

# LE MODÈLE « MIXTE » : UN OUTIL D'ÉVALUATION DU CHOC DE LA COVID-19

Magali Dauvin et Raul Sampognaro

Sciences Po, OFCE

---

L'épidémie de la Covid-19 et les mesures mises en œuvre pour enrayer la circulation du virus ont abouti à une crise économique d'une ampleur et d'une nature inédites. En avril 2020, la mise en place d'un confinement très sévère a fait chuter l'activité économique de près de 31 %. En novembre, après un semestre de vie avec le virus, la mise en place d'un deuxième confinement s'est traduite par une baisse de l'activité « de seulement » 7,5 %. Nous avons recours à une version modifiée du modèle ouvert de Leontief (1944) permettant d'étudier la diffusion de chocs simultanés d'offre et de demande à travers le tissu productif ; c'est ce que nous appelons le modèle «mixte». Selon notre évaluation, les fermetures administratives expliqueraient à elles seules 12 points de la baisse d'activité du mois d'avril 2020 et 5,5 points de celle de novembre. De leur côté, les chocs d'offre liés aux difficultés de main-d'œuvre ou d'approvisionnement ou à l'adaptation aux contraintes sanitaires expliqueraient 10 points de la baisse de la valeur ajoutée au pire moment de la crise en avril. Ils seraient sans effet significatif en novembre. Enfin le choc de demande finale expliquerait 11 points de la baisse du PIB observée pendant le confinement du mois d'avril et 2 points de la baisse de novembre. Le redéploiement de la production des emplois intermédiaires vers les emplois finaux aurait permis de préserver le PIB de 2 points en avril. Ces résultats suggèrent que l'ensemble des acteurs – publics et privés – ont fortement adapté leurs comportements, ce qui se traduit par des confinements ayant un moindre impact sur l'activité économique.

*Mots clés* : pandémie Covid-19, base WIOD, choc de demande, choc d'offre, modèle mixte.

---

L' épidémie de la Covid-19 et les mesures mises en œuvre pour enrayer la circulation du virus ont abouti à une crise économique d'une ampleur et d'une nature inédites. Au mois d'avril 2020, des pans entiers de l'économie ont été fermés par décision administrative afin d'assurer la moindre circulation des personnes et partant du virus et

ceci dans des nombreux pays. Par ailleurs, avec la fermeture des structures d'accueil éducatives (crèches, écoles, ...), nombreux sont les salariés qui ont dû rester à domicile pour garder leurs enfants et ont été empêchés de se rendre sur leur lieu de travail. Certaines branches ont souffert de ruptures dans les chaînes d'approvisionnement. Enfin, la demande des acteurs privés a chuté fortement en lien avec des comportements d'évitement des interactions sociales afin de diminuer les risques de contamination. On pourrait ajouter un choc de productivité lié à la déstructuration des processus productifs, notamment du fait d'un recours massif, non anticipé, au télétravail. Toutefois, peu de travaux empiriques ont réussi à montrer un tel effet à ce jour<sup>1</sup>, il sera donc négligé par la suite. Dans ce contexte, l'activité a chuté de près de 31 % au mois d'avril 2020 selon l'Insee (2020). En plus d'être massive, cette baisse de l'activité présente une forte hétérogénéité entre les différentes branches. En avril 2020, la baisse de la valeur ajoutée était de -2 % dans le secteur de *l'agriculture* à -70 % dans celui de *l'hébergement et la restauration*.

Sur la base de l'expérience du mois d'avril 2020, la décision d'un nouveau confinement à partir du 30 octobre a fortement pesé sur les perspectives économiques pour le mois de novembre. Pourtant les mesures restrictives étaient moins sévères : le système scolaire est resté ouvert et moins de secteurs étaient concernés par les fermetures administratives. Dans ce contexte, les pertes d'activité par rapport à la situation pré-Covid attendues pour le mois de novembre allaient de 20 % pour le gouvernement dans sa prévision associée au PLFR IV, à 14 % pour l'OFCE et à 12 % pour l'Insee et la Banque de France. Selon l'Insee, l'activité n'a été amputée que de 7,5 points au mois de novembre. Au final, la croissance française du quatrième trimestre 2020 a surpris favorablement (-1,4 % réalisé contre -6 % prévu lors de notre dernier exercice de prévision). Nous chercherons à comprendre les explications à la bonne résistance de l'activité en novembre.

Les outils traditionnels d'évaluation s'avèrent inadaptés pour mesurer l'impact de chocs simultanés, portant à la fois sur l'offre et la

---

1. Voir par exemple, Batut et Tabet, 2020, « Que savons-nous aujourd'hui des effets économiques du télétravail ? », *Trésor-Eco*, n° 270, novembre. Avec le prolongement de la crise, les enquêtes de l'Insee commencent à faire état d'une incidence des mesures sanitaires sur la productivité. En janvier 2021, les mesures de protection sanitaire réduisent la productivité de 31% des entreprises. Si les adaptations mises en place par ces dernières (jauges, numérisation...) ont un effet durable sur le niveau de la productivité, en conséquence la production potentielle sera un déterminant-clé du scénario macroéconomique post-pandémie.

demande, qui sont associés à la mise en place d'un confinement. L'analyse sectorielle est d'autant plus importante compte tenu de l'hétérogénéité de l'exposition aux chocs. Afin de pallier ce problème, nous avons construit un modèle à 17 branches<sup>2</sup> qui permet d'évaluer le comportement de l'économie française lorsque certaines d'entre-elles sont affectées simultanément par des chocs de demande et d'offre.

Bien évidemment cet article n'est pas le premier à essayer de modéliser les spécificités de la crise de la Covid-19 et notamment de l'effet des chocs simultanés d'offre et demande. Une recherche bibliographique rapide montre que le NBER a publié, au 3 février 2021, 579 *Working Papers* comportant le mot « Covid » dans le titre, et ceci est loin d'être un compte exhaustif de la contribution des économistes. Il est impossible de citer toute la littérature qui a servi d'inspiration à notre article. Il faut néanmoins mentionner les articles fondamentaux de Baqaee et Farhi (2020a, 2021) et Guerrieri *et al.* (2020). Toutes ces études montrent l'importance de la structure des relations entre branches dans la diffusion simultanée de chocs d'offre et de demande. Par ailleurs, la modélisation concrète du choc de la Covid-19 s'inspire largement de Gourinchas *et al.* (2020).

L'évolution de la valeur ajoutée par branche est connue pour les mois d'avril et de novembre 2020. À partir de cette observation, nous allons essayer de déduire la taille des chocs qui sont compatibles avec cette observation de la production sectorielle. Avant cela, il sera nécessaire de décrire le modèle sectoriel qui a été utilisé pour ce faire.

Nous allons décomposer l'impact sur l'évolution de la valeur ajoutée des mois d'avril et de novembre des quatre chocs suivants : (i) fermetures administratives ; (ii) indisponibilité de la main-d'œuvre (notamment liée à la fermeture des écoles, aux personnes vulnérables, aux malades de la Covid-19, ...) ; (iii) autres chocs d'offre y compris des problèmes d'approvisionnement ; (iv) modification des comportements de demande (substitution et épargne de précaution).

L'intérêt de cet exercice est double. D'une part, il permet de présenter le fonctionnement de cet outil, d'autre part, avoir une méthode permettant d'identifier les différents chocs et leurs effets sur la valeur ajoutée peut permettre d'avoir une évaluation de la réaction des agents privés à un nouvel ensemble de chocs d'offre.

---

2. Au sens de l'Insee, une branche regroupe des unités de production homogènes, c'est-à-dire qui fabriquent des produits qui appartiennent au même item de la nomenclature d'activité économique. Un secteur regroupe des unités statistiques classées selon leur activité principale.

Selon nos simulations, au mois d'avril, les fermetures administratives expliquent à elles seules 12 points de la baisse d'activité en avril. L'indisponibilité de la main-d'œuvre a eu un impact de 5 points sur la valeur ajoutée agrégée et les autres chocs d'offre ont eu un impact similaire de 5 points. Le choc de demande finale contribue à une perte d'activité de 11 points de valeur ajoutée. Enfin, l'interaction entre les différents chocs contribue favorablement à l'activité de 2 points. Ce terme d'interaction, quoique difficilement interprétable, suggère que certaines branches contraintes par l'offre mais dont la demande finale a relativement bien résisté ont pu orienter les ventes vers les consommateurs finaux car les branches qui leur demandaient des biens intermédiaires étaient à l'arrêt.

Au mois de novembre les fermetures administratives concernaient moins de secteurs qu'en avril. Cela explique une contribution négative moitié moindre par rapport à cette période. Selon nos calculs, le choc de fermetures administratives expliquerait une baisse de PIB proche de 5,5 points de PIB en novembre. En absence de fermetures d'écoles, ce facteur n'a pas eu d'impact sur le PIB. Enfin, les autres chocs d'offre – exprimant l'incapacité d'adapter rapidement les processus de production au contexte sanitaire – ont réduit la valeur ajoutée de 5 points en avril. Ce type de choc n'a pas eu d'effet significatif en novembre. Enfin, à la faveur des réallocations des budgets du développement de nouveaux modes de consommation, le choc de débouchés n'a pesé que de 2 points de PIB en novembre.

La suite du document se présente comme suit. Dans un premier temps, nous présentons le modèle mixte construit dans sa dimension matricielle. Ainsi, nous espérons rendre la méthode utilisée la plus reproductible possible. L'identification des chocs à l'œuvre au mois d'avril et de novembre est abordée dans une deuxième partie. Enfin, dans un troisième et dernier temps, nous présentons les résultats.

## 1. Le modèle mixte

### 1.1. L'économie de la Covid-19 : de multiples chocs simultanés

La simultanéité des chocs pose des questions sur l'interaction entre eux. Afin de rendre explicite le problème, imaginons une économie composée d'une branche unique. Supposons que cette économie reçoive un choc de demande exogène négatif – par exemple, du reste du monde – correspondant à 5 % de sa demande finale et en parallèle

un choc d'offre qui ampute ses capacités productives de façon temporaire de 10 %. Faut-il supposer que ces chocs s'additionnent ? Ou qu'au final cette économie diminuera sa production de 10 % « seulement » ? Cet exemple – élémentaire à dessein – permet d'illustrer le problème de l'additivité de deux chocs simultanés, l'un affectant l'offre, l'autre la demande. Nous posons l'hypothèse simplificatrice selon laquelle chaque branche est composée d'une entreprise représentative produisant un unique produit. Dans ce contexte, celle-ci est *in fine* affectée exclusivement par le choc le plus fort quantitativement. Par exemple, si une entreprise subit une baisse de la demande de 5 % et un absentéisme de 10 %, la baisse de sa production constatée sera de 10 %. Pour voir plus clairement le fonctionnement d'une telle économie, le modèle a été complexifié par Dauvin et Sampognaro (2021). Ce modèle étend le modèle à plusieurs branches et détaille le comportement des producteurs lorsqu'ils subissent de chocs d'offre et de demande simultanés.

Il peut être montré que les branches sont exclusivement contraintes par le choc de plus grande taille en valeur absolue. Par ailleurs, à prix et salaires fixes, la structure *input-output* de l'économie est inchangée par le choc de la Covid-19. Dans ce contexte, notre modèle se comporte d'une façon très proche au modèle original de Leontief (1936), même si on accepte une certaine forme de substituabilité dans les processus productifs. La principale différence avec le modèle de Leontief vient du fait que la production de certaines branches sont contraintes par des choc exogènes d'offre tandis que d'autres branches sont contraintes par le choc exogène de demande.

## 1.2. Écriture matricielle du modèle avec chocs d'offre et de demande

Une fois identifiées les branches contraintes par l'offre, il est possible de réécrire le modèle de Leontief ouvert (1944), modèle uniquement déterminé par la demande où il n'est pas question de contraintes sur les capacités de production – pour tenir compte de ses limitations. Nous partons de l'équilibre comptable emplois-ressources de chaque produit :

$$p_i Q_i = EI_i + DF_i$$

Où  $Q_i$  représente la production du produit  $i$ ,  $EI_i$  les emplois intermédiaires du produit  $i$  et  $DF_i$  les emplois finaux du produit. Comme dans le modèle de Leontief, les emplois intermédiaires sont déterminés par les coefficients techniques fixes. Les emplois sont définis en valeur.

Cette relation comptable portant sur l'équilibre sur le marché des biens laisse apparaître explicitement que la demande adressée à une branche émane de deux types de clients : d'une part, la demande pour l'emploi intermédiaire et d'autre part celle pour l'emploi final. Ainsi, pour les secteurs contraints par la demande, une partie du choc s'explique par la diffusion des chocs subis par les autres branches et d'autre part par le choix des utilisateurs finaux du produit. Le choc sur la demande finale du produit  $i$  est noté  $\widehat{d}_i^f$ .

Pour chacun de  $J$  produits de notre économie, nous avons les  $J$  relations comptables d'équilibre de marché suivantes :

$$\begin{cases} p_1 Q_1 = a_{11} \times p_1 Q_1 + a_{12} \times p_2 Q_2 + \dots + a_{1J} \times p_J Q_J + DF_1 \\ p_2 Q_2 = a_{21} \times p_1 Q_1 + a_{22} \times p_2 Q_2 + \dots + a_{2J} \times p_J Q_J + DF_2 \\ \vdots \\ p_J Q_J = a_{J1} \times p_1 Q_1 + a_{J2} \times p_2 Q_2 + \dots + a_{JJ} \times p_J Q_J + DF_J \end{cases}$$

Supposons que les  $k$  premières branches sont contraintes par la demande finale exogène (notée  $\overline{DF} = \widehat{d}^f DF$ ) et les  $J - k$  dernières branches le sont par la production exogène (notée  $\overline{Q} = \min(v, \eta) \cdot Q$ ).  $v_j \in [0;1]$  représente la proportion des salariés en mesure de travailler pendant le choc de la Covid-19, dépendante de la structure démographique de la branche. En parallèle, la rupture des chaînes d'approvisionnement peut limiter la production d'une branche en raison de l'impossibilité d'avoir recours aux consommations intermédiaires nécessaires dans le processus productif. Nous supposons qu'une part  $\eta_j \in [0;1]$  des commandes de biens intermédiaires ne peut pas être assurée (par exemple par une rupture de la chaîne logistique).

Alors, les relations comptables d'équilibre de cette économie peuvent être réécrites de la façon suivante :

$$\begin{cases} p_1 Q_1 = a_{1,1} \times p_1 Q_1 + a_{1,2} \times p_2 Q_2 + \dots \\ \quad + a_{1,k} \times p_k Q_k + a_{1,k+1} \times p_{k+1} \overline{Q}_{k+1} + \dots + a_{1,J} \times p_J \overline{Q}_J + \overline{DF}_1 \\ p_2 Q_2 = a_{2,1} \times p_1 Q_1 + a_{2,2} \times p_2 Q_2 + \dots \\ \quad + a_{2,k} \times p_k Q_k + a_{2,k+1} \times p_{k+1} \overline{Q}_{k+1} + \dots + a_{2,J} \times p_J \overline{Q}_J + \overline{DF}_2 \\ \quad \dots \\ p_k Q_k = a_{k,1} \times p_1 Q_1 + a_{k,2} \times p_2 Q_2 + \dots \\ \quad + a_{k,k} \times p_k Q_k + a_{k,k+1} \times p_{k+1} \overline{Q}_{k+1} + \dots + a_{k,J} \times p_J \overline{Q}_J + \overline{DF}_k \\ p_{k+1} \overline{Q}_{k+1} = a_{k+1,1} \times p_1 Q_1 + a_{k+1,2} \times p_2 Q_2 + \dots \\ \quad + a_{k+1,k} \times p_k Q_k + a_{k+1,k+1} \times p_{k+1} \overline{Q}_{k+1} + \dots + a_{k+1,J} \times p_J \overline{Q}_J + DF_{k+1} \\ \quad \dots \\ p_J \overline{Q}_J = a_{J,1} \times p_1 Q_1 + a_{J,2} \times p_2 Q_2 + \dots \\ \quad + a_{J,k} \times p_k Q_k + a_{J,k+1} \times p_{k+1} \overline{Q}_{k+1} + \dots + a_{k+1,J} \times p_J \overline{Q}_J + DF_J \end{cases}$$

Sous forme matricielle et en réarrangeant les termes de façon à avoir les variables endogènes ( $k$  productions et  $J - k$  demandes finales) exprimées en fonction des variables exogènes, nous avons :

$$X_{mixte} = M^{-1} \times N \times \overline{Y}_{mixte}$$

Avec :

$$X_{mixte} = \begin{pmatrix} p_1 Q_1 \\ p_2 Q_2 \\ \dots \\ p_k Q_k \\ DF_{k+1} \\ \dots \\ DF_J \end{pmatrix}, \quad \overline{Y}_{mixte} = \begin{pmatrix} \overline{DF_1} \\ \overline{DF_2} \\ \dots \\ \overline{DF_k} \\ p_{k+1} \overline{Q_{k+1}} \\ \dots \\ p_J \overline{Q_J} \end{pmatrix}$$

$$M = \begin{pmatrix} 1 - a_{1,1} & \dots & -a_{1,1k} & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ -a_{k,1} & \dots & 1 - a_{k,k} & 0 & \dots & 0 \\ -a_{k+1,1} & \dots & -a_{k+1,k} & -1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ -a_{J,1} & \dots & -a_{J,k} & 0 & \dots & -1 \end{pmatrix} \text{ et}$$

$$N = \begin{pmatrix} 1 & \dots & 0 & a_{1,k+1} & \dots & a_{1,J} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & 1 & a_{k,k+1} & \dots & a_{k,J} \\ 0 & \dots & 0 & -(1 - a_{k+1,k+1}) & \dots & a_{k+1,J} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & 0 & a_{J,k+1} & \dots & -(1 - a_{J,J}) \end{pmatrix}$$

Ainsi, un réarrangement du modèle de Leontief, en fixant des contraintes au niveau de la production et non pas exclusivement au niveau de la demande, permet d'exploiter le tableau d'entrées-sorties (TES) afin d'analyser la diffusion simultanée des chocs de demande et d'offre<sup>3</sup>.

## 2. Identification des chocs d'offre et de demande des confinements d'avril et de novembre

Le modèle présenté ci-dessus a été mobilisé dans OFCE (2020a), OFCE (2020b) et Dauvin *et al.* (2020b) afin de prévoir l'évolution macro-sectorielle de l'économie française au cours de l'année 2020. En prévision cela suppose de désigner le choc dominant par branche et

3. À cet égard, le lecteur peut se référer à Hambÿe (2012) pour plus de détails sur la méthodologie.

faire une prévision de ce choc à un niveau fin. L'exercice qui sera réalisé dans la suite de cet article est différent. Nous connaissons désormais l'évolution de la valeur ajoutée par branche et nous allons essayer de déduire la taille des chocs qui sont compatibles avec cette observation de la production sectorielle. Nous allons décrire la procédure utilisée dans cette section.

### 2.1. Les chocs du confinement d'avril 2020 : problèmes d'identification

Il est très simple de montrer que la seule observation de la production par branche ne permet pas d'identifier l'ensemble des chocs d'offre et de demande finale qui ont été définis : chaque mois nous disposons de 17 observations et 68 chocs (4 chocs par branche<sup>4</sup>). Par ailleurs, en cohérence avec le modèle théorique de Dauvin et Sampognaro (2021), la production observée dépend exclusivement du choc le plus fort quantitativement. Au-delà du problème de dimensionnalité déjà mentionné, le modèle inclut une fonction minimum qui le rend non linéaire aux chocs et par conséquent non inversible. Strictement parlant, l'observation de la production dans une branche nous donne de l'information sur le choc dominant, mais sans nous laisser identifier quel est précisément ce choc dominant.

La structure du modèle mixte présenté dans la section antérieure implique que l'évolution observée de la production dans chaque branche est dépendante du choc prédominant et de la diffusion des chocs prédominants dans le reste de l'économie (à structure *input-output* inchangée). *In fine*, il y a 17 observations et 17 chocs actifs.

Le modèle mixte développé incluant l'impact simultané de chocs d'offre et de chocs de demande est relativement simple à manipuler lorsque les branches contraintes par chaque type de choc sont identifiées. Lorsqu'une branche est contrainte par l'offre, l'identification du choc prédominant est immédiate : il est égal à la baisse de la production observée. Une fois les chocs d'offre effectivement opérationnels calibrés, il est nécessaire de trouver les chocs de demande finale restants, compatibles avec l'évolution de la production observée au cours des deux confinements.

---

4. Deux chocs d'impossibilité de mobiliser la main-d'œuvre (liés à l'interdiction de travailler dans les secteurs fermés administrativement et à la contrainte de la garde d'enfants) qui se cumulent (noté  $\nu$ ), un choc d'offre comprenant notamment les difficultés d'approvisionnement (noté  $\eta$ ) et un choc de débouchés finaux ( $d^F$ ).

Pour pouvoir mener à terme cet exercice, il faut commencer par distinguer les branches qui sont contraintes par l'offre et celles qui le sont par la demande. Comme dit précédemment, l'observation de la production n'est pas suffisante, il est nécessaire de fournir des informations extérieures au modèle. Nous allons par conséquent approximer les chocs d'offre par des mesures indirectes externes et évaluer lesquels ont pu être effectivement contraignants. Ainsi, tous les résultats ultérieurs sont dépendants de ce partage initial entre les secteurs contraints par l'offre et ceux contraints par la demande<sup>5</sup>. La méthodologie employée sera détaillée par la suite.

## 2.2. Données utilisées

Les données du tableau entrées-sorties international WIOD<sup>6</sup> France ont été utilisées à cette fin. L'avantage de cette source réside notamment dans la capacité à décomposer le Tableau des Entrées Intermédiaires de façon à distinguer les consommations intermédiaires d'origine domestique et celles qui sont importées<sup>7</sup>. L'analyse est faite sur la nomenclature agrégée de la comptabilité nationale à 17 branches.

Afin d'avoir une première approximation des chocs d'offre qui ont suivi le confinement des mois d'avril et de novembre, nous avons utilisé les dernières Enquête Emploi en continu disponibles afin d'avoir un niveau de détail très fin des caractéristiques démographiques de l'emploi par branche (structure familiale, catégories socio-professionnelle, type de poste occupé, ...).

L'Insee (2020) fournit une évaluation précise de l'évolution de la valeur ajoutée par branche lors du mois d'avril 2020, au moment où les

---

5. Afin de nous assurer que nos résultats ne sont pas trop dépendants des sources externes utilisées dans l'évaluation des branches contraintes par l'offre, nous réalisons des tests de robustesse dans la dernière section de Dauvin et Sampognaro (2021), en ce qui concerne le confinement d'avril. La principale source utilisée à cet égard concerne les réponses des entreprises dans l'enquête Acemo-Covid sur leur perception des chocs subis depuis le début de la crise de la Covid-19. Pour le confinement de novembre, toutes les sources d'identification externes aboutissent au même partage des secteurs contraints par chaque choc.

6. Pour « World Input-Output Database », les données sont disponibles en ligne <http://www.wiod.org/home>. Pour plus d'informations sur la construction de la base de données voir Timmer *et al.* (2015).

7. Ceci aurait pu être fait à travers le TES symétrique publié par l'Insee pour la France. L'avantage de l'utilisation du TES international est qu'il permettra à terme de simuler différents chocs au niveau global, comme la pandémie en cours. L'exploitation de la dimension internationale de la base de données a été étudiée dans d'autres travaux publiés par l'OFCE, comme par exemple Dauvin *et al.* (2020a).

mesures sanitaires étaient les plus strictes et il fournit les données d'évolution de la valeur ajoutée pour le mois de novembre 2020 (Insee, 2021).

### 2.3. Une approximation des chocs d'offre à partir de données externes

#### *Le choc de main-d'œuvre*

Au cours du mois d'avril 2020, les mesures sanitaires ont empêché certains salariés et indépendants de se déplacer vers leur lieu de travail et par conséquent de participer à la production. Dans OFCE (2020a), le choc lié aux *fermetures administratives* est approché par le volume d'emploi concerné par les décrets. À partir des données du quatrième trimestre 2018 de l'Enquête Emploi en continu de l'Insee, OFCE (2020a) a estimé que 3,1 millions d'emplois ont été impactés par ces fermetures. Ces emplois ont constitué une première évaluation du choc direct lié aux fermetures administratives ou à l'arrêt de certains services publics.

À partir de la mi-mars, l'ensemble des crèches et des établissements scolaires de France a été fermé. Près de 12 millions d'élèves et d'enfants en crèche n'ont pas pu être accueillis. Dès lors, les parents pouvant travailler à distance étaient invités à privilégier cette option<sup>8</sup>. Dans le cas contraire, leur employeur a pu enclencher une démarche visant à les faire bénéficier d'un « arrêt de travail pour garde d'enfants ». L'OFCE (2020a) présente la méthodologie employée pour tenter de quantifier le recours potentiel à ce dispositif toujours à partir de l'Enquête Emploi 2018 en continu de l'Insee. Selon nos calculs, tenant compte de la composition démographique des ménages (famille monoparentale, âge des enfants, présence d'au moins un adulte non affecté par les fermetures administratives, possibilité de télétravailler), près de 1,6 million d'emplois ont pu être impactés par la fermeture des écoles.

---

8. Dans OFCE (2020a), nous avons estimé que 8,4 millions d'emplois étaient potentiellement concernés par la mise en place du télétravail généralisé. Ce calcul est réalisé à partir de l'Enquête Emploi en continu de l'Insee, où nous avons tenté d'identifier au sein des 528 professions décrites dans l'enquête, celles pouvant faire l'objet d'une mise en place du télétravail. Les impacts sont différenciés selon les branches dans la mesure où sa généralisation n'est pas homogène à l'ensemble des métiers. Les cadres peuvent y recourir aisément (60 % le font déjà régulièrement selon la Dares), il est clair que les ouvriers ont beaucoup plus de difficulté à le pratiquer.

L'addition de ces deux chocs, déclinée par branche, constitue une première évaluation de l'ampleur du choc de main-d'œuvre subi. Les résultats de nos calculs sont présentés dans le tableau 1.

Les fermetures administratives concernent 11 % de l'emploi et comme cela était prévisible, elles ont un impact massif dans le secteur de « l'hébergement et restauration » (73 % de l'emploi concerné), dans les secteurs du « commerce » et des services liés aux loisirs (RU) et aux services non-marchands (OQ). De leur côté, les gardes d'enfants expliqueraient l'absentéisme de 5,7 % de l'emploi, avec un impact moins marqué par branche mais pouvant aller jusqu'à 10,8 % de l'emploi dans l'industrie agroalimentaire.

Tableau 1. Évaluation *ex-ante* des chocs de main-d'œuvre du mois d'avril et de novembre 2020

Branches		Pourcentage de l'emploi concerné...			
		...en avril 2020...			...en novembre 2020...
Code	Intitulé	... par les fermetures obligatoires	...par les gardes d'enfants	Total	... par les fermetures obligatoires
AZ	Agriculture		7,2	7,2	
BE	Énergie, eau, déchets		0	0	
C1	Industrie agro-alimentaire		10,8	10,8	
C2	Cokéfaction et raffinage		1,7	1,7	
C3	Biens d'équipements		4,8	4,8	
C4	Matériels de transport		4,3	4,3	
C5	Autres produits industriels		6,2	6,2	
FZ	Construction		2,8	2,8	
GZ	Commerce	19,0	7,7	26,7	15,4
HZ	Transports et entreposage	1,3	5,4	6,6	0,3
IZ	Hébergement et restauration	73	3,8	76,8	51,8
JZ	Information et communication	1,0	1,2	2,2	1,0
KZ	Activités financières		2,2	2,2	
LZ	Activités immobilières		0	0	
MN	Services aux entreprises		5,9	5,9	
OQ	Services non-marchands	11,3	5,2	16,4	
RU	Autres activités de services	29,0	10	39	29,0
<b>Total</b>		<b>11,0</b>	<b>5,7</b>	<b>16,7</b>	<b>6,1</b>

Source : calculs OFCE sur la base de l'enquête emploi en continu.

Au total, 16,7 % des emplois seraient concernés par les fermetures administratives ou l'absentéisme pour motif de garde d'enfants. Une fois contrôlée de la possibilité de télétravailler, notre évaluation *ex ante* du choc d'absentéisme de la main-d'œuvre s'étale entre 2 % et 77 %, signe de la forte hétérogénéité des contraintes d'offre au cours du confinement du mois d'avril 2020.

Au mois de novembre, de nouvelles mesures de fermetures administratives ont été décidées, moins restrictives. Celles-ci concernaient 6,1 % de l'emploi, et comme cela était prévisible, elles ont eu un impact massif dans le secteur de « l'hébergement et restauration » (52 % de l'emploi concerné), dans celui du « commerce » et des services liés aux loisirs (RU). En novembre, les services non-marchands (OQ) sont restés ouverts.

Ainsi, en gardant la notation du modèle mixte présenté ci-dessus, nous avons :

$$v_{it} = v_{it}^1 + v_{it}^2$$

Où  $v_{it}$  est le choc de main-d'œuvre subi par la branche  $i$  à la date  $t$ . Celle-ci se décompose entre une composante d'impossibilité de produire pour cause de fermetures administratives ( $v_{it}^1$ ) et une composante d'absentéisme expliquée par la garde d'enfants qui s'explique par les fermetures des écoles ( $v_{it}^2$ ).

Or, pour l'instant nous n'avons pas observé les chocs effectifs ( $v_{it}^1, v_{it}^2$ ) mais plutôt une approximation :

$$v_{it}^c = v_{it}^{c*} + \varepsilon_{it}^c \text{ pour } c \in \{1,2\}$$

Où  $v_{it}^{c*}$  est le choc déduit de l'Enquête Emploi en continu et  $\varepsilon_{it}$  une erreur de mesure. Cette erreur de mesure peut s'expliquer par d'autres facteurs absentéisme non pris en compte dans notre première évaluation tirée des données de l'Enquête Emploi en continu (présence d'employés vulnérables, employés effectivement malades, ...).

### ***Le choc d'approvisionnement et les autres chocs d'offre***

Nous ne disposons pas de mesure précise *ex ante* de l'ampleur des problèmes d'approvisionnement. Dans ce contexte, nous allons mesurer le choc subi par chaque branche comme étant le produit de l'effet immédiat de la diffusion des chocs de main-d'œuvre dans la branche des transports. Dans le tableau 1, nous pouvons observer que 6,6 % des emplois dans la branche des transports n'ont pas pu être mobilisés en avril et 0,3 % en novembre. Nous supposons que cet

absentéisme a empêché de réaliser un montant équivalent de livraisons et que ces problèmes de livraison sont aléatoires entre branches productrices et consommatrices de biens intermédiaires. Sous ces hypothèses, 6,6 % des livraisons de biens intermédiaires ont été empêchées pour chaque branche en avril et 0,3 % en novembre. Ainsi, pour toutes les branches hormis pour la construction, les services financiers et les services  $\eta_{it}^*$  immobiliers, nous supposons que notre approximation du choc d'approvisionnement ( $\eta_i$ ) est égale à :

$$\eta_{it}^* = v_{HZt}^* = \eta_t^* \quad \forall i \neq \{FZ, KZ, LZ\}$$

Nous supposons que la branche de la construction a subi un choc spécifique au mois d'avril, qui est modélisé comme un choc d'offre dans notre spécification centrale. Il paraît difficile d'identifier s'il s'explique par les décisions administratives, le manque de personnel ou les difficultés d'approvisionnement ou des problèmes de débouchés<sup>9</sup>. Ce choc est inexistant lors du confinement de novembre.

#### 2.4. Détermination des branches contraintes par l'offre et identification des chocs de demande

À ce stade de l'analyse nous disposons d'une approximation des chocs d'offre modélisés (obtenue à partir de données externes) et de l'observation de la production par branche lors des deux confinements de l'année 2020. La structure du modèle développé fait que l'évolution observée de la production dans ces branches est identique au choc d'offre prédominant. Ce trait particulier du modèle facilite grandement l'identification des chocs d'offre.

Ainsi, nous avons comparé  $\eta_i^*$  et  $v_i^*$  avec la réalisation effective de la production. Si le choc dominant est celui de main-d'œuvre, alors nous aurons :

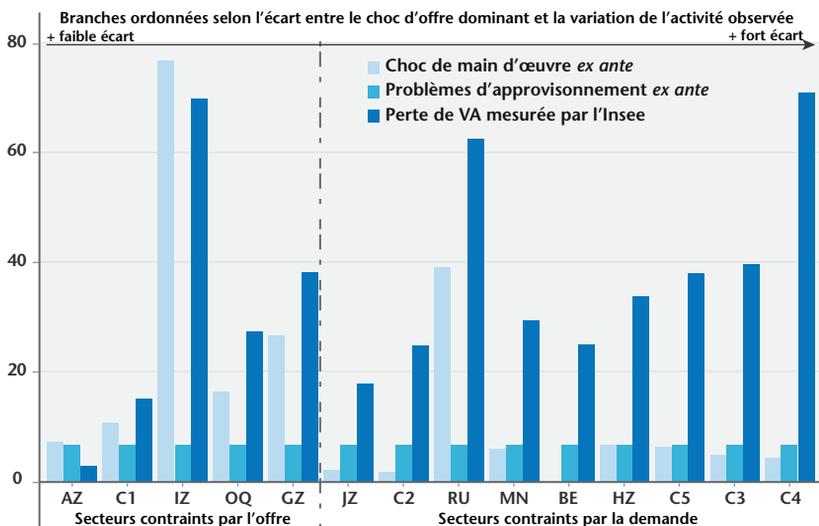
$$v_{it} = \widehat{Q}_{it}^{\text{observé}}$$

Le graphique 1 montre les différentes approximations des chocs d'offre obtenues à l'aide des enquêtes Emploi en continu 2018 de l'Insee et les observations de la production par branche pour le mois d'avril. Il est utile de rappeler que ces chocs d'offre sont approximés et que l'on ne peut pas exclure des erreurs de mesure (ampleur du

9. Il faut noter que selon l'enquête Acemo, les entrepreneurs du secteur jugent largement avoir été contraints par des problèmes d'approvisionnement (33 %), la baisse des débouchés (24 %) vient après et elle est suivie par les fermetures administratives (24 %) alors même que la branche n'était pas concernée par les décrets.

télétravail, absentéisme dépendant seulement des gardes d'enfants prévues...).

Graphique 1. Comparaison des chocs d'offre *ex ante* et production au mois d'avril 2020 (en %)



Source : calculs OFCE sur la base de l'Enquête Emploi en continu et la note de conjoncture de l'Insee.

Les différents chocs d'offre expliquent les évolutions de l'activité dans « l'agriculture » (AZ), les « industries agroalimentaires » (C1), « la construction » (FZ), « le commerce et la réparation automobile » (GZ), « l'hébergement-restauration » (IZ), « l'administration publique » (OQ). Il est intéressant de noter que les branches identifiées comme subissant des contraintes d'offre correspondent à celles qui ont été identifiées dans le débat public (graphique 1). Dans ces branches, l'écart entre le choc d'offre et la production observée est au maximum de 15 points.

Une fois que les branches contraintes par l'offre sont identifiées et que le niveau du choc est fixé par l'observation de la variation de la production observée en avril, nous calibrons le choc de demande finale dans le reste de l'économie. Pour faire cela, nous utilisons une procédure itérative. Cette procédure est la suivante :

1. Pour chaque branche non contrainte par l'offre<sup>10</sup>, fixer  $\widehat{d}_i^{FS}$  pour lancer la simulation avec le vecteur de chocs dominants :  
 $(\min(\eta, \nu), \widehat{d}^{FS})$

10. Autrement dit, celles pour lesquelles  $|\min(\eta_i, \nu_i) - \widehat{Q}_i^{observée}| > 15\%$ .

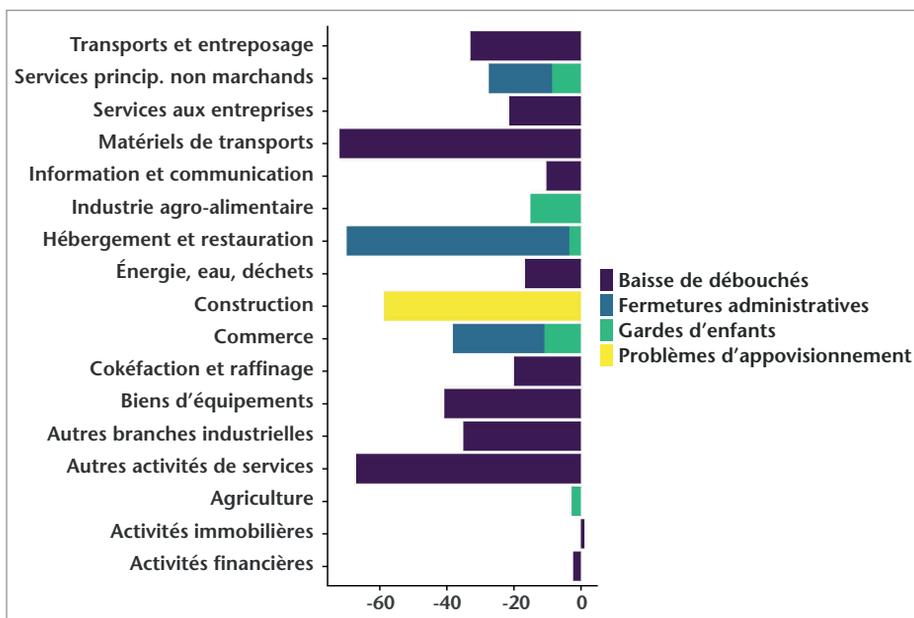
2. Comparer les vecteurs de productions simulées ( $Q^S$ ) et observées ( $Q^{observée}$ )

$$\forall j \in \{1 \dots J\} \mid |Q_j^S - Q_j^{observée}| > 0,5 \% \text{ et } |\Sigma Q_j^S - \Sigma Q_j^{observée}| > 0,1 \%$$

3. Si les seuils ne sont pas respectés, alors changer le vecteur  $\widehat{d}^{FS}$  et réitérer la procédure jusqu'à ce que l'écart entre la valeur simulée et la publication de l'Insee soit inférieure aux seuils définis dans l'étape 2.

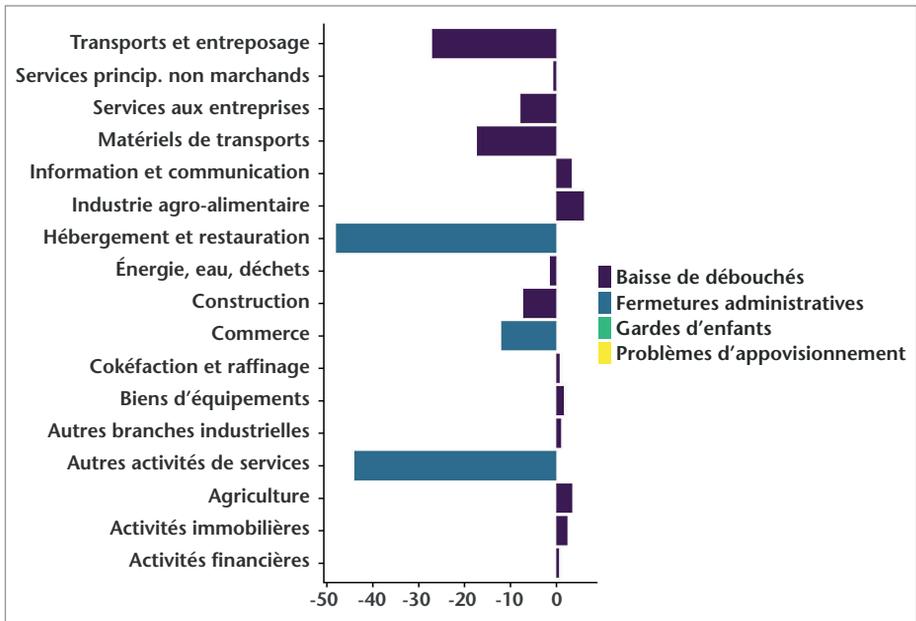
Une fois cette procédure réalisée nous obtenons ainsi les chocs de demande finale qui, conjointement aux chocs d'offre identifiés, permettent de simuler le modèle mixte présenté ci-dessus. Les seuils affichés dans le graphique 2 permettent de reproduire la baisse sectorielle de la production observée en avril telle que publiée par l'Insee dans son point conjoncturel du 2 décembre 2020. La moyenne des erreurs en valeur absolue entre la production de branche simulée et la branche observée est de 0,07 %. Pour les chocs dominants du mois de novembre voir le graphique 3.

Graphique 2. Décomposition des chocs prédominants en avril (en %)



Source : calculs des auteurs.

Graphique 3. Décomposition des chocs prédominants en novembre (en %)



Source : calculs des auteurs.

### 3. Contribution des différents chocs à la chute du PIB en avril et en novembre 2020

#### 3.1. Résultats obtenus à l'aide du modèle mixte

Une fois les différents chocs d'offre et de demande identifiés, il est possible de simuler leur impact sur la production des autres branches. Par exemple, les fermetures administratives des restaurants peuvent avoir un effet sur la production de l'industrie agro-alimentaire à travers la baisse de la demande en consommations intermédiaires. L'impact de chaque choc est d'abord simulé de façon autonome puis tous les chocs sont finalement simulés conjointement<sup>11</sup>.

En avril, les fermetures administratives expliqueraient à elles seules 12 points de la baisse d'activité (tableau 2). Ces pertes d'activité sont particulièrement fortes dans les services, même si elles génèrent des

11. Faisant apparaître un terme d'interaction entre les chocs, difficilement interprétable de façon structurelle.

effets induits non négligeables dans l'agriculture et l'énergie. Les gardes d'enfants à la maison ont un impact de 5 points sur la valeur ajoutée agrégée, relativement homogène entre les grandes branches. Les autres chocs d'offre ont un impact similaire de 5 points mais cette valeur reflète essentiellement le choc spécifique observé dans la construction.

**Tableau 2. Décomposition de l'effet des chocs d'offre et de demande sur la valeur ajoutée en avril 2020**

Évolution en %

	Fermetures administratives	Garde d'enfants	Autres chocs d'offre	Choc de demande finale	Terme d'interaction	Évolution simulée de la VA
<b>Agriculture</b>	-7	-3	-1	-2	9	-3
<b>Industrie manufacturière</b>	-3	-4	-4	-29	3	-37
Industrie agro-alimentaire	-9	-15	-1	-2	12	-15
Cokéfaction et raffinage	-3	-1	-2	-19	1	-25
Biens d'équipements	-1	-1	-1	-37	0	-40
Matériels de transports	-1	0	0	-70	0	-71
Autres branches industrielles	-2	-1	-7	-29	1	-38
<b>Énergie, eau et déchets</b>	-5	-2	-2	-17	1	-25
<b>Construction</b>	-1	0	-59	-1	2	-59
<b>Services marchands</b>	-12	-4	-3	-12	3	-28
Commerce	-27	-11	-3	-5	8	-38
Transports et entreposage	-8	-3	-3	-23	2	-34
Hébergement et restauration	-66	-3	-1	-4	5	-70
Information et communication	-4	-2	-2	-11	1	-18
Activités financières	-6	-2	-3	-7	2	-17
Activités immobilières	-3	-1	-1	-2	1	-6
Services aux entreprises	-7	-3	-5	-17	2	-29
Autres activités de services	-2	-1	-1	-60	0	-62
<b>Services non marchands</b>	-19	-9	0	-1	1	-27
<b>Ensemble de l'économie</b>	-12	-5	-5	-11	2	-31
<i>Part de la baisse de la VA expliquée selon le modèle mixte</i>	38 %	15 %	17 %	35 %	-5 %	100 %
<i>Part de l'emploi concerné par le choc covid-19 selon l'enquête Acemo</i>	31 %	14 %	12 %	43 %	—	100 %

Source : Insee, calculs des auteurs.

Tableau 3. Décomposition de l'effet des chocs d'offre et de demande sur la valeur ajoutée en novembre 2020

Évolution en %						
	Fermetures administratives	Garde d'enfants	Autres chocs d'offre	Choc de demande finale	Terme d'interaction	Évolution simulée de la VA
<b>Agriculture</b>	-5	—	0	4	0	-1
<b>Industrie manufacturière</b>	-2	—	0	-1	0	-3
Industrie agro-alimentaire	-6	—	0	4	0	-2
Cokéfaction et raffinage	-2	—	0	-1	0	-3
Biens d'équipements	-1	—	0	1	0	0
Matériels de transports	0	—	0	-17	0	-17
Autres branches industrielles	-1	—	0	-1	0	-2
<b>Énergie, eau et déchets</b>	-3	—	0	-1	0	-4
<b>Construction</b>	0	—	0	-7	0	-7
<b>Services marchands</b>	-9	—	0	-2	0	-11
Commerce	-12	—	0	-1	1	-12
Transports et entreposage	-4	—	0	-14	0	-18
Hébergement et restauration	-48	—	0	-1	1	-48
Information et communication	-2	—	0	1	0	-1
Activités financières	-3	—	0	-1	0	-4
Activités immobilières	-2	—	0	1	1	0
Services aux entreprises	-4	—	0	-5	1	-8
Autres activités de services	-44	—	0	0	0	-44
<b>Services non marchands</b>	0	—	0	-1	0	-1
<b>Ensemble de l'économie</b>	-5	—	0	-2	0	-8
<i>Part de la baisse de la VA expliquée selon le modèle mixte</i>	68 %	0 %	0 %	28 %	4 %	100 %
<i>Part de l'emploi concerné par le choc covid-19 selon l'enquête Acemo</i>	38 %	2%	3 %	57 %	—	100 %

Source : Insee, calculs des auteurs.

Au mois d'avril, le choc de demande finale contribue à une perte d'activité de 11 points de valeur ajoutée. Il est particulièrement fort dans les branches manufacturières. Enfin, l'interaction entre les différents chocs contribue favorablement à l'activité de 2 points. Bien qu'elle soit difficile à interpréter, cette interaction joue plus fortement dans l'agriculture, branche qui a pu bénéficier d'une demande finale plus importante, au moins de la part des ménages, mais qui a été contrainte par des facteurs d'offre. Si la fermeture administrative des

restaurants diminue la demande de biens agricoles et agro-industriels en tant que biens intermédiaires, cette baisse de demande intermédiaire « libère » des capacités productives pour servir la hausse de la demande finale des ménages en biens alimentaires. Ainsi, l'impact du choc d'offre subi par ces branches sur le PIB est quelque peu atténué par l'interaction des différents chocs modélisés.

Selon nos simulations, l'essentiel des pertes d'activité du mois d'avril est en lien avec les chocs d'offre : 38 % de la baisse de la production s'expliquerait par les fermetures administratives, 15 % par l'absentéisme de la main-d'œuvre, 17 % par les autres problèmes d'offre (y compris le choc spécifique dans la construction).

En novembre, les fermetures administratives expliqueraient à elles seules 5 points de la baisse d'activité (tableau 3). Cette perte d'activité est particulièrement forte dans les services et génère toujours des effets induits non négligeables dans l'agriculture, les industries agro-alimentaires et l'énergie. Comme le système scolaire est resté ouvert, ce choc n'a pas été opérationnel en novembre. Enfin, les contraintes d'approvisionnement n'ont pas eu un rôle contraignant pour aucune des branches étudiées, au moins à ce niveau de la nomenclature. Le choc de demande finale contribue à une perte d'activité de 2 points de valeur ajoutée. Il est particulièrement fort dans les branches manufacturières. Enfin, avec des chocs d'offre et de demande globalement plus faibles, l'interaction entre les différents chocs n'a pas eu d'effet significatif au cours du deuxième confinement.

### **3.2. Apports du modèle mixte pour comprendre la résistance de l'activité en novembre**

En permettant d'évaluer précisément l'impact des différents chocs sur la production de chaque branche, le modèle mixte permet de mieux comprendre la bonne résistance de l'activité au deuxième confinement par rapport à celui du mois d'avril, plus strict et moins bien anticipé. La bonne résistance de l'activité s'explique à la fois par des mesures moins restrictives et une meilleure adaptation des agents privés au contexte sanitaire.

Au mois de novembre les fermetures administratives concernaient moins de secteurs qu'en avril. Cela explique une contribution négative moitié moindre par rapport à cette période. Selon nos calculs, le choc des fermetures administratives explique une baisse de PIB proche de 5,5 points de PIB en novembre (près de 3/4 des pertes d'activité). Par ailleurs, la fermeture des écoles a amputé le PIB de 5 points de PIB en

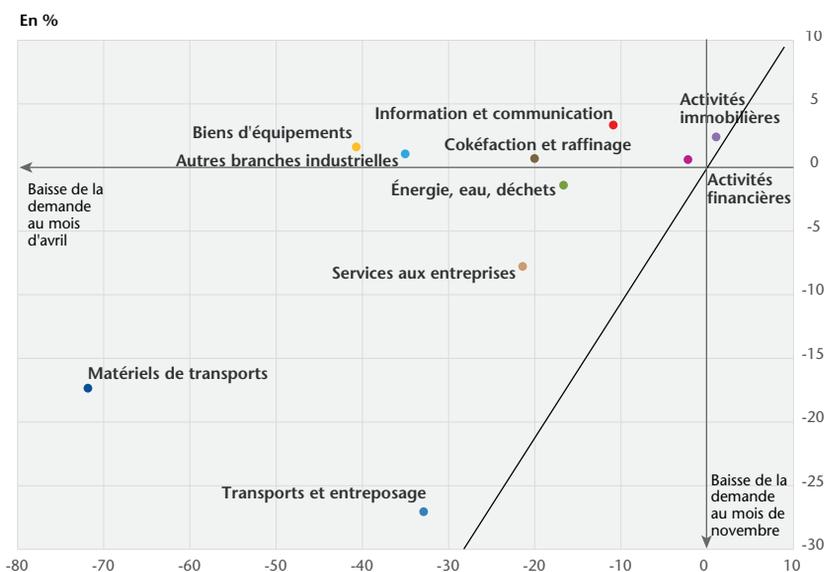
avril. Or ce facteur fut inexistant lors du deuxième confinement. Enfin, les autres chocs d'offre – exprimant l'incapacité d'adapter rapidement les processus de production au contexte sanitaire – ont réduit la valeur ajoutée de 5 points en avril. Ce type de choc n'a pas eu d'effet significatif en novembre.

La moindre importance des mesures administratives peut être observée dans les réponses des entreprises à l'enquête Acemo-covid. En avril, 23 % des salariés travaillaient dans des entreprises ayant réduit leur activité du fait des fermetures administratives. Ils n'étaient que 15 % en novembre. De la même façon, l'enquête confirme la moindre prégnance des problèmes d'approvisionnement : 7 % des salariés étaient concernés par ces problèmes en avril et moins de 1 % l'était en novembre. Une évolution comparable est observée pour les problèmes liés à la main-d'œuvre (passant de 11 % en avril à 1 % en novembre), que nous associons principalement à la question de la garde des enfants.

Le modèle mixte nous permet d'apprécier une meilleure adaptation des agents au contexte sanitaire aussi du côté de la demande. D'une part, les utilisateurs finaux ont augmenté leur demande dans certains secteurs non empêchés (*biens d'équipement, autres branches industrielles, information et communication, IAA*). D'autre part, dans les secteurs souffrant d'importantes baisses de débouchés, comme les *matériels de transports*, le choc observé est en net retrait par rapport à celui d'avril. Enfin, seul le choc de débouchés identifié dans les *services de transports et entreposage* est comparable dans les deux confinements (graphique 4). Au total, à la faveur des réallocations des budgets du développement de nouveaux modes de consommation, le choc de débouchés n'a pesé que de 2 points de PIB en novembre, alors que son impact est évalué à 11 points de PIB lors du premier confinement. Ce facteur a une importance majeure pour expliquer la résistance de l'activité au mois de novembre.

Si le choc de débouchés occupe une place prépondérante dans les réponses des entreprises comme étant le facteur-clé pour expliquer les pertes d'activité, ce motif concerne de moins en moins de salariés. Selon l'enquête Acemo-Covid, la perte de débouchés était identifiée comme le principal frein à la production pour 39 % des firmes en avril (pondérées par l'emploi) ; ceci concerne 21 % des entreprises en novembre. Ce résultat qualitatif semble en ligne avec ce que l'on peut apprendre grâce à l'utilisation du modèle mixte.

Graphique 4. Chocs de débouchés identifiés pour l'emploi final



*Note de lecture* : dans les matériels de transports le choc de baisse de débouchés du mois d'avril s'établit à -72 % et à -17 % en novembre. Ces chocs de débouchés sont identifiés exclusivement dans les branches n'ayant pas été contraintes par des chocs d'offre. Pour plus de détails sur la méthodologie voir Dauvin et Sampognaro (2021).

*Source* : Insee, calculs OFCE.

## 4. Conclusion

La crise déclenchée par l'épidémie de la Covid-19 est unique dans l'histoire économique récente par la forme qu'elle a prise et par son ampleur. La simultanéité des chocs d'offre (salariés empêchés d'accéder à leur emploi ou ruptures des chaînes d'approvisionnement) et de demande finale (épargne de précaution, achats retardés pour éviter les interactions sociales) perturbent les outils d'analyse traditionnels. Afin de répondre à une crise si spéciale, nous avons développé un nouvel outil permettant de prendre en compte les effets de chocs simultanés d'offre et de demande, qui peuvent être très hétérogènes entre branches à travers un modèle de Leontief modifié à la marge, et qui est appelé « mixte » car il combine des restrictions sur l'offre dans certaines branches et des restrictions sur la demande pour le reste de l'économie.

L'exploitation de cet outil et des données disponibles pour le mois d'avril et de novembre nous a permis d'évaluer la contribution des différents chocs identifiés sur la valeur ajoutée au niveau sectoriel et macroéconomique.

Nous constatons que la différente sévérité des mesures prophylactiques, tels que mesurées par le nombre d'activités fermées administrativement ou les décisions concernant le système scolaire, expliquent une grande part de la meilleure résistance de l'activité au deuxième confinement en novembre par rapport au premier confinement d'avril. Toutefois, ce n'est pas le seul facteur. L'adaptation des comportements des agents privés permettant de maintenir la production et la demande finale joue aussi un rôle important : organisation des processus productifs au contexte sanitaire, développement du *e-commerce* et du *click-and-collect*, réorientation des budgets des ménages en faveur de certains biens (électroniques notamment).

Si cette meilleure adaptation des agents privés et publics au contexte sanitaire semble confirmée par notre modèle mixte, la crise de la Covid-19 s'installe dans la durée et change la nature de la crise. Si les pertes se cumulent, les nouveaux chocs se concentrent de plus en plus sur un nombre limité d'acteurs (branches, entreprises, groupes sociaux). En avril, 12 % des salariés étaient employés dans des entreprises ayant complètement arrêté leur production et 67 % dans une entreprise subissant des pertes d'activité selon l'enquête Acemo-covid. En novembre, ils ne sont que 4 % et 35 %. Il sera intéressant d'étudier l'impact du troisième confinement. Avec des chocs qui deviennent de plus en plus concentrés sur un nombre restreint d'acteurs, les effets de rétroaction des effets de la crise sur les bilans pourront jouer un rôle grandissant dans les mois à venir.

En outre, avec une crise qui dure, de nouvelles marges d'ajustement peuvent émerger, on pense notamment aux prix des différents biens et services. Baqaee et Farhi (2021) montrent qu'en présence de chocs de productivité et de demande sectoriels, la structure du réseau de relations entre les entreprises peut changer lorsque les prix sont variables. Cela signifie qu'en présence de ces deux types de chocs, la réaction des prix relatifs aboutit à une modification de la structure *input-output* de l'économie. L'intégration de ces réactions à nos futurs exercices de prévision et de simulation semble importante si la crise venait à durer et compte tenu des effets qu'elle fait peser sur les bilans des acteurs privés. Enfin, une meilleure intégration des chocs de demande et d'offre étrangers peut constituer une autre piste d'enrichissement de notre analyse.

## Références

- Baqee David et Emmanuel Farhi, 2020, « Nonlinear Production Networks with an Application to the Covid-19 Crisis », *NBER Working Papers*, n° 27281, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Baqee David et Emmanuel Farhi, 2021, « Keynesian Production Networks and the Covid-19 Crisis: A Simple Benchmark », *NBER Working Papers*, n° 28346, janvier.
- Batut Cyprien et Youri Tabet, 2020, « Que savons-nous aujourd'hui des effets économiques du télétravail ? », *Trésor-Eco*, n° 270, novembre.
- OFCE, 2020a, « Évaluation au 20 avril 2020 de l'impact économique de la pandémie de Covid-19 et des mesures de confinement en France : comptes d'agents et de branches », *OFCE Policy brief*, n° 66, 20 avril.
- OFCE, 2020b, « France. croissance vulnérable : Perspectives 2020-2021 pour l'économie française », *Revue de l'OFCE*, n° 168 (2020/4).
- Dauvin Magali, Bruno Ducoudré, Éric Heyer, Pierre Madec, Mathieu Plane et Raul Sampognaro, 2020, « Évaluation au 11 décembre 2020 de l'impact économique de la pandémie de Covid-19 en France et perspectives pour 2021 », *OFCE Policy brief*, n° 81, 11 décembre.
- Dauvin Magali et Raul Sampognaro, 2021, « Dans les coulisses du confinement : modélisation de chocs simultanés d'offre et de demande. Une application au confinement du mois d'avril 2020 en France », *Sciences Po OFCE Working Paper*, n° 05/2021.
- Guerrieri Veronica, Guido Lorenzoni, Ludwig Straub et Iván Werning, 2020, « Macroeconomic Implications of Covid-19: Can Negative Supply Shocks Cause Demand Shortages? », *NBER Working Papers*, n° 26918, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Gourinchas P.-O., S. Kalemli-Ozcan, V. Penciakova et N. Sander, 2020, « Covid-19 and SME Failures », *NBER Working Papers*, n° 27877, septembre.
- Hambÿe Caroline, 2012, « Analyse entrées-sorties. Modèles, Multiplicateurs, Linkages », *Working Paper 12-12*, Bruxelles, Bureau Fédéral du Plan.
- Insee, 2020, *Note de conjoncture*, 2 décembre.
- Insee, 2021, *Note de conjoncture*, 11 mars.
- Leontief Wassily, 1936, « Quantitative Input and Output Relations in the Economic System of the United States », *Review of Economics and Statistics*, vol. 18, pp. 105-125.
- Timmer M. P., E. Dietzenbacher, B. Los, R. Stehrer et G. J. de Vries, (2015), « An Illustrated User Guide to the World Input-Output Database: the Case of Global Automotive Production », *Review of International Economics*, n° 23, pp. 575-605.

