times d_{acc}(u)$. Le temps de parcours ne doit pas être trop impacté non plus. Ainsi on définit un paramètre α

tel que pour chaque trajet (o, d) , le temps de parcours n'augmente pas plus que d'un facteur α . Parmi tous les sous-réseaux qui respectent ces contraintes, on choisit le sous-réseau qui minimise le temps de parcours global, c'est-à-dire la somme des temps de parcours pour tous les trajets, pondéré par la demande associée à ces trajets. On donne un exemple d'un sous-réseau obtenu pour $pelim = 0.5$ sur le réseau lyonnais de bus à la Figure 1. Une fois le sous-réseau en termes d'arrêts de bus mis en évidence, nous avons travaillé sur un outil d'aide à la décision permettant aux opérateurs de réseaux de choisir parmi plusieurs scénarios qui représentent un certain équilibre entre la réduction du réseau d'une part, et l'augmentation du temps de parcours d'autre part. Les scénarios se composent donc d'un ensemble de ligne à fermer et de l'augmentation du temps de parcours correspondante.

2.2 Network design basé sur du clustering d'origines/destinations

Dans ce sujet, on suppose qu'on connaît de manière agrégée la demande sur un réseau de transports en commun. On suppose que l'on connaît l'ensemble des paires origines/destinations des déplacements que les usagers veulent effectuer, ainsi que le nombre de personnes concernées. On aimerait construire un réseau de transport en commun permettant d'acheminer les usagers de manière efficace (on détaillera les critères d'évaluation plus loin). On considère un réseau de bus (pour les mêmes raisons que précédemment), et nous proposons un modèle de reconfiguration du réseau qui consiste en plusieurs étapes indépendantes. Soit $G = (V, E)$ le réseau de bus, où V représente les arrêts de bus et E les routes du réseau routier reliant ces arrêts. Le principe global de cette approche est simple : en calculant toutes les origines/destinations (ODs) possibles des usagers, et en les regroupant de manière intelligente, alors on pourra établir des patterns de mobilités qui nous permettront par la suite de construire des lignes de bus efficaces. Afin de regrouper ces ODs, on construit un graphe annexe $G' = (V', E')$ dont

les sommets représentent les paires origine/destination de G . Soient $v_1, v_2 \in V'$, il existe donc $o_1, o_2, d_1, d_2 \in V$ telle que v_1 représente l'origine/destination (o_1, d_1) et v_2 l'origine/destination (o_2, d_2) . On aimerait maintenant relier dans G' deux ODs si elles sont proches. Une manière de faire est de définir un seuil t , qui correspond à un temps que l'on accepte de faire en marchant, et on relie deux sommets de V' si et seulement si la somme des distances séparant les origines et les destinations correspondantes peut être effectuée à pied en un temps inférieur à t . Il existe donc une arête dans G' entre v_1 et v_2 si et seulement si la somme des distances entre les origines et les destinations correspondantes est plus petite qu'un certain seuil t . Formellement, $E' = \{(v_1, v_2) \in V' \times V' \mid d(o_1, o_2) + d(d_1, d_2) < t\}$. Conceptuellement, cela veut dire que si, au lieu d'emprunter une OD $v_1 = (o_1, d_1)$ on emprunte une OD $v_2 = (o_2, d_2)$ et que v_1 et v_2 sont reliés dans G' , alors notre temps de trajet augmentera au maximum de t . Ainsi les ODs correspondantes sont semblables. Une fois le graphe G' ainsi construit, on peut lui appliquer un algorithme de clustering. Il existe de multitudes d'algorithmes de clustering : K-means, Louvain, Spectral clustering... [10]. En prenant en compte la manière dont on a construit G' , le résultat de cet algorithme est donc un ensemble de clusters (de regroupements) rassemblant des sommets représentant des origine/destination semblables. On aimerait maintenant construire des lignes de bus qui desserviraient au mieux ces ODs. Pour chaque cluster, on choisit ensuite un représentant de celui-ci. Ce choix peut varier en fonction des métriques que l'on souhaite utiliser, mais on peut par exemple prendre le noeud qui a le plus grand degré, ou alors celui qui minimise la somme des distances avec les autres sommets de son cluster, pondéré par la demande liée à chaque sommet, puisque chaque sommet représente une origine/destination. On peut visualiser le représentant de chaque cluster en reliant les origines et les destinations correspondante dans le graphe G (Figure 2). A cette étape, on dispose

donc de bons représentant de chaque clusters d'ODs semblables. On voudrait maintenant créer des lignes à partir de ces représentants. Une première manière de faire est de définir une ligne par représentant. Le début et la fin de la ligne correspond à l'origine et à la destination, respectivement, du représentant. Les arrêts intermédiaires doivent être déterminés. Pour ce faire, parmi d'autres possibilités, on peut calculer le plus court chemin entre l'origine et la destination correspondante dans G .

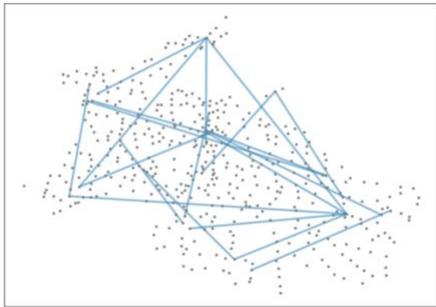


Figure 2: Représentants de clusters de G'

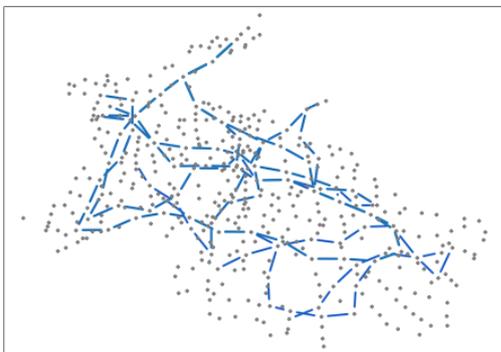


Figure 3: Lignes correspondantes aux représentants des clusters de G'

La Figure 3 montre un tel exemple. Ainsi cette méthodologie permet de construire un ensemble de lignes de bus à partir d'une demande sur un réseau de transport. Ce sujet présente plusieurs étapes indépendantes, dans le sens que l'on peut, si l'on garantie la même sortie d'étape, modifier la méthode permettant de trouver la sortie. Le type d'algorithme de clustering, la détermination du représentant de chaque cluster, la méthode pour déterminer les arrêts intermédiaires d'une ligne sont des choix. Dans le déroulé ci-dessus, on a

présenté un choix possible parmi d'autres. Le réseau de bus que l'on obtient en sortie de cette méthodologie comporte des propriétés intéressantes. D'une part, pour construire G' , on peut prendre toutes les paires origines/destination de G sans tenir compte de la demande, *i.e.* du nombre de personnes qui les empreinte. Cela permet de ne pas favoriser spécialement les trajets périphérie/centre-ville, et donc d'instaurer à la fois une équité entre les origine/destination, mais aussi faciliter les trajets de périphérie à périphérie qui, on le sait, sont souvent difficiles à effectuer dans les grandes agglomérations. De plus, on peut facilement conseiller un itinéraire aux usagers du réseau de bus. En effet, supposons qu'un usager veuille faire le déplacement $(o, d) \in V^2$. Alors on peut lui conseiller d'emprunter la ligne, construite à partir du représentant du cluster C de G' dans lequel se trouve le sommet $v = (o, d)$. En outre, on peut quantifier facilement en fonction de t le temps à pied qu'il devra effectuer pour arriver à sa destination d'après le diamètre du cluster C . On peut donc conseiller à n'importe quel usager de prendre une unique ligne de bus pour atteindre sa destination, peu importe son trajet. Ceci permet de dimensionner facilement l'offre de transports pour chaque ligne (fréquence des passages, capacité des véhicules) afin de répondre au mieux à la demande tout en respectant des contraintes difficiles à satisfaire en temps normal, comme la distanciation sociale par exemple.

2.3 Système de Park and Ride avec dimensionnement de flotte

Lorsqu'on considère un moyen de transport, il y a un équilibre à trouver entre deux aspects contradictoires. D'une part, lorsque l'on se déplace, on aspire à avoir beaucoup de flexibilité et d'efficacité. Flexibilité au niveau de horaires de départ, au niveau des lieux de départ et d'arrivée, et efficacité en termes de temps d'attente, temps d'accès, temps de parcours... Malheureusement, celui qui maximise la flexibilité et l'efficacité est le transport individuel comme la voiture individuelle par exemple. En l'utilisant, on part quand on veut,

on part d'où on veut et on arrive où l'on veut et il n'y a aucun temps d'attente ni de correspondance. Cependant, on sait que si tout le monde utilise la voiture individuelle, alors des problèmes macroscopiques apparaissent : congestion, augmentation du temps de parcours, pollution, émissions abusives de gaz à effets de serre... Ainsi il est indispensable de mutualiser un certain nombre de trajets afin d'augmenter l'efficacité globale du réseau. Cet équilibre entre équilibre utilisateur et optimum global est un grand enjeu lorsqu'on s'intéresse aux services de mobilité. Le Park and Ride est un système de transport innovant, qui se base sur le constat que le centre-ville des grandes agglomérations est encombré. Certaines villes ont restreint l'accès à leur centre-ville aux véhicules individuels. Cependant, la demande pour atteindre le centre-ville reste forte, et les usagers doivent trouver un moyen de se déplacer vers leurs destinations. On se propose de modéliser un problème de Park and Ride. Dans ce problème, on dispose de hubs qui peuvent être des pick-ups (points de ramassage), ou des drop-offs (points de chute). Les usagers voulant se rendre en centre-ville se rendent à un drop-off en périphérie, où une navette de transports en commun les attend pour les mener à un drop-off. Le trajet entre le drop-off et la destination peut en général être faite à pied ou grâce à un autre mode de transport doux. On montre un exemple d'un tel trajet à la Figure 4. On dispose d'un certain nombre de hubs potentiels. Il s'agit de parkings (de différentes capacités) qu'on pourrait construire afin de permettre aux navettes publiques de stationner, et de faire des manoeuvres.

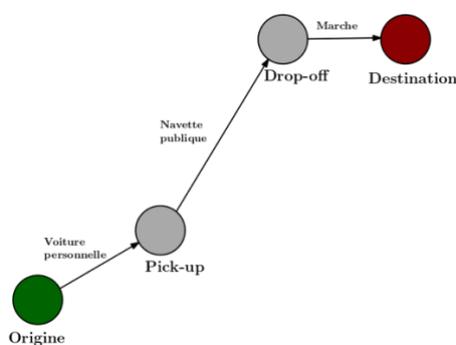


Figure 4:
Trajet type dans un système de Park and Ride

On suppose qu'on connaît la demande en terme de paires d'origines/destinations ainsi que le temps de parcours sur tout le réseau. Le problème de Park and Ride consiste à décider, parmi les hubs potentiels, lesquels construire afin d'acheminer de manière rapide les usagers de leur origine à leur destination. Il faut également décider parmi tous les types de navettes disponibles lesquelles utiliser afin de minimiser le coût opérationnel tout en garantissant que la capacité maximale des navettes ne soit pas dépassée. Cette dernière partie concernant le dimensionnement de la flotte de véhicule est nouvelle dans la littérature et complexifie fortement la résolution du problème. De plus, nous considérons différents scénarios, où la demande et les temps de parcours sont différents. On pourra par exemple considérer un scénario dit "normal", et un où les conditions de circulation et la demande sont perturbées (évacuation, événement exceptionnel...). Il faudra tenir compte des probabilités d'occurrence des scénarios, que nous supposons connues, pour avoir un coût moyen minimal. Le système de Park and Ride permet donc de redimensionner les réseaux de transports, et le choix des différents hubs à ouvrir peut varier dans le temps, s'adaptant ainsi aux scénarios qui peuvent changer. Ainsi le temps d'exécution nécessaire à trouver le choix optimal de hubs à ouvrir doit être suffisamment petit pour permettre de s'adapter dynamiquement aux scénarios qui peuvent survenir. Nous avons développé de nouveaux algorithmes de résolutions pour le problème de Park and Ride avec dimensionnement de flotte, permettant de résoudre des instances (simulées) réalistes. Les principaux résultats pour ce sujet sont pour l'instant théoriques puisqu'il s'agit de montrer que les algorithmes de résolution développés peuvent résoudre des instances de plus grandes tailles que les logiciels industriels connus. Il sera intéressant (et c'est un travail en cours) de construire des instances réelles afin de pouvoir constater la qualité des solutions proposées.

Perspectives et implications opérationnelles

Les trois sujets composant mon axe de recherche au sein du smartlab LABILITY concernent le redimensionnement dynamique des réseaux de transports. L'enjeu est de proposer des solutions opérationnelles qui permettraient aux opérateurs de réseaux de trouver des solutions pour répondre de manière rapide et efficace à des changements soudains tels qu'on a pu les vivre ces dernières années avec la crise liée au COVID-19. J'espère que ce travail pourra intéresser les collectivités, les opérateurs de réseaux de transports ou les entreprises privées qui voudraient pouvoir s'adapter à des perturbations de manière flexible. Chacun des sujets que nous avons développés comporte deux parties : une théorique et une applicative. La partie théorique n'est pas développée dans ce document qui n'a pas pour but de développer les aspects les plus techniques. Cependant, j'invite les personnes intéressées par ces aspects à me contacter ou à consulter les articles scientifiques détaillant mes travaux [2–5]. Concernant la partie applicative, elle a été faite avec des données réelles (ou réalistes concernant la demande) sur la région de Lyon. Il serait très intéressant de pouvoir comparer si les résultats obtenus sont comparables avec des données de la région parisienne. La partie applicative pourra, je l'espère, servir de preuve de concept et devra si elle est réutilisée, être améliorée afin de coller plus encore aux contraintes réelles que les opérateurs de réseaux peuvent avoir. En effet, de nombreuses hypothèses simplificatrices ont été effectuées (dont certaines qui n'ont pas été explicitées dans ce documents), et il convient donc de les discuter afin de constater si elles correspondent aux contraintes terrain des différents acteurs.

Références :

- [1] Jean-François Cordeau, Gilbert Laporte, Jean-Yves Potvin, and Martin WP Savelsbergh. 2007. Transportation on demand. *Handbooks in operations research and management science* 14 (2007), 429–466.
- [2] Matthieu Guillot, Angelo Furno, El-Houssaine Aghezzaf, and Nour-Eddin El Faouzi. 2022. Optimal downsizing of the bus network in Lyon during the COVID-19 pandemic. *Tristan XI, Mauritius Island* (2022).
- [3] Matthieu Guillot, Angelo Furno, El-Houssaine Aghezzaf, and Nour-Eddin El Faouzi. 2022. Sous-réseau optimal d'un réseau de transports perturbé. *ROADEF* (2022).
- [4] Matthieu Guillot, Angelo Furno, El-Houssaine Aghezzaf, and Nour-Eddin El Faouzi. 2022. Transport Network Design Based on Origin/Destination Clustering During the COVID-19 Pandemic Use Case. *6th Conference on Sustainable Urban Mobility, Greece* (2022).
- [5] Matthieu Guillot, Angelo Furno, El-Houssaine Aghezzaf, and Nour-Eddin El Faouzi. 2022. Transport network downsizing based on optimal sub-network. *Communications in Transportation Research* 2 (2022), 100079.
- [6] Pierre-Antoine Laharotte, Romain Billot, Etienne Come, Latifa Oukhellou, Alfredo Nantes, and Nour-Eddin El Faouzi. 2014. Spatiotemporal analysis of bluetooth data: Application to a large urban network. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems* 16, 3 (2014), 1439–1448.
- [7] Kenneth Small, Clifford Winston, et al. 1998. The demand for transportation: models and applications. *Technical Report*.
- [8] OZ Tamin and LG Willumsen. 1989. Transport demand model estimation from traffic counts. *Transportation* 16, 1 (1989), 3–26.
- [9] Jameson L Toole, Serdar Colak, Bradley Sturt, Lauren P Alexander, Alexandre Evsukoff, and Marta C González. 2015. The path most traveled: Travel demand estimation using big data resources. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* 58 (2015), 162–177.
- [10] Dongkuan Xu and Yingjie Tian. 2015. A comprehensive survey of clustering algorithms. *Annals of Data Science* 2, 2 (2015), 165–193.
- [11] Yongmei Zhao, Hongmei Zhang, Li An, and Quan Liu. 2018. Improving the approaches of traffic demand forecasting in the big data era. *Cities* 82 (2018), 19–26.

LES SURFACES DEPOLLUANTES A BASE DE NANOSTRUCTURES D'OXYDE DE ZINC

Marie Le Pivert, Nicolas Hautière, Frédéric Bourquin, Yamin Leprince

COSYS-Université Gustave Eiffel

Depuis plusieurs années, l'accumulation de connaissances sur les impacts sanitaires de la pollution a accru la nécessité d'avoir un air sain incitant ainsi aux contrôles des émissions mais aussi au développement de techniques de traitement ^[1,2]. Ainsi, le laboratoire ESYCOM de l'Université Gustave Eiffel (UGE) s'est intéressé depuis une quinzaine d'années à l'étude des nanostructures (NSs) d'oxyde de zinc (ZnO) et plus récemment au développement de surfaces dépolluantes photocatalytiques à base de NSs de ZnO pour purifier l'air et l'eau.

Par son faible coût, sa non-sélectivité face aux polluants et sa facilité de mise en œuvre, la photocatalyse, connue depuis plusieurs années, est apparue comme une réponse potentielle aux problèmes de pollution en raison de sa capacité à dégrader et minéraliser des contaminants grâce à la présence d'un photocatalyseur et de lumière dans le milieu pollué.

Dans ce contexte, dans le cadre du module « enrobés du futur (EdF) du projet I-Street, lauréat de l'appel à projets « Route du futur » de l'ADEME en 2017 dans le cadre des programmes d'investissement et d'avenir (PIA), des travaux de recherche sur le développement de routes dépolluantes photocatalytiques ont débuté au laboratoire ESYCOM en partenariat avec le laboratoire IMSE du département COSYS de l'UGE et l'entreprise EIFFAGE. Afin de parvenir à cet objectif, une nouvelle méthode de fonctionnalisation de surfaces du génie civil, telles que des surfaces minérales (granulats) ou céramiques (carrelages), par croissance hydrothermale directe de NSs d'oxyde de zinc (ZnO) a été développée. La méthode proposée se voulait au plus proche de la source des polluants, efficace, à moindre coût et à moindre impact écologique (fabrication, développement, exploitation...). Ces travaux ont permis d'obtenir des premières preuves du concept ^[3,4].

C'est pourquoi, en 2021, dans le cadre du projet Smartlab Lability de l'Université Gustave Eiffel, action financée par la Région Île de France dans le cadre de la convention N° 20012741, les objectifs étaient : (1) de valider et consolider le concept d'infrastructure dépolluante en finissant l'analyse de données issues de campagnes d'essais dans une mini-ville, chambre climatique Sense-City (UGE, Mame-la-Vallée, 400 m², 3 200 m³), et en publiant un article international ^[5]; (2) de fonctionnaliser des bétons perméables et amovibles avec des NSs de ZnO et d'évaluer leur performance conjointement avec le projet E3S (2020, ANR via PIA, France, référence ANR-16-IDEX-0003); (3) d'amorcer l'évaluation des propriétés bactéricides de ces surfaces. Ce rapport tente d'illustrer le principe de la photocatalyse, la méthode de production des matériaux dépolluants, les résultats obtenus dans le cadre du projet Smartlab Lability et l'originalité des résultats par rapport aux connaissances existantes.

I. Principe de la photocatalyse

La photocatalyse est un procédé oxydatif très connu qui repose sur l'utilisation d'une source lumineuse et d'un photocatalyseur, qui est le plus souvent un semi-conducteur (SC) à bande large (Figure 1). Dans ce procédé de dépollution, qui peut s'appliquer aussi bien dans l'air que dans l'eau, la lumière sert de source d'activation au SC, qui absorbe la lumière d'énergie supérieure ou égale à la valeur de sa bande interdite. La bande interdite pour un SC intrinsèque est définie comme la valeur énergétique séparant sa bande de valence (BV), remplie d'électrons, de sa bande de conduction (BC), vide. Cette activation lumineuse du SC permet la migration des électrons de la BV vers la BC générant ainsi des charges positives, appelées trous, dans la BV. Ces paires électron-trou photo-générées peuvent ensuite réagir avec les molécules d'eau et de dioxygène adsorbées à la surface du SC pour former par photo-oxydation et/ou photo-réduction des radicaux libres (OH[•], O^{2•-}). Ces radicaux libres peuvent par la suite dégrader et minéraliser un grand nombre de polluants en raison de leur fort pouvoir oxydant et de leur non-sélectivité. La minéralisation correspond à la conversion des polluants en petites molécules inoffensives et naturellement présentes dans la nature telles que l'eau, le dioxyde de carbone et certains sels minéraux. Il est également important de noter que la dégradation et la minéralisation peuvent avoir lieu par voie directe entre le polluant adsorbé et le SC photo-activé.

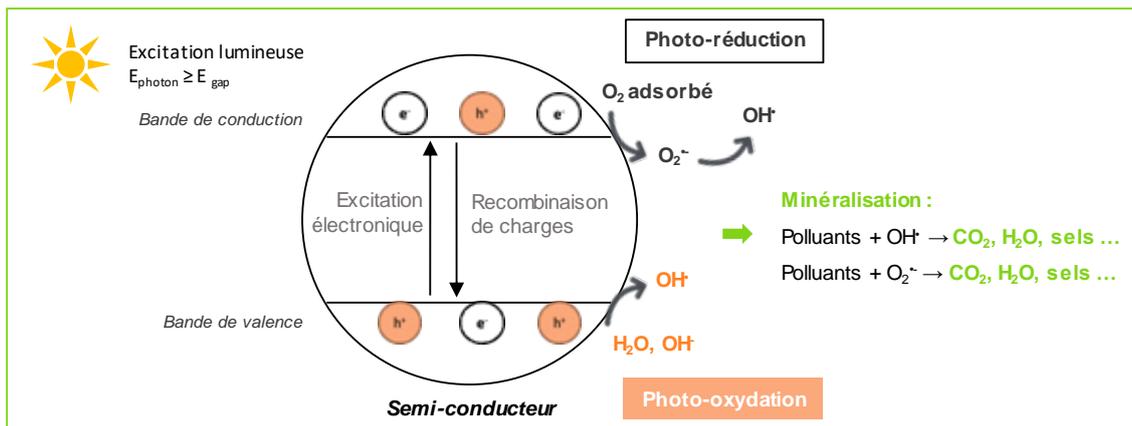


Figure 4. Schéma du principe de photocatalyse.

Les deux principales limitations à l'utilisation de cette technique de dépollution sont le choix du photocatalyseur et la durée de vie des paires électron-trou photo-générées. La durée de vie des paires électron-trou correspond au temps que met un électron excité dans la BC à retourner dans la BV dans un état non excité. La durée de vie des paires électron-trou est définie par le choix du SC définissant lui-même si une activité photocatalytique est possible. Il est en effet important de souligner que tous les SC ne sont pas de bons photocatalyseurs pour la purification de l'environnement. Il est nécessaire que le SC choisi possède les bonnes valeurs énergétiques de BC et BV pour permettre la formation de radicaux libres. Le dioxyde de titane (TiO_2) et l'oxyde de zinc (ZnO) sont parmi les photocatalyseurs les plus connus [6,7].

II. Fonctionnalisation des surfaces avec des nanostructures d'oxyde de zinc

Depuis 2017, la méthode retenue afin de fonctionnaliser les surfaces du génie civil est la synthèse hydrothermale en deux étapes en raison de sa facilité de mise en œuvre, de son faible coût et de sa faible consommation énergétique comparé à d'autres méthodes de fonctionnalisation (Figure 2). Dans le cadre du projet I-Street, des premières preuves de faisabilité avaient été apportées ainsi qu'une première mise à l'échelle de la production en passant d'un réacteur mono-échantillon avec 300 mL de solution de croissance à un réacteur pluri-échantillons avec 8L de solution de croissance [5].

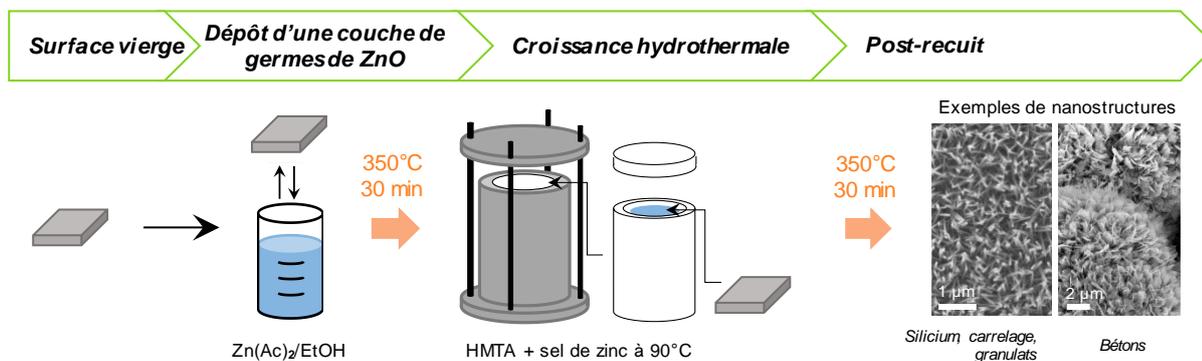


Figure 5. Schéma des étapes de fonctionnalisation de surfaces et exemples de morphologies obtenues.

Dans le cadre des projets Smartlab Lability et E3S, l'objectif était d'optimiser et adapter cette méthode en fonction du matériau de construction utilisé : évaluer la nécessité du dépôt d'une couche de germes ; évaluer le temps de croissance optimum ; évaluer la nécessité du post-recuit. Ces études ont permis de sélectionner les conditions de synthèse résumées dans le tableau 1. Les détails de l'influence du matériau de construction sur les mécanismes de croissance, la morphologie des NSs de ZnO et les propriétés photocatalytiques ne sont pas discutés dans ce rapport mais le sont dans des revues internationales permettant la diffusion et le partage de connaissances le long des différents projets [3-5,8,9].

Tableau 6. Résumé des conditions de fonctionnalisation de surface en fonction du type de matériau.

Type de matériau	Dépôt d'une couche de germes de ZnO	Durée de la croissance hydrothermale optimale	Post-recuit
------------------	-------------------------------------	---	-------------

Carrelage [4]	Réalisation d'un dépôt (Optimisation non étudiée)	2h (non optimisé)	(Temps 30 min 350°C)	Nécessaire
Granulats	Réalisation d'un dépôt (Optimisation non étudiée)	2h (non étudiée)	(Optimisation non étudiée)	30min 350°C (Optimisation non étudiée)
Béton [4,8]	Non nécessaire	1h30 (optimisé)	(Temps)	Non nécessaire mais semble permettre une amélioration de la cristallinité
Zinc [9]	Non nécessaire	2h (non étudiée)	(Optimisation non étudiée)	Non nécessaire mais semble permettre une amélioration de la cristallinité et la durabilité

III. Dépollution de l'air dans la chambre climatique Sense-City

Dans le cadre du projet I-Street, des surfaces dépolluantes à base de pavés de carrelages fonctionnalisés (1,89m²) et à base d'enrobé à froid bitumineux (monocouche de granulats fonctionnalisés sur une émulsion de bitume à froid, 2m²) ont été testées dans une chambre climatique, Sense-City UGE, polluée par une voiture à essence et sous différentes conditions climatiques (Figure 3). Afin de valider les résultats et d'étudier plus en détails ces surfaces, deux campagnes ont été menées en 2019 et 2020. Un des objectifs dans le cadre du projet Smartlab Lability était l'analyse des données et la publication de ces résultats à l'international.

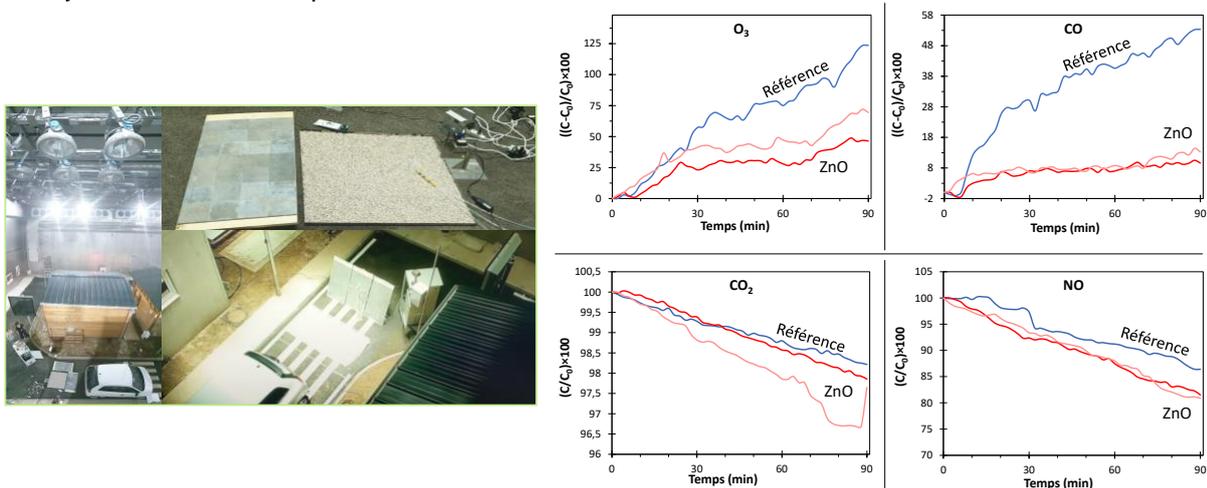


Figure 6. Photos des surfaces dépolluantes à base de nanostructures de ZnO dans la chambre climatique Sense-City et exemples de résultats obtenus (2 murets de carrelages et une route en bitume sous lumière solaire à 30°C and RH = 45%).

Ils ont également mis en évidence une synergie entre ces polluants mais aussi avec le type de support étudié permettant ainsi d'ouvrir une nouvelle perspective sur le choix d'infrastructures appropriées et le plus écologiques possible. En effet, faisant écho à une étude première du genre sur l'émission de polluants par les routes bitumineuses menée à l'Université de Yale ^[10], ces résultats ont témoigné d'une participation des routes bitumineuses à l'émission de pollution sous rayonnement solaire. Ainsi dans le cadre du projet E3S et du Smartlab

Lability, l'idée était d'étudier et comparer différents types de route (carrelages, bitumineuse avec granulats, bétons). A date, cette étude est restée à l'échelle du laboratoire avec l'étude et l'optimisation de la fonctionnalisation des surfaces de bétons [8].

IV. Propriétés bactéricides : étude préliminaire sur la bactérie *Pseudomonas Putida*

En raison de contraintes techniques, l'activité bactéricide du ZnO n'a pas pu être testée lors du projet Smartlab Lability. Des tests préliminaires ont été réalisés fin 2022 en collaboration avec Mme S. Rossano et Mme A. Perez du Laboratoire Géomatériaux et Environnement de l'UGE. Ces tests sous différentes conditions ont conduit à l'endommagement des échantillons. Cependant, des résultats encourageants ont été obtenus comme en témoigne la Figure 4 avec l'absence de colonies de bactéries vivantes en présence de NSs de ZnO. Toutefois, à cette date, par manque de duplicata et d'expériences quantitatives, les propriétés bactéricides des NSs de ZnO ne peuvent pas être confirmées.

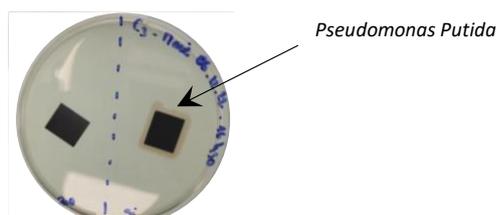


Figure 7. Photo d'une boîte de Pétri permettant le développement de bactéries *Pseudomonas Putida* à la suite d'une contamination de surfaces de silicium avec (à gauche) et sans ZnO (à droite).

V. Originalité des résultats par rapport aux connaissances existantes

L'utilisation de surfaces photocatalytiques, comme surfaces autonettoyantes, antibactériennes et dépolluantes, est connue. Des matériaux, tels que des bétons, des carrelages et des peintures, ont déjà été commercialisés. Toutefois, la majorité de ces technologies utilisent des nanoparticules (NPs) de TiO_2 . Or, l'utilisation de NPs peut nuire à la santé. De plus, l'intégration du SC se fait souvent dans la masse des matériaux réalisés. La photocatalyse fonctionnant grâce à la lumière et au contact de la pollution, un SC dans la masse du matériau sera donc inutile. C'est donc dans le choix du SC et de la méthode d'intégration que s'inscrit notre innovation. En effet, la production de surfaces dépolluantes et le choix du SC devaient répondre à certaines exigences afin de rendre la solution adaptée à un développement à grande échelle tout en étant la plus écologique possible. Le SC devait être un bon photocatalyseur, non toxique, abondant, stable, et répondant aux exigences sur sa synthèse sous forme de NSs. La synthèse de NSs devait, quant à elle, utiliser des conditions relativement douces et adaptables aux matériaux de construction, être le plus économique et écologique possible, ne pas être chronophage et consommatrice de nombreux produits chimiques, contribuer à synthétiser des NSs dont au moins une des dimensions est de l'ordre du μm afin d'éviter les problèmes occasionnés par les NPs. La croissance hydrothermale de NSs de ZnO a donc été retenue pour la fonctionnalisation des surfaces. A la suite d'entretiens avec Matrice et des industriels du domaine, d'autres pistes d'intégration sont envisagées en remplaçant le TiO_2 par du ZnO dans des solutions commercialisées.

Références

- [1] A. Aigle, et al., Spatio-temporal variations in chemical pollutants found among urban deposits match changes in thiopurine S-methyltransferase-harboring bacteria tracked by the tpm metabarcoding approach, *Sci. Total Environ.* 767 (2021) 145425.
- [2] Santé Publique France, Pollution de l'air ambiant : nouvelles estimations de son impact sur la santé des Français, Communiqué de presse Santé Publique France le 14 avril 2021.
- [3] M. Le Pivert, et al., Direct growth of ZnO nanowires on civil engineering materials: smart materials for supported photodegradation, *Microsyst. Nanoeng.* 5 (2019) 57.
- [4] M. Le Pivert, et al., Smart ZnO decorated optimized engineering materials for water purification under natural sunlight, *Constr. Build. Mater.* 257 (2020) 119592.
- [5] M. Le Pivert, et al., ZnO nanostructures based innovative photocatalytic road for air purification, *J. Cleaner Prod.* 318 (2021) 128447.
- [6] C. Marien, et al., Kinetics and mechanism of Paraquat's degradation: UV-C photolysis vs UV-C photocatalysis with TiO_2/SiC foams, *J. Hazardous Mater.* 370 (2019) 164-171.
- [7] S. Sakthivel, et al., Solar photocatalytic degradation of azo dye: comparison of photocatalytic efficiency of ZnO and TiO_2 , *Sol. Energy Mater. Solar Cells* 77 (2003) 65-82.
- [8] M. Le Pivert, et al., Photocatalytic Concrete Developed by Short Seedless Hydrothermal Method for Water Purification, *Catalysts* 12 (2022), 1620.
- [9] M. Le Pivert, et al., Direct One-Step Seedless Hydrothermal Growth of ZnO Nanostructures on Zinc: Primary Study for Photocatalytic Roof Development for Rainwater Purification, *Catalysts* 12 (2022), 1231.

- [10] P. Khare, et *al.*, Asphalt-related emissions are a major missing nontraditional source of secondary organic aerosol precursors, *Sci. Adv.* 6 (2020) 1-14.

LIEUX ET ESPACES DE TRAVAIL DANS LES ORGANISATIONS HYBRIDES DU TRAVAIL

Une analyse des répercussions spatiales du télétravail sur les entreprises franciliennes

Julie Perrin, Anne Aguiléra, Laurent Terral

Smart Lab LABILITY, Laboratoire Ville Mobilité Transport, Université Gustave Eiffel, Ecole des Ponts.

Contexte et questions de recherche

L'essor du numérique a contribué à une transformation importante du travail de bureau, y compris d'un point de vue spatial (Halford, 2005 ; Benedetto-Meyer & Boboc, 2021 ; Shearmur, 2021). Les lieux de travail - définis ici comme les lieux dans lesquels les actifs réalisent leurs missions professionnelles durant leur temps de travail - se diversifient et deviennent plus variables, avec des usages parfois seulement temporaires (Crague, 2003 ; Lejoux & Pochet, 2019). En particulier, des formes hybrides d'organisation du travail salarié se sont développées, articulant travail sur site et travail à distance (Minchella, 2021 ; Sailer *et al.*, 2022). Celui-ci recouvre une diversité de pratiques et de lieux, fréquentés de façon plus ou moins régulière, fixe ou temporaire.

Si de nouvelles spatialités du travail apparaissent, elles demeurent peu connues. En particulier, le travail à distance est souvent associé au seul télétravail au domicile (principal), certes majoritaire mais pas exclusif d'autres pratiques (IPR, 2022).

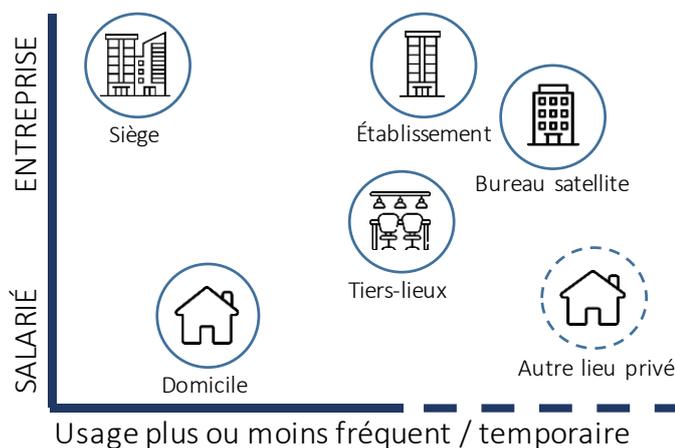


Figure 8 : les organisations hybrides du travail et lieux de travail à distance

Réalisation : J. Perrin (design par new7ducks / Freepik).

Cette recherche s'inscrit dans les champs de la géographie et de l'aménagement, et mobilise

également des approches relevant de la sociologie et des sciences de gestion. La question spatiale est appréhendée à différentes échelles – localisation, aménagement des espaces de travail, lieux en réseau – avec un intérêt particulier pour les lieux de travail à distance. De quelle façon les entreprises tertiaires s'adaptent-elles à la diversification des lieux du travail ? Plus de deux ans après la pandémie, comment analyser les liens entre travail à distance et gestion des lieux et des espaces de travail ?

Différents lieux potentiels de travail sont pris en compte, relevant de l'entreprise ou du salarié, pouvant être utilisés de façon plus ou moins fréquente et plus ou moins temporaire (**Error! Reference source not found.**) :

- le bureau classique : le lieu de rattachement de l'emploi au sein des locaux de l'entreprise (ici le siège social) ;
- pour les entreprises composées de plusieurs établissements s'ajoutent les autres locaux gérés par l'entreprise (autres établissements, antenne, bureau satellite, etc. ;
- le domicile principal des salariés ;
- les autres lieux privés : résidences secondaires, familiales, de proches ou encore location temporaire des résidences privées ;
- les espaces de co-working ou autres tiers lieux d'activités.

À ces lieux peuvent s'ajouter d'autres lieux publics (bibliothèque) ou de la mobilité (café, gare, espaces d'attentes, hôtel¹) qui n'ont pas été directement mobilisés dans cette recherche.

Méthodologie

L'analyse porte sur les politiques et stratégies d'entreprises quant à la gestion des lieux du travail, en prenant appui sur l'étude des entreprises privées ayant des activités de bureaux et dont le siège social

¹ Dans le cadre de ce projet LABILITY, Orane Langoumois a réalisé un stage de M1 Urbanisme et Aménagement portant sur les hybridations entre lieux du tourisme et lieux du travail en 2022.

français est situé en Île-de-France (**Error! Reference source not found.**).

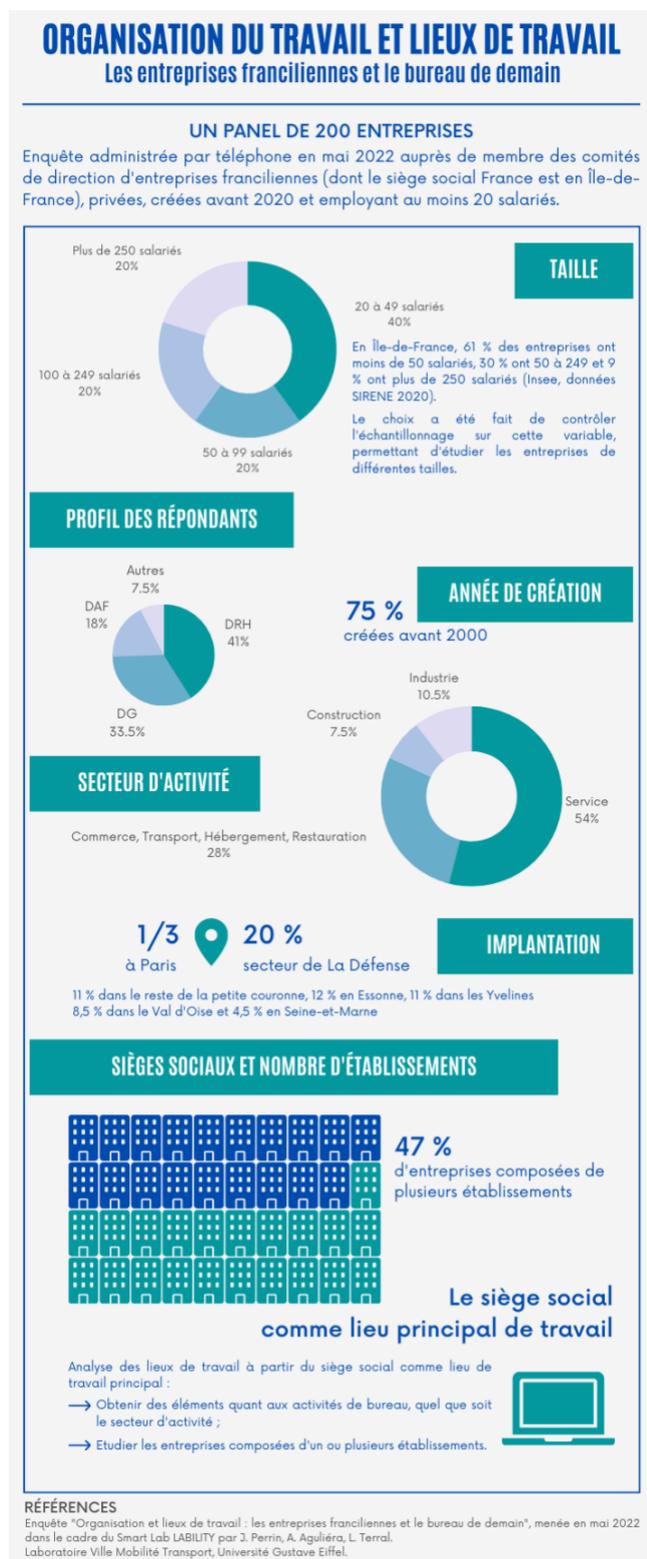


Figure 9 : présentation du panel de l'enquête Organisation et lieux de travail
 Réalisation : J. Perrin.

² Il a été administré en dehors des périodes d'obligation ou incitatives au télétravail mises en place par le gouvernement français dans le cadre de la pandémie de Covid-19.

L'objectif est de comprendre, dans le cas d'entreprises dont les emplois (ou une partie) sont télétravaillables, **comment la diversité des lieux du travail est prise en compte et gérée à partir d'une analyse de l'organisation du travail et de ses dimensions spatiales**. Après une phase exploratoire (observation, entretiens auprès d'acteurs de l'immobilier de bureau, d'aménageurs et de partenaires du projet), **une enquête par questionnaire a été menée auprès d'entreprises franciliennes**. Réalisé avec l'objectif de mieux comprendre les évolutions récentes et de qualifier les effets de la pandémie², le questionnaire aborde des éléments relatifs à l'organisation spatiale du travail du point de vue des locaux de l'entreprise (sièges sociaux) ainsi que des autres lieux possibles du travail.

Distinguant les entreprises composées d'un ou plusieurs établissements (**Error! Reference source not found.**), l'enquête permet d'identifier à partir des locaux et des salariés (de l'entreprise ou rattachés au siège social s'il y a plusieurs établissements), différentes configurations d'organisation spatiale, plus ou moins diversifiée et fragmentée.

Résultats

Une diffusion du télétravail, pas une généralisation

Les premiers mois de la pandémie se sont traduits par une expérimentation contrainte et massive du télétravail, entraînant une diffusion et une formalisation de sa pratique (IPR, 2022 ; DARES, 2022). Les résultats de cette recherche contribuent à caractériser **cette diffusion**. L'indicateur retenu ici est **le télétravail régulier**, désignant pour l'entreprise le fait qu'**une partie des salariés télétravaille au moins un jour par semaine**. La mise en place de télétravail régulier est ici appréhendée comme révélatrice d'une politique d'entreprise concernant le télétravail.

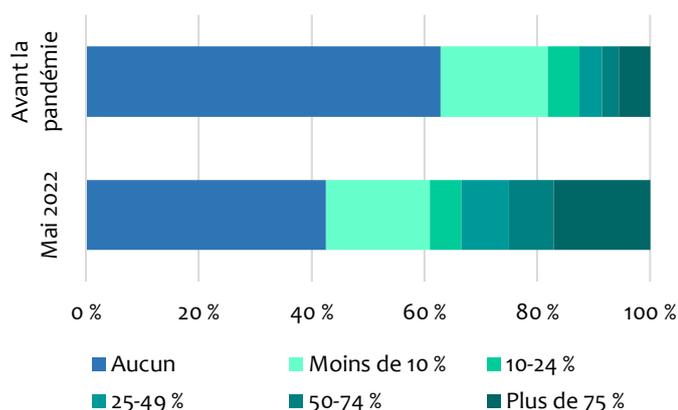
Nos données permettent de comparer la part des entreprises ainsi que la proportion de salariés concernés³ avant la pandémie et deux ans après, (**Error! Reference source not found.**) :

- 38 % des entreprises du panel avaient des télétravailleurs réguliers début 2020,
- 58 % en 2022.

³ Question *Quelle proportion de salariés (du siège) télétravaillait au moins un jour par semaine (au domicile ou dans d'autres lieux) avant la pandémie (mars 2020) / actuellement (i.e. mai 2022) ?*

Nous constatons que plus d'entreprises sont concernées, avec des différences notables selon la taille (+ 25 points pour les entreprises de taille moyenne) et le secteur (+ 24 points pour les services). La pratique du télétravail régulier concerne également **davantage de salariés** : plus de la moitié des salariés sont concernés dans 43 % des entreprises avec des télétravailleurs réguliers en 2022 (contre 23 % avant mars 2020). Les rythmes ont également évolué, avec en moyenne **une augmentation du nombre de jours de travail à distance**⁴.

Figure 10 : Répartition des entreprises selon la proportion de salariés télétravaillant régulièrement



Sources : enquête 2022. Réalisation : J. Perrin.

Il est notable que 42 % des entreprises n'aient aucun salarié télétravaillant régulièrement en 2022 : il s'agit davantage de petites entreprises, avec une surreprésentation du secteur « Commerce, transport, hébergement et restauration ».

S'il n'y a pas de généralisation du télétravail régulier, y compris pour les activités des sièges sociaux, la diffusion reste importante et à différents niveaux. Elle se traduit par le **développement d'organisations hybrides du travail**, associant **travail sur site et travail à distance** dans d'autres lieux, articulant des enjeux à la fois « dans les murs » et « hors les murs » de l'entreprise.

Implantation et devenir des bureaux : des projets de réaménagement, reflets d'une période d'adaptation

Les premiers mois de la pandémie ont alimenté de nombreuses interrogations quant à l'avenir du bureau classique, notamment concernant ses

surfaces, mais aussi sa localisation. L'enquête a offert un éclairage sur la perception des locaux (du siège) par les équipes dirigeantes, sur l'organisation des locaux ainsi que sur les projets les concernant. Interrogés sur huit critères relatifs au secteur d'implantation, à l'agencement et à la gestion des locaux⁵, une majorité des répondants estiment que les locaux répondent de façon satisfaisante aux besoins de l'entreprise y compris concernant la localisation (85 % de satisfait, 9 % d'assez satisfait), la surface (88 % de satisfait, 9 % d'assez satisfait) ou encore le coût (74 % de satisfait, 19 % d'assez satisfait). En plus du profil de répondants, ces retours peuvent s'expliquer par l'attention apportée aux locaux des sièges sociaux par les entreprises. Par ailleurs, 4 % des entreprises du panel ont déménagé depuis 2020.

Interrogées quant à des projets de déménagement, de variation de la surface occupée par leur bureau ainsi qu'en matière d'agencement de ces espaces, **29 % des entreprises du panel envisagent des évolutions** sur l'un ou plusieurs de ces aspects. Elles sont près de 10 % à avoir en projet un déménagement (pour 3 % la décision est prise). Cela étant, Les projets concernent ici des relocalisations à proximité immédiate ou un rapprochement des espaces centraux plutôt qu'une délocalisation en dehors de l'Île-de-France : les critères d'accessibilité et de centralité des sièges sociaux ont donc été renforcés par la pandémie. Par ailleurs, peu de projets de réduction des surfaces ont été mentionnés au sein de notre panel (1,5 %)⁶, alors que près de **23 % signalent des projets de réaménagement des locaux** (pour 7 % la décision est prise). Il s'agit à la fois d'**adapter les bureaux aux usages** (expression de besoins accrus concernant les espaces de travail collaboratif), de rendre flexible l'usage de certains espaces (une attention croissante est apportée aux espaces de convivialité et de restauration)⁷ et d'accompagner le « retour au bureau » des salariés après les périodes de confinement et d'incitation forte au travail à distance. Plus de la moitié des projets étaient envisagés avant la pandémie.

Si cette recherche comme différents travaux se sont intéressés à de possibles déménagements des

⁴ Dans l'enquête, les rythmes les plus répandus en 2022 sont 2 jours (38 %) et 1 jour (35 %) par semaine. Différentes études soulignent une intensification du rythme (DARES, 2022 ; IPR, 2022 ; voir la synthèse de la recherche LABILILTY menée par E. Pigalle).

⁵ 60 % des entreprises sont en location et 2 % sont hébergés dans le cadre d'un contrat de prestation de service (location temporaire).

⁶ La diffusion du télétravail est venue renforcer le fait que les bureaux ne soient que partiellement occupés (en raison des différentes activités professionnelles, des congés, RTT etc.), alimentant cette idée.

⁷ 41 % des entreprises du panel ont des locaux reposant sur une organisation de type *flex office* (au moins en partie) et 18 % moins de postes de travail que de salariés. Davantage de *flex office* est cité par 40 % des entreprises ayant des projets de réaménagement.

entreprises comme des salariés⁸, d'autres évolutions se répercutent sur l'organisation spatiale du travail. C'est le cas de politiques RH hésitant moins à **élargir le bassin de recrutement**⁹. Au sein de notre panel, 77 % des entreprises indiquent avoir élargi leur bassin de recrutement en Île-de-France, 15 % en France et 4 % à l'étranger. Les entreprises franciliennes semblent donc moins réticentes qu'auparavant à embaucher des salariés dont le lieu de résidence ne permet pas ou difficilement de venir quotidiennement dans les locaux (du siège).

Diversité des lieux du travail : davantage identifiée, plus négociée

Les lieux sont fortement négociés dans le cadre réglementaire français concernant le télétravail (DARES, 2022). Le **domicile principal est le premier lieu de télétravail** à la fois envisagé par les entreprises et pratiqué par les salariés. Au sein du panel, parmi les entreprises ayant des télétravailleurs réguliers :

- 100 % autorisent le télétravail au domicile,
- 49 % dans d'autres lieux privés,
- 28 % dans des espaces de co-working (ou autre tiers-lieux d'activité).

Toutes mettent en place des mesures d'accompagnement. En particulier, 25 % indemnisent le télétravail au domicile, et 19 % de celles autorisant le télétravail en tiers-lieux prennent en charge une partie des coûts d'accès.

La tendance est, par ailleurs, celle d'une **levée progressive de certains verrous concernant les espaces de co-working** au niveau des organisations, sans qu'elle se traduise pour l'instant de façon massive dans les pratiques (DARES, 2022 ; IPR, 2022). En effet, bien qu'en croissance (un constat partagé par les entreprises enquêtées), la pratique du télétravail dans ces lieux par les salariés reste minoritaire en raison de son coût¹⁰.

Plus largement, l'analyse des **différentes configurations spatiales dessinées par les lieux de travail autorisés** par les entreprises enquêtées (bureau principal et lieux de télétravail : domicile principal, autres lieux privés, tiers-lieux) permet de mettre en lumière **une acculturation progressive au télétravail (Error! Reference source not found.)**. En effet, parmi les entreprises ayant des télétravailleurs réguliers :

- 46 % autorisent uniquement le télétravail au domicile,

- 26 % au domicile et dans d'autres lieux privés,
- 23 % à la fois au domicile, dans d'autres lieux privés et dans les tiers-lieux.

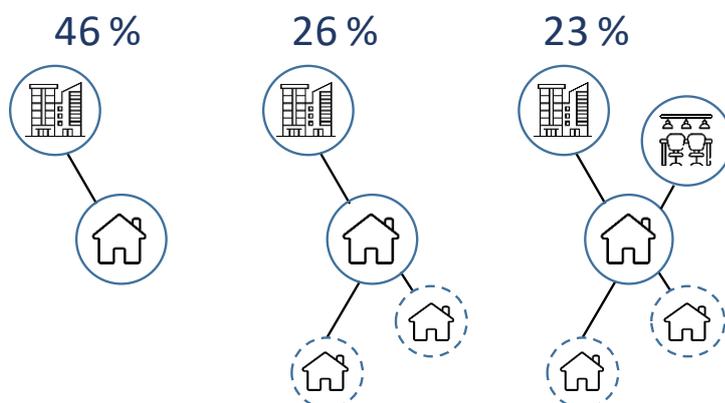


Figure 11 : configurations spatiales du travail hybride et acculturation au télétravail

Source : enquête 2022. Réalisation : J. Perrin (design par new7ducks / Freepik).

Plus une entreprise est souple quant aux lieux privés, plus elle aura tendance à autoriser le télétravail en tiers-lieux. Egalement, autre élément soulignant cette acculturation progressive : une majorité des entreprises autorisant tous les lieux privés et les tiers-lieux mettait déjà en place du télétravail régulier avant la pandémie.

Si **des positionnements très différents** quant au télétravail et au travail à distance sont observables, soulignant cette acculturation progressive, il n'y a **pas d'adhésion massive en faveur du télétravail**. Par exemple, la part des entreprises favorable¹¹ au recours au télétravail au domicile dans les prochaines années est de :

- 56 % pour les entreprises ayant des télétravailleurs réguliers,
- 12 % pour celles n'en ayant pas.

Outre les lieux autorisés pour la pratique du télétravail, **d'autres lieux intermédiaires participent d'une complexification et de la fragmentation des configurations spatiales du travail hybride**. Par exemple, parmi les entreprises du panel composées de plusieurs établissements et ayant des télétravailleurs réguliers, 64 % autorisent le travail dans d'autres établissements. Il ne s'agit pas de télétravail au sens réglementaire, mais le collaborateur est à distance de son équipe. Cette question est soulevée par toute une catégorie de lieux intermédiaires, à l'exemple des **bureaux satellites à la définition floue et pouvant prendre**

⁸ Voir les analyses d'un possible exode urbain (Forum des vies mobiles, 2022, POPSU Territoires, 2022).

⁹ Voir la synthèse de la recherche LABILITY menée par L. Challe.

¹⁰ En complément, voir la synthèse de la recherche LABILITY menée par S. Mbaye sur les tiers-lieux d'activité indépendant en Île-de-France.

¹¹ Question *Dans les prochaines années, quel est le positionnement de votre entreprise quant au recours au télétravail au domicile / au télétravail dans des espaces de co-working ou autres tiers-lieux ?* Options de réponse *Favorable, assez favorable, peu favorable, pas favorable.*

différentes formes (au sein d'autres établissements, d'autres entreprises, ou via des locaux plus ou moins temporaires). Au sein du panel, 11 % des entreprises envisagent de développer leurs usages dans les prochaines années.

Perspectives

Les entreprises, à la recherche de l'équilibre

L'organisation du travail a été marquée par la pandémie de Covid-19, frappant les imaginaires sur les futurs possibles du travail. Actuellement, deux constats ressortent. Tout d'abord, toutes les grandes évolutions imaginées lors des premiers mois de la pandémie ne s'observent pas (encore). Surtout, d'autres crises - énergétique, inflation, plus largement environnementale - se répercutent sur les transformations en cours.

Les entreprises s'accordent sur l'importance des changements dans leurs politiques et les pratiques des salariés. Cependant, cette recherche souligne **la grande prudence des entreprises**. La période actuelle est marquée par **la recherche de l'équilibre dans l'organisation hybride du travail**. Le télétravail s'est certes diffusé, mais son intégration dans les politiques d'entreprise transforme l'organisation du travail de façon plus progressive que l'expérimentation massive et contrainte des premiers confinements ne le laissait entrevoir. Si les lieux sont un enjeu d'organisation du travail, c'est aussi parce que la distance, et la complexité croissante de sa gestion dans des organisations hybrides du travail, reste un enjeu managérial au niveau des équipes¹² comme des organisations.

Nos résultats montrent que la période actuelle reste encore **une période de transition**. Concernant les lieux de travail et en particulier les espaces de bureau, il n'est pas exclu que nos observations soulignent, indirectement, la faible marge de manœuvre des entreprises pour enclencher dans un délai court des transformations, en lien avec leur statut d'occupation ou bien à leur propre investissement immobilier. Le **besoin de flexibilité** est renforcé, s'exprimant dans l'organisation des espaces mais aussi par des tendances renforcées concernant l'usage ou le recours envisagé à des lieux intermédiaires. Enfin, le **besoin de centralité** semble toujours s'exprimer avec autant de force, ce qui pose différentes questions quant à l'aménagement de la Région et les rééquilibres territoriaux envisagés.

Références

DARES, 2022, *Les accords d'entreprise portant sur le télétravail : quels usages durant la crise sanitaire ?*, n°57, en ligne.

Crague G., 2003, *Des lieux de travail de plus en plus variables et temporaires*, Économie et statistique, 369-370, pp. 191-212.

Forum des vies mobiles, 2022, *Télétravail : vers un exode des Franciliens ?*, Enquête menée avec ObSoCo, rapport en ligne.

Halford S., 2005, *Hybrid workspace: re-spatialisations of work, organisation and management*, New Technology, Work and Employment, 20 (1), pp. 19-33.

IPR, 2022, *Le télétravail s'installe durablement*, Note rapide n°930, en ligne.

Lejoux P., Pochet P., 2019, *Désynchronisation des temps et dissociation des lieux de travail. Les actifs à mobilités atypiques en Rhône-Alpes*, Espaces populations sociétés, 2019/1, en ligne.

Benedetto-Meyer M., Boboc A., 2021, *Sociologie du travail numérique*, Armand Colin, 239 p.

Minchella D. (dir.), 2021, *Espaces de travail. Nouveaux usages et nouveaux enjeux*, Dunod, 128 p.

POPSU Territoires, 2022, *Exode urbain ? Petits flux, grands effets. Les mobilités résidentielles à l'ère (post-)covid*, en ligne.

Sailer K., Thomas M., Pachilova R., 2022, *A Hybrid Office How-To: Developing a framework to address the complexities of the post-pandemic return to the physical office*, Proceedings of the 3rd TWR Conference, 740 p. (pp. 543-552).

Shearmur R., 2021, *Conceptualising and measuring the location of work: Work location as a probability space*, Urban Studies, 58(11), 2188-2206.

¹² Voir la synthèse de la recherche LABILITY menée par A-C. Chêne.

LES TIERS-LIEUX DE TRAVAIL A L'EPREUVE DE LA CRISE SANITAIRE :

Souleymane Mbaye

ERUDITE-Université Gustave Eiffel

Contexte

Les tiers-lieux de travail (bureaux mutualisés, espaces de coworking, fablabs, lieux d'accompagnement à la création et au développement des entreprises) apparus au milieu des années quatre-vingts, ont connu un développement quasi-exponentiel sur les dix dernières années, en particulier en Ile-de-France. La Région compte aujourd'hui environ 1000 tiers-lieux de travail contre 140 en 2012.

La crise sanitaire pose en des termes totalement renouvelés la question du développement des tiers-lieux de travail qui apparaissent comme un compromis raisonnable permettant de limiter les défauts du tout télétravail (conciliation vie privée et vie professionnelle) et du tout présentiel (coût de transport, exposition au risque sanitaire).

Il existe une littérature relativement abondante sur les tiers-lieux de travail qui consiste pour l'essentiel dans des études de cas menées à la fin des années 1990 et au début des années 2000. Les travaux portent sur des expériences d'implantations de tiers-lieux menées en zones rurales et dans des pays émergents. Mais cette littérature est sans connexion avec la crise sanitaire et peu de travaux portent sur la situation particulière de l'Île-de-France et du développement récent du télétravail. Selon France Tiers-lieux, 80 % des tiers lieux sont en grave difficultés et font état d'un risque réel de fermeture à court ou moyen terme. Afin de mieux comprendre la façon dont les tiers-lieux de travail ont vécu cette crise, une enquête a été lancée à l'automne 2021, auprès des gestionnaires de ces

lieux. Elle est le fruit d'un partenariat entre L'Institut Paris Région, le laboratoire de recherche Smart Lab LABILITY et la Région Île-de-France. Cette enquête a permis d'établir un panorama des tiers-lieux d'activités en Île-de-France en 2021 mais aussi de réaliser un état des lieux de l'impact de la pandémie de Covid-19 afin de mieux comprendre la dynamique existante et la dynamique émergente, et d'adapter les politiques publiques destinées à les soutenir.

Méthodologie

L'Enquête repose sur une conception inclusive des tiers-lieux de travail, respectueuse des différentes familles qui en composent le paysage qu'il s'agisse de Fablabs, d'espaces de coworking, d'ateliers partagés, de lieux d'accompagnement des entreprises et des citoyens, etc.

Le questionnaire de l'enquête a été construit et testé entre juin et juillet 2021. Il s'agit d'un questionnaire électronique qui a été passé auprès des gestionnaires des tiers-lieux de travail franciliens à l'aide Microsoft Forms. Une fois mise au point la version finale du questionnaire, l'enquête a été réalisée du 26 juillet et 7 octobre 2021. 600 tiers-lieux de travail dont nous disposons une adresse email était valide ont été contactés. Parmi eux, il y avait 450 tiers-lieux indépendants, c'est-à-dire n'appartenant à aucun groupe. Sur ces 450 tiers-lieux, 62 ont répondu à l'ensemble du questionnaire (taux de retour de 13,7 %).

L'enquête recense tout d'abord les différentes caractéristiques et le fonctionnement des tiers-

lieux franciliens (activités et caractéristiques, gouvernance et gestion, financement et personnel, ancrage territorial). Elle permet également de savoir comment les tiers-lieux ont-ils traversé l'expérience de la pandémie et s'ils ont subi ses effets de façon aussi violente que la plupart des entreprises françaises. On s'intéresse également aux différentes perspectives et enjeux post-Covid de ces lieux.

Par ailleurs, des tests d'égalité de proportions pour les variables qualitatives ont été effectués. Les résultats montrent un échantillon de répondants avec une structure par territoire très proche de celle de l'ensemble des tiers-lieux franciliens indépendants. En revanche, l'échantillon n'est pas représentatif en termes de typologie des lieux : les bureaux mutualisés y sont sous représentés, en particulier dans Paris.

Cette enquête ne se prétend pas exhaustive ni représentative de l'ensemble des tiers-lieux franciliens. En effet, avec 62 réponses obtenues sur 600 tiers-lieux indépendants enquêtés, la taille de l'échantillon et sa représentativité posent problèmes pour mener le traitement statistique et économétrique souhaité, notamment sur l'analyse financière. Néanmoins, les données permettent de dresser le portrait de ces tiers-lieux indépendants qui sont ceux les plus financés par les pouvoirs publics.

Résultats

Fortement concentrés dans le cœur de l'agglomération francilienne, 7 sur 10 étant situés dans la Métropole du Grand Paris, les tiers-lieux indépendants franciliens se définissent par leurs usages et sont souvent hybrides : un même lieu peut accueillir un espace de coworking, un fablab ou un incubateur. On y vient pour travailler, créer, fabriquer, apprendre... C'est le cas pour 80 % d'entre eux mêlant plusieurs activités et proposant un espace (laboratoire ou atelier) permettant d'expérimenter dans différents domaines : éducation, médiation numérique, transition écologique, culture, artisanat... Les

usagers sont à 78 % des « indépendants », mais on y trouve également des jeunes entreprises, des makers, des télétravailleurs...

L'enquête en parallèle sur le déplacement des usagers de tiers-lieux menée auprès de 138 individus révèle que 42,8% d'entre eux travaillent dans un tiers-lieu au moins un jour dans la semaine, et ce depuis le début de la crise sanitaire pour la majorité. La principale raison étant la proximité de leur domicile au tiers-lieu (83,9% des répondants), qui se trouve généralement dans la même ville de résidence de l'utilisateur.

58 % des tiers-lieux ont un statut d'entreprise (SA, SARL, etc.), 25 % sont des associations, 9 % des coopératives et 8 % des collectivités territoriales.

Durant la crise, 83 % des tiers-lieux ont dû fermer partiellement ou totalement. Leur fréquentation a fortement diminué : le nombre moyen de personnes venues travailler ou réaliser des projets a chuté de 56 % par rapport à 2019. Ainsi, près d'un tiers-lieu sur deux a vu son chiffre d'affaires diminuer, alors qu'il était en hausse avant la crise. La capacité d'autofinancement des tiers-lieux a baissé de 36 %. 25 % ont déclaré des difficultés à payer leur loyer. Certains ont pu bénéficier d'un report, mais dans la majorité des cas, aucune négociation n'a été possible. Ils sont quatre fois plus nombreux à avoir des difficultés à rembourser leur crédit bancaire. En moyenne, 45 % des tiers-lieux sont en situation déficitaire, contre 15 % avant la crise, alors même qu'ils ont dû réaliser de nouveaux investissements du fait de la Covid-19 : près de 6 tiers-lieux sur 10 ont mis en place un dispositif sanitaire (gel hydroalcoolique, masques, équipements pour visio, parois mobiles, etc.).

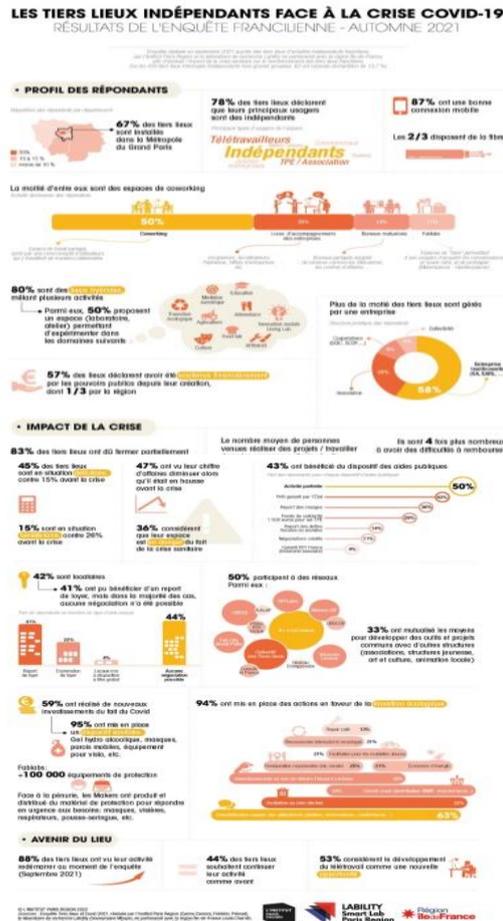
Les dispositifs d'aide publique mis en place dès le premier confinement (17 mars 2020) ont permis d'amortir la crise : 43 % des tiers-lieux en ont bénéficié, notamment des indemnités de l'activité partielle, pour la moitié d'entre eux. Si les tiers-lieux se sont saisis, pour la plupart, des mesures mises en place par le gouvernement, les perspectives restent incertaines, 36 % des tiers-lieux faisant état d'un risque de fermeture à court ou moyen terme.

Les partenariats locaux ont été essentiels pour surmonter la crise. La moitié a participé à des réseaux de tiers-lieux (A+ c'est mieux, Collectif des tiers-lieux, CRESS, Fab City Grand Paris, etc.). Ils se sont mobilisés dans des actions de solidarité, en mutualisant leurs moyens pour développer des outils et des projets communs avec d'autres structures (association, art, culture, jeunesse, animation locale...). Les tiers-lieux, et plus particulièrement les fablabs, se sont engagés très rapidement et en très grand nombre dans la fabrication et la distribution bénévoles de matériel médical. Ainsi, face à la pénurie, les makers ont produit et distribué du matériel de protection pour répondre en urgence aux besoins : masques, visières, respirateurs, pousse-seringues...

Pivots de la transition écologique, plus de 9 tiers-lieux sur 10 déclarent avoir mis en place des actions en sa faveur : sensibilisation auprès des utilisateurs, incitations au zéro déchet, circuits courts (distribution Amap, marché local...), investissements en vue de réduire l'impact carbone, etc. Ils sont nombreux à être engagés dans l'économie circulaire, à travers des événements de type repair cafés, ateliers de réparation d'objets ou intégration d'activités de ressourcerie ou recyclerie.

Malgré les difficultés économiques, les tiers-lieux ne se sont pas arrêtés. Ils ont au contraire mobilisé toute leur énergie pour développer des réponses concrètes face à la pandémie. Au moment de l'enquête, en septembre 2021, près de 9 tiers-lieux sur 10 ont vu leur activité redémarrer. 44 % souhaitent continuer leur activité comme avant. D'autres souhaitent réorienter leur modèle, notamment en captant une nouvelle demande, celle des télétravailleurs. En effet, la moitié des tiers-lieux interrogés considèrent le développement du télétravail comme une nouvelle opportunité pour leur activité. La généralisation du télétravail pourrait faire évoluer les choix de localisation des actifs, les stratégies d'implantation des entreprises et donc la configuration des lieux d'activité.

Cette enquête constitue un outil essentiel pour promouvoir ces lieux, leurs activités et construire ou consolider les réseaux au niveau régional ou local. L'analyse des résultats prend la forme d'un portrait qui permet à la fois de poser un regard sur ses propres pratiques et son fonctionnement, et



d'évaluer les effets de la crise sur ces espaces.

Implications opérationnelles des résultats et perspectives

La crise sanitaire offre des perspectives nouvelles au développement des tiers-lieux de travail, avec un intérêt croissant de la part des politiques publiques, qui tentent d'inciter au développement des tiers-lieux de travail (par le biais d'appels à projets) ou de les accompagner (guides méthodologiques, subventions, etc.). Les résultats obtenus permettent de nourrir la politique régionale en lien avec les transitions à l'œuvre dans le sens d'une résilience accrue face à la crise sanitaire et d'une compatibilité avec les

objectifs sociaux et environnementaux inscrits dans les politiques régionales.

Des recommandations pour les politiques publiques

°Encourager le développement du “forfait télétravail” dans les organisations pour diffuser les meilleures pratiques et offrir un cadre plus clair et incitatif pour encourager les usages les plus vertueux.

°Mise en place d’instances de gouvernance spécifiques intégrant les employeurs, des représentants de salariés, les opérateurs de tiers-lieux et leurs représentants institutionnels, les grands intermédiaires immobiliers (acteurs de l’immobilier tertiaire, opérateur de coworking) pour permettre une meilleure coordination des acteurs, une vision cohérente à un niveau territorial et une meilleure allocation des moyens publics sur des objectifs précis (besoins prioritaires, équilibres territoriaux, stratégies de résilience).

°Approfondir l’analyse du maillage territorial de l’offre de tiers-lieux et identifier des territoires de déséquilibre sur lesquels engager des actions.

°Renforcer les plans d’anticipation et de prévention des risques en cas de crise majeure en poussant la réflexion sur la préqualification de tiers-lieux comme points d’appui pour la continuité d’activité.

Nouvelles perspectives de recherche

°Approfondissement des travaux sur une typologie de tiers-lieux, avec leurs caractéristiques propres et les conditions de leur pérennité économique

°Etude du rôle des tiers-lieux comme maillons de la chaîne de résilience territoriale et des organisations

°Etude sur l’intégration effective des tiers-lieux dans la stratégie d’organisation du travail et des lieux du travail des organisations.

Références

[1]France Tiers-lieux, 2020, les tiers-lieux face à la crise Covid-19 enquête et mobilisation solidaire

[2]Seine-et-Marne Attractivité, 2020, Enquête sur l’impact Covid-19 sur les coworking du 77

[3]Mission Coworking, 2018, Faire ensemble pour mieux vivre ensemble, Tiers-lieux, un défi pour les territoires, 263 p

RECRUTEMENT, DISTANCE A L'EMPLOI, LOCALISATION ET CRISE SANITAIRE

Laetitia CHALLE- SmartLab Lability

ERUDITE- Université Gustave Eiffel

Contexte

L'accès à l'emploi est victime de nombreux obstacles. Parmi eux, il y a celui de la distance physique à l'emploi et de la localisation de la résidence. La distance domicile-travail peut produire une distance sociale globale, notamment pour les chômeurs et les personnes résidant en quartiers prioritaires de la ville¹ (QPV). L'accès à l'information sur les emplois et aux réseaux de transports plus difficile peut impacter négativement ces populations. Par ailleurs, être éloigné de l'emploi alimente un risque de pauvreté élevé sur certains territoires. Ainsi, la probabilité d'emploi est influencée si un territoire concentre des caractéristiques sociodémographiques défavorables (taux de chômage local élevé, niveau d'éducation faible...). Le déséquilibre entre le lieu de résidence et la localisation des lieux de travail crée une pénalité pouvant déboucher sur une discrimination à l'embauche en raison du lieu de résidence (au niveau d'un département, d'une commune ou d'un quartier). L'adresse est ainsi utilisée par les recruteurs comme un signal de qualité résidentielle. Par ailleurs, la distance entre le lieu de résidence et le lieu de travail appelée mobilité pendulaire ou navette n'a cessé de s'allonger avec le phénomène d'étalement urbain d'une part qui permet des mobilités résidentielles plus fréquentes et la localisation des emplois qualifiés dans les grandes aires urbaines², d'autre part. Le développement du salariat et ¹ Depuis la loi de programmation pour la ville et la cohésion urbaine (loi n°2014-173 du 21 février 2014), les QPV sont définis sur un critère unique de pauvreté monétaire élevé. Ils sont plus éloignés des centres d'emploi, qui concentrent, des niveaux de loyers

plus élevés inaccessibles pour les populations de ces territoires. Le lieu de résidence a été intégré dans la liste des critères de discrimination interdits par le droit, à la suite de la réforme. ² En Ile-de-France, 80% des emplois régionaux sont situés dans les pôles d'emploi et 68% des emplois se concentrent sur 6% du territoire. ³ En Ile-de-France, le secteur tertiaire se concentre en petite couronne qui localise plus de 90 % de la hausse régionale de l'emploi entre 2007 et 2017. la tertiarisation³ de l'emploi participent également à cette évolution. En France, entre les années 1980 et 2010, la distance moyenne domicile-travail a été multipliée par 1,6 passant de 9 km à 14,7 km pour une augmentation du temps de trajet de 2 minutes seulement. En considérant les déplacements à l'intérieur des communes, la distance moyenne domicile-travail est évaluée à 25 km (et 35 km en les excluant). La crise sanitaire récente est susceptible d'avoir modifié en profondeur les effets de distance et de localisation. Premièrement, A travers le ralentissement économique soudain, la crise sanitaire a pu réduire l'effet de distance pour certaines professions en développant les possibilités de télétravail⁴ (hypothèse 1). Le temps de trajet domicile-travail et le coût de transport diminuent, limitant le risque d'absentéisme et de turnover. Deuxièmement, la surexposition au risque sanitaire des habitants des quartiers⁵ a pu amplifier un effet négatif de localisation (hypothèse 2), parce que ce sont des zones densément peuplées (Sala, 2018) dans lesquelles les habitants exercent des professions davantage en contact avec le public, moins qualifiées, qui ne sont pas éligibles au télétravail.

Méthodologie

Pour analyser l'évolution dans le temps de la considération de la distance à l'emploi et de la localisation par les employeurs, nous procédons à une exploitation secondaire de données de tests de discrimination produites⁶ entre 2015 et 2022. La méthode caractérise les préférences des employeurs en matière de recrutement parmi un pool de candidatures similaires envoyées. Nous ciblons une profession générique et transversales éligible 4 Il se définit le comme « toute forme d'organisation du travail dans laquelle un travail qui aurait également pu être exécuté dans les locaux de l'employeur est effectué par un salarié hors de ces locaux de façon volontaire en utilisant les technologies de l'information et de la communication » (Code du travail). 5 Au sortir du premier confinement, les habitants en QPV étaient deux fois plus contaminés à la COVID-19 que les habitants des autres quartiers en raison de leurs conditions de vie et professionnelles plus exposées. 6 Elles ont été produites dans le cadre de deux programmes de recherche (DESPERADO soutenu par la DGAFP et RED soutenu par la DARES et l'ANR). SmartLab Lability – Laetitia CHALLE au télétravail, celle des cadres administratifs, en Ile-de-France. Nous ajoutons ensuite aux données l'information de la distance à partir de la ville du poste déjà renseignée. La période 2015-2022 est caractérisé par une accélération économique entre 2015 et 2019, une récession en 2020 à la suite de la crise sanitaire et d'une reprise en 2021-2022. L'île de France a été fortement touchée par la crise sanitaire⁷ En plus de révéler les préférences des employeurs, la méthode du test de discrimination est utilisée dans le champ de l'évaluation des politiques publiques pour évaluer l'effet d'un programme sur des bénéficiaires ciblés ou pour questionner l'effet d'une caractéristique du cv sans avoir pour objectif de mesurer la discrimination. Elle consiste à construire des profils de candidats fictifs qui postuleront à de vraies offres d'emploi. Tous les

candidats fictifs sont envoyés aux mêmes offres d'emploi. Le seul élément qui les différencie est le critère de discrimination que l'on souhaite tester (origine supposée, lieu de résidence, sexe, âge...). C'est également une façon probante de mesurer un effet toutes choses égales par ailleurs en contrôlant de l'hétérogénéité inobservée du côté des caractéristiques des candidats fictifs. Les caractéristiques des candidats fictifs (parcours, expériences...) sont contrôlées par l'expérience. Les effets de distance et de localisation sont donc mesurés sans biais.

Résultats

A travers six campagnes de tests de correspondances conduites entre 2015 et 2022, 1981 offres d'emploi de cadres administratifs ont été testées. Pour chacune d'entre elles, trois profils fictifs ont été envoyés permettant de tester deux caractéristiques personnelles que sont l'origine ethnique supposée et le lieu de résidence en QPV (un profil de référence d'origine supposée franco-française, un profil d'origine supposée nord-africaine et un profil d'origine supposée franco-française résidant en quartier 7 L'Ile-de-France est la région la plus touchée par la crise avec - 4,7% de perte de valeur ajoutée. Le taux de chômage augmente de 1 à 1,5 point dans tous les départements de la région. Elle contribue à hauteur de 32,3% à la hausse des inscriptions des demandeurs prioritaire de la ville). Ainsi, 5943 candidatures ont été envoyées.

Nombre d'offres d'emploi testées

Périodes	Total	Privé	Public	% du privé
Oct. 2015 - Mars 2016	554	393	161	70,9
Sept. 2017 – Mars 2018	384	222	162	57,8
Oct. 2019 - Mars 2020 ⁸	248	187	61	75,4
Mars - Juin 2020	194	130	64	67,0
Sept. – Oct. 2020	203	134	69	66,0
Oct. 2021 - Avril 2022	398	209	189	52,5
2015-2022	1981	1275	706	64,4

Source : calculs de l'auteur, Tests de correspondance entre 2015 et 2022 (DESPERADO 1,2,3,4 ; RED 1 et 2)

Parmi les 1981 offres d'emploi testées, 1873 sont exploitables sur la distance.

Offres d'emploi exploitables sur la distance

Périodes	Total	Différence entre les 2 échantillons
Oct. 2015 - Mars 2016	467	- 87 offres
Sept. 2017 – Mars 2018	369	- 15 offres
Oct. 2019 - Mars 2020	248	0
Mars - Juin 2020	192	- 2 offres
Sept. – Oct. 2020	202	- 1 offre
Oct. 2021 - Avril 2022	395	- 3 offres
2015-2022	1873	- 108 offres (5,45%)

Source : calculs de l'auteur, Tests de correspondance entre 2015 et 2022 (DESPERADO 1,2,3,4 ; RED 1 et 2)

Effet distance

La distance kilométrique au poste recherché a un effet global négatif sur la probabilité d'accéder à cet emploi. Le coefficient d'interaction « périodedistance » permettant d'isoler l'effet propre de la distance sur la probabilité d'accès à l'emploi est positif et augmente au fur et à mesure du temps. Au total, la pénalité de la distance diminue dans le temps notamment pendant le premier confinement du printemps 2020 et la période 2021-2022. L'effet disparaît sur le déconfinement de l'automne 2020. En 2015-2016, augmenter la distance de 1 km diminue la probabilité d'accès à l'emploi de 0,289 points de pourcentage (pp). Par rapport à 2015-2016, la diminution de la probabilité d'emploi en fin de mois (DEFM) de catégorie A, B et C à Pôle Emploi. 8 Cette période s'arrête au 17 mars 2020 (date du premier confinement) SmartLab Lability – Laetitia CHALLE d'emploi est de 0,287 pp au confinement du printemps 2020 et de 0,033 pp en 2021-2022.

Effet distance à l'emploi

Augmenter de 1 km la distance domicile-travail	Diminution de la probabilité d'emploi
En 2015-2016	0,289 pp*
Par rapport à 2015-2016	
confinement du printemps 2020	0,287 pp
2021-2022	0,033 pp

*pp : points de pourcentage

Les difficultés de recrutement rencontrées par les employeurs pendant le confinement du printemps 2020 et la reprise économique de la dernière période de test les ont amenés à élargir leur périmètre de recherche de candidats en desserrant la contrainte de distance et à sélectionner des candidats plus éloignés de leur lieu de travail envisagé. Cette stratégie a été rendue possible par le développement rapide du télétravail dans le tertiaire, le secteur de la profession testée. Si la généralisation du télétravail dans certains secteurs s'est faite de manière contrainte au premier confinement car il représentait une solution immédiate de continuité de l'activité face à l'arrêt des interactions sociales, il est maintenant intégré dans les pratiques d'exercice de l'emploi. En effet, il est, maintenant, plus fréquemment indiqué dans les offres d'emploi publiées et il est même devenu une exigence demandée par certains candidats. Cela peut renforcer les difficultés de recrutement pour certaines entreprises qui ont souhaité revenir aux anciennes pratiques de management en limitant le recours au télétravail, chose que les salariés voient parfois comme une contrainte.

Effet localisation

Par rapport à 2015-2016, signaler une résidence en quartier prioritaire de la ville semble augmenter la probabilité d'accès à l'emploi sur la période précédant le premier confinement sanitaire (2019-2020) et sur la période de reprise économique de 2021-2022, respectivement de 5,98 pp et 6,89 pp. Par ailleurs, sur les périodes de confinement et déconfinement de 2020, il n'y a aucun effet 9 En

Ile-de-France, 39% des actifs ont télétravaillé pendant le premier confinement, contre 18% avant la significatif, suggérant que la localisation intervienne sur la probabilité d'accès à l'emploi, et cela même pour une profession éligible au télétravail.

**Effet localisation
en quartier prioritaire de la ville**

Etre résidant en QPV	Augmentation de la probabilité d'emploi
Par rapport à 2015-2016	
2019-2020*	5,98 pp
2021-2022	6,89 pp

*avant le 17 mars 2020 date du début confinement du printemps 2020

L'avantage du QPV observé est probablement dû à la montée en charge de la politique des Emplois Francs généralisée en 2020. Celui de 2021-2022 est possiblement un effet de « rattrapage » suite aux difficultés de recrutement de certains secteurs qui oblige à chercher d'autres candidats qui n'auraient pas été pris dans un autre contexte.

Perspectives

La crise sanitaire récente a provoqué des chocs macroéconomiques importants et une désorganisation marquée du marché du travail, à la fois du côté de l'offre et de la demande de travail. Salariés et employeurs ont été contraints d'adapter leurs pratiques avec l'aide des nouvelles technologies de l'information et de la communication. Le recours au télétravail, encore timide avant la crise, s'est fortement développé, notamment pour les emplois qualifiés et s'inscrit désormais dans les pratiques professionnelles, au moins à moyen terme. La continuité de l'activité n'a pas été possible pour de nombreuses professions non qualifiées, dites de « premières lignes » ; ces secteurs ont connu des salariés en chômage partiel ou en activité mais avec des conditions de travail dégradées qui les exposaient davantage au risque sanitaire. Il y a également la fracture numérique dans les territoires ruraux qui ne permet pas le télétravail. L'augmentation marquée du chômage à la suite de la récession

économique engendrée par la crise sanitaire a également pu modifier les préférences des employeurs en matière de recrutement. La pénalité de la distance à crise. On peut également considérer que 46% des emplois y seraient éligibles. SmartLab Lability – Laetitia CHALLE l'emploi diminue dans le temps (Hypothèse 1). Par ailleurs la localisation apparaît comme une contrainte relâchée en période de crise (Hypothèse 2). Cependant, cette recherche présente des limites relatives à la nature des données utilisées. Les tests de correspondance produisent des données non représentatives de l'ensemble du marché du travail. Elles sont partielles (quelques professions testées, quelques mois de collecte, quelques périmètres géographiques). Elles testent également une profession particulière, qualifiée, éligible au télétravail. Nous n'observons pas les changements de pratiques de recrutement pour d'autres types de professions. On peut raisonnablement supposer que l'effet de distance et de localisation peuvent continuer à être des freins à l'emploi dans certains secteurs ou autres niveaux de qualification, notamment ceux où la présence dans l'entreprise est requise. Une manière de s'affranchir de la limite de représentativité des résultats est de répéter les campagnes de tests dans le temps sur les mêmes champs avec un protocole invariant. C'est ce que nous faisons en considérant six vagues de tests sur la période 2015-2022, caractérisée par des contextes économiques différents.

Implications opérationnelles

Il est important de demeurer vigilant quant à l'évolution temporelle et spatialisée des indicateurs de distance et de localisation. Les enjeux sont essentiels pour la décision publique et peuvent avoir des conséquences importantes pour les dynamiques futures de localisation des ménages franciliens. Au-delà de l'accès à l'emploi, les comportements des ménages en matière de choix de résidence peuvent s'en trouver modifiés.

Ils peuvent influencer le développement économique de certaines communes par une réduction du nombre d'administrés entraînant une diminution des recettes fiscales communales. Ce mécanisme peut créer un cercle vicieux pour les communes (quartiers) déjà en difficulté.

Références

Bouvard C., Flamand J., Dherbécourt C., Le Hir B. (2021), L'emploi en 2020 : géographie d'une crise, France Stratégie, Note d'Analyse N° 100, Avril.

Carlsson M, Reshid AA and Rooth D (2018) Neighborhood signaling effects, commuting time, and employment: Evidence from a field experiment. *International Journal of Manpower* 39(4): 534–549.

Challe L., L'Horty Y., Petit P., Wolff F-C. (2021), Confinement et discrimination à l'embauche : enseignements expérimentaux, Rapport d'études N°021, Dares, 6 octobre 2021, pp 23.

Challe L., L'Horty Y. (2019), Emploi et développement économique dans les quartiers prioritaires, Etude, Rapport annuel 2018, Observatoire national de la politique de la ville (ONPV), pp. 22-45.

Diaz A.M. and Salas L.M. (2020), Do firms redline workers? *Regional Science and Urban Economics*, 83: 103541.

Mondésir H. (2020), Synthèse du rapport ONPV 2020. Vulnérabilités et ressources des quartiers prioritaires de la politique de la ville, 16 pages.

Observatoire des territoires, La mobilité des actifs, enjeux et défis pour le développement équilibré des territoires, Chapitre 2C, Rapport de l'Observatoire des territoires 2016, pp 120- 137.

Petit P., Bunel M., Ene E. et L'Horty Y. (2016). Effets de quartier, effet de département : discrimination liée au lieu de résidence et accès à l'emploi. *Revue économique*, 67, 525-550.

Phillips DC (2018), Do low-wage employers discriminate against applicants with long commutes? Evidence from a correspondence experiment, *Journal of Human Resources* 55(3): 864–901.

Roger R. et Bertrand J. (2021), Le mass transit au cœur des dynamiques d'emploi, Institut Paris Région, Note rapide n° 880, Janvier. Sala M. (2018), « Des conditions de logement plus dégradées dans les quartiers prioritaires », en détail, ONPV-Cget, pp 3-16.

LES LEVIERS DE LA RESILIENCE : ECLAIRAGES SUR ET PAR LE ROLE DES MANAGERS FACE AU TELETRAVAIL EN PERIODE DE CRISE.

Anne-Claire Chêne- Rebecca Dickason- Nathalie Jeannerod-Doumouchel

IRG- Université Gustave Eiffel

Contextualisation et objectifs de l'étude

Devant les impératifs sanitaires induits par la propagation de la Covid-19, et afin de maintenir, autant que possible, la réalisation des activités, les organisations ont dû recourir massivement au télétravail. Si cette pratique existait, bien sûr, avant la crise, l'ampleur inédite qu'elle a pu prendre dans le sillage de la Covid-19 lui a donné une texture unique car ce télétravail intensif a été initié à marche forcée, souvent sans préparation.

L'improvisation a été de mise et les managers, eux-mêmes soumis aux différents bouleversements associés à la crise, se sont trouvés à composer avec un quotidien incertain, imprévisible, anxiogène. Il leur a fallu trouver la manière « de garder le cap » ou, du moins, d'essayer de maintenir l'activité organisationnelle et le lien avec les salariés éloignés du lieu de travail. Leur rôle s'est avéré central pour fluidifier le fonctionnement organisationnel tout en apportant la réassurance et le guidage nécessaires. En ce sens, en plus d'avoir été des garants de la continuité de l'activité, ils ont été de véritables moteurs de la résilience des équipes et des organisations pendant cette période singulière.

Cependant, l'explosion des cas de *burnout*, de détresse psychologique et de départs chez ces mêmes managers traduit le lourd tribut qu'ils ont payé et interroge de fait la possibilité de soutenir dans la durée leur propre capacité de résilience.

Notre recherche s'est penchée sur le vécu des managers, pendant cette période charnière pour nos organisations et notre société. Il s'est agi de mieux comprendre les besoins propres des managers avec une visée prospective. En d'autres termes, nous avons cherché à cerner quelles ressources

indispensables sont nécessaires aux managers pour pouvoir assurer leur rôle de pivots et de leviers de résilience collective, à la suite d'un ou de plusieurs choc(s) majeur(s) : changements brutaux, crise de grande ampleur de nature sanitaire ou géopolitique, etc. Car ces dernières années (crise de la Covid-19, conflit en Ukraine, etc.) illustrent bien le fait que nous devons composer, à l'avenir, avec des crises multiples, aux modalités et effets difficiles à anticiper.

Méthodologie

Cette étude, menée dans la Région Île-de-France, s'appuie sur des entretiens semi-directifs réalisés en plusieurs vagues en 2021 auprès de managers intermédiaires issus de cinq entreprises de tailles et secteurs différents, partenaires du Smartlab Lability. Les managers intermédiaires interrogés ont volontairement le profil « idéal » de télétravailleurs : ils appartiennent à une CSP supérieure, occupent des fonctions qui impliquent de l'autonomie et une forte capacité à organiser son travail, ont de faibles responsabilités familiales et domestiques.

Les premiers entretiens ont été réalisés au printemps 2021 auprès de 12 managers intermédiaires (à parité, avec 6 hommes et 6 femmes, entre 30 et 55 ans). Ils ont porté sur les pertes perçues et ressources mobilisées pour y faire face, tant au niveau de l'individu, de l'équipe/unité que de l'organisation.

Une seconde vague d'entretiens a eu lieu à l'été 2021 avec les mêmes répondants. Elle a porté sur les questions qu'ils se posent et/ou sur des situations de travail vécues.

Une troisième vague d'entretiens s'est déroulée à l'automne 2021, avec certains d'entre eux. Elle s'est

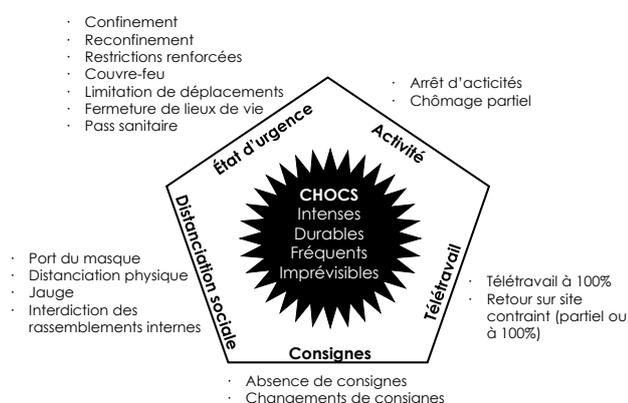
focalisée sur l'évolution de leur situation et a exploré plus en détails des situations de travail vécues.

Les données ont fait l'objet de codages émergents intensifs et extensifs pour qualifier le choc vécu, les pertes induites, les ressources mobilisées et les tensions rencontrées.

Résultats

Un choc à reconnaître comme tel

La résilience implique une adversité significative qui fait perdre des ressources essentielles, un choc menant à un point de basculement (Britt *et al.*, 2016). Derrière l'attitude positive affichée par nos répondants face à la crise, leur focalisation sur ses aspects positifs et leur volonté affichée de regarder vers l'avenir, les entretiens laissent transparaître la force du choc – ou plutôt des chocs – auxquels ils ont dû faire face. La figure ci-après en récapitule les déclinaisons, en les mettant en perspective avec les consignes nationales et organisationnelles relatives à l'épidémie de Covid-19.



La situation rassemble les quatre conditions de la qualification d'un choc susceptible de donner lieu à résilience. L'intensité (1), le caractère durable (2), la fréquence élevée (3) et (4) le caractère imprévisible en font un événement potentiellement traumatique. C'est en cela qu'il s'agit d'un processus de résilience et non d'une simple gestion de crise (cette dernière assure « seulement » de revenir à la situation précédente après un pic ou une adaptation au changement).

Des pertes touchant le manager dans sa fonction comme dans son intimité

La résilience implique (1) une modification des ressources, (2) la conservation d'une partie de ce qui existait auparavant et (3) un potentiel de développement dans une direction nouvelle.

Le télétravail a, certes, permis de maintenir une activité plutôt que de subir un arrêt total d'activité mais il y a tout de même eu des pertes d'efficacité opérationnelle, des pertes de relations et des pertes d'opportunités pour les managers.

Ces derniers ont ainsi été doublement touchés : à titre professionnel (dans leur rôle de managers) et à titre personnel, privé (en tant qu'individus). Alors qu'ils se sont efforcés de minimiser les impacts sur leurs équipes, de jouer le rôle de « joint de dilatation », le télétravail de crise a affecté leur propre santé et leur vie personnelle.

Les effets connus du télétravail, avant la crise, comme la difficulté d'articulation entre vie privée et vie professionnelle ou encore la sédentarité, se sont à nouveau révélés avec la crise, voire se sont accrus avec les confinements. En outre, devoir sans cesse improviser, devoir « tout réinventer » et trouver des réponses qui n'existaient pas au fil des changements et des réorganisations a affecté leur sommeil. Enfin, si le « télétravail d'avant-crise » permettait de faire du travail concentré et coupé des autres, le « télétravail durant la crise » a entraîné une hyper-connexion et une difficulté à prendre des pauses, à trouver des intervalles régénérateurs.

Au niveau opérationnel, les conditions dégradées, les pertes de temps consécutives à l'installation et à l'adaptation à des outils peu usuels ont pu ralentir l'activité. La perte des échanges informels a augmenté les coûts de coordination, entraînant des « ratés opérationnels » et des difficultés notamment pour les sujets éminemment politiques ou sensibles, faisant perdre en efficacité.

Le télétravail intensif a également fait perdre en qualité de relations. D'une part, les relations ont pu se dégrader parce que des micro-tensions habituellement gérées informellement se sont cumulées. D'autre part, la perte des moments de

convivialité, de célébration et de spontanéité ont fait perdre en plaisir d'être ensemble et en sentiment collectif.

Cette période a également fait perdre des opportunités en termes d'activité et d'investissement non réalisés, mais aussi en termes de relations : tous les répondants indiquent s'être resserrés sur leur premier cercle de relations au détriment de relations plus larges dans l'écosystème.

Les managers ont dû mobiliser beaucoup de ressources personnelles pour s'en sortir, compensant la situation par du temps, de l'énergie, des qualités personnelles (notamment la capacité à gérer leurs émotions et celles de leurs équipes), et leur réseau personnel. Alors qu'ils avaient eux aussi besoin de soutien pour assurer leurs tâches, un seul répondant a mentionné le soutien efficace de son N+1. Pourtant, cette mobilisation importante de ressources pour maintenir l'activité « au mieux » et non pour la développer davantage est vécue comme une perte, de façon cohérente avec la théorie de préservation des ressources (Hobfoll, 1989).

Le cumul de pertes conduit non seulement à de l'essoufflement mais aussi à de l'épuisement et à du désinvestissement. Le télétravail intensif durable en est même venu à faire perdre un sentiment d'humanité et donner « l'impression de devenir une machine derrière son ordinateur » (E19).

Un processus de mobilisation des ressources qui éclaire le rôle des managers

Pour faire preuve de résilience face aux chocs rencontrés, les managers combinent deux stratégies de gestion du stress : (1) agir sur la situation de travail ou l'environnement (« *problem-coping* », Liang et Cao, 2021) et (2) agir sur les émotions stressantes et manifestations physiques (« *emotional-coping* », *idem*). Ce faisant, les managers rencontrent des tensions quant aux attentes différentes des parties avec lesquelles ils interagissent et avec lesquelles ils doivent composer.

Pour agir sur la situation, les managers ont fait état d'une tension entre les besoins concomitants de disposer d'un cadre structurant et d'une souplesse pour adapter celui-ci en fonction du contexte. Sans

directives ou consignes, les managers livrés à eux-mêmes n'ont pas de repères sur lesquels s'appuyer. Ils perdent confiance dans l'organisation, perdent du temps et de l'énergie. À l'inverse, sans marges de manœuvre, ils ne peuvent s'adapter à leurs réalités propres. De même, les managers doivent s'emparer des marges de manœuvre dont ils disposent et parfois « jouer avec les règles » elles-mêmes. Les cas qui ont été les mieux vécus, d'après nos recherches, sont ceux où des guides émanaient de l'organisation tout en permettant aux managers d'agir à leur guise selon ce qui convenait à leur équipe, le tout articulé avec du dialogue à travers l'organisation pour s'ajuster en permanence.

À cet enjeu matérialisé par la dyade « cadre et souplesse d'action » s'ajoute celui de la clarté et du flou des informations. Lorsque tout change en permanence, être « trop précis trop vite » fait courir le risque de ne pas paraître fiable ensuite, mais être « trop flou » ne permet pas d'agir. Les managers ont donc dû articuler ces deux aspects, tant pour les informations qu'ils ont reçues que pour celles qu'ils ont transmises, aux équipes et à leurs supérieurs.

La question des émotions est également un point prégnant. Les stratégies mobilisées par les managers en minimisant le choc et les pertes, en se concentrant sur le positif, en cherchant à voir « le bon côté des choses » et à faire preuve de « maîtrise de soi » illustrent bien la tentative d'opérer une régulation émotionnelle par « neutralisation » ou « normalisation » (Ashforth et Humphrey, 1995) ; Ashforth et Kreiner, 2002). Cependant, en l'absence de relais organisationnels adaptés, cela fait courir le risque d'une persistance de la situation de dissonance émotionnelle et cognitive, voire, à plus long terme, l'émergence d'une détresse psychologique, d'un sentiment d'insécurité, voire de désespoir (Hobfoll, 1989).

Ces tensions se superposent également avec celles traduisant des enjeux individuels (tels que le choix du maintien du télétravail en fonction de son état de santé et/ou de celui de son entourage, de ses peurs, du temps de transport...) et collectifs (maintien du collectif de travail, échanges informels,

convivialité...) qui peuvent être rapidement occultés. Les managers doivent, en effet, à la fois prendre en compte et « mettre en balance » les besoins et attentes des individus et de l'organisation. Ceci se traduit aussi à travers un phénomène de « refocalisation relationnelle », c'est-à-dire de resserrement sur moins de relations, mais considérées comme « plus qualitatives », au détriment d'interactions avec l'écosystème élargi.

Enfin, le rapport au temps constitue lui aussi un enjeu double, entre « agir vite » pour faire face à l'urgence et « prendre le temps » pour intégrer ce qui se passe. Cet aspect intègre également l'horizon temporel des décisions, entre effets à court terme et à plus long terme.

Face à ces tensions multiples et contradictoires, les managers doivent trouver des voies de résolution, transmettre des informations idoines, arbitrer des situations et faire converger des enjeux en apparence peu compatibles voire irréconciliables. Tous ces points rejoignent la notion de rôle de « traduction » (tel que conceptualisé par Callon et Latour) des managers, qui consiste à articuler des logiques contradictoires, à leur donner du sens, à les intégrer au sein d'un cap flexible et évolutif en fonction des pressions subies et des ressources développées pour résister à ces pressions, en s'appuyant sur des processus d'ajustements mutuels (Desmarais et Abord de Chatillon, 2010).

Discussion : prolongements et perspectives

Nos résultats soulèvent des paradoxes qui traduisent toute la complexité de « ce qui se joue » en contexte de bouleversements majeurs. Ce sont autant d'éléments à prendre en compte pour l'avenir.

D'abord, une condition clé pour qu'un processus de résilience puisse se mettre en place est la reconnaissance du trauma. Or, notre travail de terrain révèle que le vécu et le surinvestissement des managers pour compenser les pertes vécues sont inégalement et insuffisamment reconnus. Le poids de la variable temporelle est clair : s'est instaurée une forme d'habitude ou de normalisation de l'« extraordinaire », à l'échelle des organisations, au point

que, même dans les organisations où ces questions de vécu et de surinvestissement avaient été abordées en 2020, elles ont ensuite été abandonnées, « oubliées », dans la suite de la crise.

Notre approche méthodologique en plusieurs phases, longitudinale, nous a ainsi permis de cerner cette dimension de dilution de « l'anormalité dans la normalité ». C'est sans doute pour cela que, dans la perception des managers interrogés, le choc et la façon de le surmonter apparaissent comme davantage pensés par les individus, et non de façon collective.

Composer avec des injonctions contradictoires en articulant cadre et souplesse, clarté et flou, relations individuelles avec membres de l'équipe proche et avec l'ensemble de l'écosystème (sur site et à distance) fait partie du rôle des managers. Pour autant, ils ne peuvent, à eux seuls gérer cette délicate alchimie et il importe donc de penser la qualité et l'usage des marges de manœuvre à l'échelle des organisations pour que les managers en disposent sereinement et s'en emparent efficacement.

Les managers se sont largement appuyés sur la qualité des relations qu'ils avaient tissées avec leurs équipes auparavant (le cas échéant) et avec l'écosystème élargi. Ceci étant, les réorganisations fréquentes ont rendu difficile l'établissement de relations durables et de qualité. Le télétravail, s'il reste important, expose à l'écueil de pertes en interactions informelles, alors que celles-ci sont essentielles au rôle de « traduction ». La qualité des relations avec le N+1 est également un maillon essentiel.

Nos travaux éclairent le rôle clé des managers, en tant qu'architectes de la résilience collective des équipes et des organisations, mais aussi les écueils qu'il leur a fallu contourner pour naviguer à travers cette période de turbulences, parfois au prix de leur santé. Des implications organisationnelles et sociales émergent donc, qui sont autant de « leçons constructives » qu'il nous faut collectivement retirer de cette crise de la Covid-19. Car derrière l'importance d'apporter les ressources nécessaires aux managers en temps de crise, derrière la

reconnaissance par les organisations, les institutions et les politiques publiques du trauma de la crise, c'est la capacité à faire face à des crises futures ainsi que la manière d'assurer une performance durable et globale en situation contrainte qui sont en jeu... tout autant que le type d'organisation et la nature du futur que nous souhaitons construire (étude Colliers/Futuribles, 2021).

References

Ashforth B.E., Humphrey R.H. (1995). « Emotion in the Workplace: A Reappraisal », *Human Relations*, 48, n°25, p. 97-125.

Ashforth B.E., Kreiner G.E. (2002). « Normalizing emotion in organizations: Making the extraordinary seem ordinary », *Human Resource Management Review*, 12, p. 215-235.

Britt T.W., Shen W., Sinclair R.R., Grossman M.R., Klieger D.M. (2016). « How Much Do We Really Know About Employee Resilience? », *Industrial and Organizational Psychology*, 9, n°2, p. 378-404.

Desmarais C., Abord de Chatillon E. (2010). « Le rôle de traduction du manager : Entre allégeance et résistance », *Revue française de gestion*, 205, n°6, p. 71-88.

Étude Colliers/Futuribles (2021). « Odyssée 2030. Vivre, connecter, travailler. 5 futurs possibles », <http://telechargement-colliers.4f9e.brandcast.io/odyssee-2030-edition-2021/>.

Hobfoll S.E. (1989). « Conservation of resources: A new attempt at conceptualizing stress », *American Psychologist*, 44, n°3, p. 513-524.

Liang F., Cao L. (2021). « Linking Employee Resilience with Organizational Resilience: The Roles of Coping Mechanism and Managerial Resilience », *Psychology Research and Behavior Management*, 14, p. 1063-1075.

| BILAN DU DISPOSITIF

ELEMENTS DE SYNTHÈSE SUR LE DISPOSITIF SMARTLAB

Le **Smart Lab LABILITY**, laboratoire de recherche et d'innovation éphémère, réunit des jeunes chercheurs engagés par l'Université Gustave Eiffel qui analysent l'impact de la crise sanitaire sur l'organisation du travail et sur l'évolution de la mobilité des personnes et des marchandises dans la région francilienne dont les résultats seront valorisés auprès des acteurs publics et privés.

Lancé en février 21, le laboratoire a rassemblé 9 post doctorant.e.s de disciplines variées, 6 en sciences humaines et 3 en sciences pour l'ingénieurs, intégré.e.s dans 7 laboratoires de l'Université Gustave Eiffel et rassemblé.e.s autour du projet de SmartLab.

L'achèvement du projet en février 2023 permet de poser les éléments de synthèse suivants.

1. Un projet extrêmement stimulant, qui a produit des résultats

Des résultats scientifiques originaux, en termes d'analyses, de scénarios explorés, ou de méthodes

Le projet LABILITY, très ambitieux, a produit un certain nombre de résultats, variés et originaux, qui témoignent de l'activité du projet. Ces résultats scientifiques sont synthétisés dans les « 4 pages » qui précèdent ce document. Ces résultats sont originaux, à la fois dans les analyses qu'ils proposent (évolution des pratiques de mobilité, impact de la crise sur les tiers lieux, évolution de la géographie des lieux du travail, des pratiques de recrutement et de management), dans les scénarios qu'ils explorent (matériaux dépolluants, reconfiguration dynamique des réseaux de transport) ou dans les méthodes qu'ils déploient (matrice de contact pour étudier la propagation d'une épidémie, enquête sur le télétravail, enquête sur les flux de marchandises et les chaînes logistiques, enquête auprès des tiers lieux).

Un dispositif de soutien aux approches systémiques

Le projet LABILITY a également permis, par le dialogue interdisciplinaire qui s'est instauré, de mieux décrire la complexité des phénomènes et d'intégrer dans l'analyse des mobilités ou du télétravail une variété de déterminants, à la fois techniques, géographiques, économiques, ou managériaux. Ainsi, l'analyse sur la géographie des lieux du travail s'est-elle enrichie des travaux sur les tiers lieux et réciproquement, et l'analyse sur l'activité des tiers lieux s'est alimentée des travaux sur les pratiques de télétravail. Si l'interaction entre les thématiques SHS a été naturelle, elle reste moins évidente avec les SPI. Elle a néanmoins été possible et productive dans la conception des modèles sous-jacents aux travaux de sciences pour l'ingénieur, en permettant par exemple de discuter les variables de comportements de mobilités à intégrer dans les matrices de contact pour la propagation des épidémies ou en partageant les données mobilisées ou recueillies dans le cadre des enquêtes

2. La valorisation de ces résultats à continuer de développer

Une importante valorisation scientifique

Le projet a fait l'objet d'une importante valorisation scientifique eu égard à la durée du projet, avec pas moins de 6 articles en revue, 18 communications dans des colloques et conférences, et 2 documents de valorisation, au-delà des 4 pages de synthèse.

Des évènements dédiés ont été mis en place, notamment dans le cadre des Futures Days, évènement de l'Université Gustave Eiffel autour des villes de demain, avec 2 sessions spécifiques, mais aussi dans des conférences internationales.

Un dialogue initié avec les partenaires socio-économiques

Le projet LABILITY a permis de conforter et/ou développer des liens avec de nombreux partenaires socio-économiques ; certains d'entre eux étaient partenaires au projet dès le départ, d'autres ont été mobilisés dans le cadre du projet (c'est le cas de l'Institut Paris Région), ont manifesté un intérêt pour les travaux du SmartLab (on citera Paris Ouest La Défense, au-delà des techniciens des services de la Région) ou ont été rencontrés dans des évènements dédiés (hackathon, Future Days) ou dans les ateliers de valorisation organisés par MATRICE. L'articulation de la recherche et du monde socio-économique souhaité par la Région Ile-de-France a sur ce point été une réalité. C'est la question des données et de la conception/mise en œuvre des données qui a été particulièrement porteuse d'interactions.

Le dialogue a été particulièrement soutenu avec l'Institut Paris Région (allant jusqu'à la conception conjointe d'enquêtes), ainsi qu'avec PCA-Stream, avec le portage d'une conférence finale dédiée sur les résultats du projet.

Les interactions se sont donc concentrées autour d'un noyau d'acteurs socio-économiques, au premier rang desquels, outre l'Institut Paris Région et PCA-Stream, déjà cités, Allianz et Steelcase.

Une valorisation socio-économique à conforter dans le temps, et à reconnaître dans la diversité de ses formes

La valorisation économique constitue une des ambitions de l'appel à projet, clairement exprimée dans le cadre de l'appel : « la valorisation économique et sociale des résultats scientifiques obtenue par tout moyen (lieu d'accueil, outils numériques, experts, terrains d'expérimentation, accès facilité à des écosystèmes innovants, sensibilisation/formation à l'entrepreneuriat...) est donc un des objectifs de ce laboratoire ».

Malgré la diversité des formes et modalités sous lesquelles la science s'ouvre à la société et est susceptible de se socialiser, le thème de la valorisation est le plus souvent étroitement associé, sous le couvert d'une valeur ajoutée économique, à celui de l'innovation technologique et par conséquent aux sciences «dures»; alors que

les chercheurs et universitaires en Sciences Humaines et Sociales sont eux aussi de plus en plus systématiquement incités à se préoccuper de «valoriser» leurs recherches et que les S.H.S. sont de plus en plus régulièrement citées comme devant jouer un rôle dans les relations et le débat Science / Société, et être parties prenantes des politiques menées en la matière, les S.H.S. restent le parent pauvre des actions effectivement entreprises qui, à de trop rares exceptions près, concernent principalement les sciences dites «dures».

Il est important à cet égard de reconnaître la diversité des formes de valorisation socio-économique, et le potentiel de valorisation que le projet porte, en termes de :

- Mise en marché de matériaux dépolluants ;
- Elaboration de méthodes de reconfiguration dynamique des réseaux ou d'évaluation des nœuds de contacts principaux sur un réseau (et donc de propagation des épidémies) ;
- Recommandations de politiques publiques, relatives à la logistique, au foncier (logistique et immobilier de bureau), aux tiers lieux, ou à la mobilité ;
- Recommandations managériales, notamment au regard du développement du télétravail.

La transformation de ces potentialités nécessite du temps, temps dont le projet ne disposait pas forcément.

Le travail de MATRICE a commencé à exploiter ces potentialités, mais mérite d'être poursuivi.

Ci-après détaillées les potentialités de valorisation du projet

Appui aux politiques publiques

Aménagement des territoires, au travers de la gestion des infrastructures de transport et de logistique, et de l'usage des sols (localisation de entreprises

Politiques d'urbanisme : recommandations concrètes permettant d'accompagner les décideurs publics dans leur projet de développement des télécentres, tiers-lieux...

Encadrement du télétravail

Recommandations à destination des organisations et des managers

Renforcement de la résilience organisationnelle

Prévention des risques psychosociaux

Développements technologiques

Outil d'aide à la décision tactique et opérationnel de monitoring des épidémies

Outils fournissant un service de transport respectant les contraintes sanitaires évitant le recours massif à l'utilisation généralisée de la voiture, pour attirer les passagers vers les transports publics et encourager les transports actifs.

Prototype de route dépolluante efficace

Gestion dynamique de la charge des réseaux de transports .

3. La question centrale du temps

Concilier temps de la recherche et temps de maturation des innovations

Le projet LABILITY s'est inscrit sur une durée de 2 ans. Mais ce temps devait comprendre à la fois le temps de production de la recherche, le temps de l'interdisciplinarité et le temps de la valorisation. Il est difficile de concilier ces 3 objectifs sur un temps aussi court, surtout dans le cas de sujets originaux où l'ensemble des étapes doivent être précisées : problématisation, conception de la méthode, mise en œuvre des enquêtes ou des expérimentations, analyse des résultats. La recherche ne déclinant pas des méthodes mais produisant de façon originale des connaissances, y compris méthodologiques, la variable temps y est assez centrale. Les enquêtes ont notamment pris un temps non réductible, avec un démarrage impossible à imaginer avant juin 2021 au plus tôt.

Dans ce cadre, la valorisation ne peut effectivement commencer à s'envisager qu'en toute fin de projet, quand les premiers résultats commencent à être présentés. Un tel projet ne peut donc produire, dans le cadre de recherches originales, que des potentialités de valorisation, qui demandent ensuite des processus dédiés de valorisation et de prématuration-maturation.

Un périmètre de partenariat à maintenir sur toute la durée du projet

Ce décalage dans le temps du sujet de la valorisation rend difficile la mobilisation des partenaires socio-économiques sur toute la durée du projet, au-delà de ceux des secteurs études et conseils (Institut Paris Région par exemple) ou directement intéressés par les phases amont de la recherche et notamment la collecte de données. Pourtant, la gouvernance du projet prévoyait la mobilisation régulière du COPIL, avec des temps de présentation de l'avancement des travaux ne pouvant susciter que peu de réactions. L'assiduité au COPIL a ainsi été ralentie au fil des COPIL, l'un des partenaires ayant par ailleurs demandé à quitter le consortium car ayant du mal à s'y retrouver.

Ne pas minorer le temps de mise en œuvre de l'interdisciplinarité

L'interdisciplinarité est une démarche dans laquelle plusieurs disciplines vont croiser leurs compétences, leurs savoir-faire, vont interagir pour permettre de mieux comprendre des phénomènes. C'est une intelligence collective. Plusieurs disciplines vont travailler ensemble, vont créer des liens et permettre d'envisager l'objet d'étude avec toutes ses facettes, ses angles, ses regards. Au-delà du fait que le projet portait sur 2 objets d'études, la mobilité et le télétravail, certes reliés, cette interdisciplinarité prend elle aussi du temps. Elle nécessite de se comprendre, d'explicitier les démarches, les concepts sous-jacents, les méthodes. Le projet a très tôt, dès son lancement, mis en place des dispositifs dédiés et spécifiques, le travail sur l'interdisciplinarité nécessitant des modalités d'animation renforcée ; ont ainsi été mis en place dans le cas de Lability des ateliers de présentation et d'échange. Mais l'interdisciplinarité prend néanmoins du temps, et d'autant plus pour des

jeunes chercheurs, formés dans un contexte disciplinaire, ne se connaissant pas auparavant, et venant parfois de champs disciplinaires très éloignés.

Concilier le temps du projet et le temps des contrats des jeunes chercheurs.ses

De plus, le statut de post-doctorant est un statut transitoire, entre une fin de thèse et un premier poste, et donc un statut contractuel, avec des durées variables. Le projet LABILITY a donc également dû composer avec le temps de recrutement, les dates de disponibilité variables des candidat.e.s, et les durées de contrat différentes également entre les post doctorants. L'exercice de l'interdisciplinarité n'en a pas été simplifié.

4. La diffusion des connaissances scientifiques et la transformation des résultats de recherche en recommandation : une interface à organiser

Un process reposant sur des compétences spécifiques

Les discours, plans d'action, opérations et dispositifs visant à promouvoir l'ouverture de la recherche sur le monde socio-économique et à encourager les échanges entre scientifiques et acteurs sociaux se sont multipliés. Les attentes portent ainsi sur la valorisation, qui correspond aux moyens de « **rendre utilisables ou commercialisables les résultats, les connaissances et les compétences de la recherche** ». La valorisation suppose ainsi **une mise en relation** du monde de la recherche et du monde socio-économique. Cette mise en relation est toutefois une condition nécessaire, mais non suffisante. **La valorisation n'est toutefois pas un processus automatique : elle doit être organisée et faire l'objet d'actions concertées et réfléchies.**

Elle nécessite par ailleurs des compétences spécifiques, le rôle des chercheurs étant avant tout de produire de la connaissance, voire éclairer la décision publique. La mission de valorisation requiert alors des **compétences dans des domaines très divers, à même de s'approprier les résultats des projets, sur un spectre disciplinaire large, et en même temps de bien connaître l'écosystème potentiel intéressé par ces résultats.** Cette capacité à traduire les résultats de recherche en langage appropriable est essentielle et est une condition indispensable à la réussite de la mise en relation. Il s'agit de faire l'interface, non seulement en termes d'organisation logistique de la rencontre, mais aussi de contenu, pour orienter et faciliter le dialogue entre les chercheurs et les acteurs socio-économiques. Ces compétences sont rares et la dimension de mise en relation prime souvent, au détriment de la diffusion des résultats. L'exercice du 4 pages a ainsi participé d'une demande spécifique aux chercheurs pour faciliter la diffusion des résultats.

Il apparaît que les profils les plus adéquats correspondent aux personnes ayant une **double formation**, c'est-à-dire à la fois une connaissance universitaire dans un domaine précis mais également des compétences de mise en relation.

La mission de valorisation dont le coeur concerne le traitement de l'interface entre monde universitaire et monde économique appelle également, en principe, des personnes ayant une **double expérience**, c'est-à-dire qui connaissent, à la fois, le monde de l'entreprise et celui de l'université.

Un process reposant sur des dispositifs d'animation dédiés : accompagner la mise en relation et l'alimenter

Toute forme de valorisation sociale de la recherche implique des espaces, des dispositifs, des outils, voire des activités spécifiques ayant vocation à construire, organiser la relation scientifiques-acteurs sociaux.

Les dispositifs d'animation y sont centraux, permettant d'accompagner la mise en relation. Il ne suffit pas de réunir des chercheurs et des collectivités ou des entreprises. En effet, il faut également être en mesure d'accompagner la mise en relation, par un travail de synthèse des échanges et de propositions sur cette base, permettant d'alimenter un processus d'élaboration de recommandations ou de solutions. Comme évoqué, la valorisation est un processus dans le temps, qui nécessite un suivi et un accompagnement.

Les résultats : quelques éléments chiffrés

9 documents de synthèse « 4 pages »

6 articles

18 communications scientifiques

1 site internet

9 portraits

1 hackathon

1 vidéo Eiffel & Curious sur « Travail et mobilité »

Enquêtes tiers lieux et COVID, les déplacements des télétravailleurs, les déplacements quotidiens des salariés en Ile-de-France, les enquêtes sur les lieux du travail

La mobilisation au titre de l'animation scientifique

4 escales

2 sessions spéciales des Future Days

1 évènement dédié aux problématiques des lieux du travail avec PCA-Stream

1 atelier de valorisation des travaux.

PRODUCTIONS ISSUES DU PROJET

Articles

Pigalle E., Aguiléra A. & Belton Chevallier L. (En rédaction). Telework and daily travel: new evidence from France

Pigalle, E. (Soumis). What are the impacts of teleworking on activity-travel behaviour? A text mining study. *Articulo - Journal of Urban Research*.

Pigalle E. & Atkinson-Clement C. (Under review). Le télétravail est-il synonyme d'exode des ménages ? Le premier confinement en France comme fenêtre d'observation, *Espace populations sociétés* « Crises, dynamiques démographiques et peuplement »

Guillot M., Furno A., Aghezzaf E.H., El Faouzi N.E. (soumis). Decision Tool for Network Downsizing based on Optimal Subnetwork: a Generic Framework and Lyon Case Study, Transportation Research part E.

Saadi I., Côme E., Luong L., Zargayouna M. (2023) Using an activity-based travel demand model to estimate large-scale face-to-face daily contact networks. (Full paper in preparation)

Guillot M., Furno A., Aghezzaf E.H., El Faouzi N.E. (2022). Transport network downsizing based on optimal sub-network. *Communications in Transportation Research*

Marie Le Pivert, Olivier Kerivel, Brahim Zerelli, Yamin Leprince-Wang (2021). ZnO nanostructures based innovative photocatalytic road for air purification, *Journal of Cleaner Production*, Volume 318.

Communications

Belton Chevallier L., Aguiléra A., Cerqueira E., Motte-Baumvol B. & Pigalle E. (Soumise). « Exploring current and

desired teleworking frequency in the Paris Metropolitan Area ». WCTR 2023, Montréal 17-21 July

Pigalle, E., Aguiléra, A., & Belton Chevallier, L. (Soumise). *Télétravail et mobilités : Une exploration des effets de l'adoption du télétravail à domicile sur les mobilités hors travail des salariés en France après la pandémie*. 5e Rencontres Francophones Transport Mobilité (RFTM), 7-9 juin 2023, Dijon.

Pigalle, E., Aguiléra, A., & Belton Chevallier, L. (2022). *Télétravail et mobilités : Quels changements des activités quotidiennes ?* 5e Rencontres Francophones Transport Mobilité (RFTM), Luxembourg.

Aguiléra A. Pigalle E. & Belton Chevallier L., (2022), « [Potentiels effets rebonds du télétravail sur la mobilité quotidienne](#) ». Colloque *FUTURE Days*, 29 novembre, Champs-sur-Marne

Perrin J., Aguilera A., Terral L., 2022, [Les entreprises franciliennes et la diffusion du travail à distance : vers une gestion des lieux du travail ?](#), 58ème colloque de l'Association de Science Régionale de Langue Française (ASRDLF), Transitions, gouvernance territoriale et solidarités

Pigalle E., Aguiléra A. & Belton Chevallier L., 2022, « [Télétravail et mobilités : quels changements des activités quotidiennes ?](#) ». Rencontres Francophones Transport-Mobilité (RFTM), Luxembourg

Aguiléra, A. Perrin J. & Pigalle E., 2022, « Le travail à distance, les lieux du travail et les mobilités », MasterClass *Télétravail et décarbonation des déplacements domicile-travail*, Maison de l'entreprise innovante, CCI Seine-et-Marne

Perrin J., Aguiléra A., Terral L., 2022, [Covid 19 and remote work in Paris region area \(France\): how do companies manage workplaces and workspaces?](#), Annual

meeting of American Association of Geographers (AAG)

Perrin J., Aguiléra A., Terral L., 2022, Workplace diversification and companies' strategies : lessons from Paris region case study, in: Tagliaro Chiara, Migliore Alessandra and Silvestri Rossella (eds.), Proceedings of the 3rd Transdisciplinary Workplace Research Conference, Milan (Italy), 7-10 September

Guillot M., Furno A., Aghezzaf E.H., El Faouzi N.E., 2022, Optimal downsizing of the bus network in Lyon during the COVID-19 pandemic, (TRISTAN 2022), Mauritius

Guillot M., Furno A., Aghezzaf E.H., El Faouzi N.E., 2022, Transport network design based on origin/destination clustering during the covid-19 pandemic use case, Communication, 6th Conference on Sustainable Urban Mobility, Greece

Guillot M., Furno A., Aghezzaf E.H., El Faouzi N.E., 2022, Sous-réseau optimal d'un réseau de transports perturbé, communication, Congrès de la ROADEF (Société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision), Février 2022, Lyon

Saadi I., Côme E., Luong L., Zargayouna M., 2022, Estimating high-resolution daily encounter networks with activity-based models of travel demand. Presented at EpiMob2022: Epidemic control: from mobility data to public health, Paris.

Saadi I., Côme E., Luong L., Lassarre S., Zargayouna M., 2022, Estimating high-resolution daily encounter networks with activity-travel diaries. Presented at the 11th Triennial Symposium on Transportation Analysis (TRISTAN 2022), Mauritius.

Chêne A.C., Jeannerod-Dumouchel N., Dickason R., Gamassou C.E., Bourguignon R., 2022, La crise covid-19 entre impensable et pertes : La résilience du manager à l'épreuve du télétravail intensif, 33ème Congrès de l'AGRH, Oct 2022, Brest

Challe L., L'Horty Y., Petit P., Wolff F.C., 2022, Confinement et discrimination à l'embauche : enseignements expérimentaux, 19th annual IMISCOE conference, juin

Chêne A.C., Pigalle E., Perrin J., Challe L., Mbaye S. & Guillot M., 2021, « [Opportunités et risques liés au développement du télétravail en Île-de-France, une approche interdisciplinaire](#) ». Colloque *FUTURE Days* « Vers la décarbonation des villes et des territoires », Marne-la-Vallée

Challe L., L'Horty Y., Petit P., Wolff F.C., 2021, Confinement et discrimination à l'embauche : enseignements expérimentaux, conférence TEPP, octobre

Valorisations auprès du grand public

1. Article dans *The conversation* (prévu)
2. Aguiléra, A., Perrin, J., Pigalle, E. (2022). *Le travail à distance, les lieux du travail et les mobilités*. MasterClass Télétravail et décarbonation des déplacements domicile-travail, CCI Seine-et-Marne.

