



Reconversions professionnelles après un choc technologique : le rôle des métiers-ponts

Léonard Bocquet, université d'Amsterdam

Les changements technologiques transforment en profondeur le marché du travail : si certaines professions déclinent, de nouvelles se développent. En principe, les travailleurs devraient se réorienter vers ces métiers en expansion. En pratique, ces transitions sont lentes, en raison notamment de fortes frictions de compétences, qui limitent la transférabilité des acquis d'un métier à l'autre.

En représentant le marché du travail comme un réseau de métiers, ce *Focus* met en évidence le rôle des « métiers-ponts », qui facilitent les reconversions en reliant des segments autrement déconnectés. Il montre aussi que la prise en compte conjointe des frictions de compétences et de recherche d'emploi conduit à des ajustements très progressifs, qui génèrent du chômage transitoire.

Cette réallocation lente a des conséquences économiques importantes : elle réduit fortement les gains de bien-être associés aux chocs technologiques. Des politiques de formation ou de subvention ciblées sur les métiers-ponts peuvent toutefois accélérer la réallocation et limiter ces coûts d'ajustement.

Ce Focus est publié dans le cadre du prix Philippe Martin de la meilleure thèse en sciences économiques, lancé par le Conseil d'analyse économique en partenariat avec le Crédit Mutuel Alliance Fédérale.

Léonard Bocquet, lauréat du prix en 2025, propose une analyse issue des travaux menés durant son doctorat à la Paris School of Economics.

Introduction

Le changement technologique suit un processus de destruction créatrice : il détruit certains emplois tout en en générant de nouveaux. En théorie, les travailleurs devraient se réorienter rapidement vers les secteurs en expansion. En pratique, la littérature souligne la lenteur de cette réallocation, source de chômage persistant ([Autor et al., 2014](#) ; [Dix-Carneiro, 2014](#)). La cause principale de cette lenteur est la spécificité des compétences : un caissier dont le poste est automatisé ne peut pas se reconverter du jour au lendemain en technicien en robotique.

Pour élaborer des politiques publiques qui accompagnent efficacement les travailleurs durant la transition, il est essentiel de mieux comprendre comment ces « frictions de compétences » affectent le processus de réallocation. Toutefois, étudier ces frictions de compétences à un niveau fin est complexe. La raison est simple : avec 200 métiers distincts, il y a 40 000 transitions professionnelles possibles, et donc 40 000 différentes frictions de compétences à considérer¹. L'analyse se heurte donc à ce que les économistes appellent « la malédiction de la dimensionalité ».

Pour contourner cette difficulté, les économistes ont longtemps agrégé les métiers par grands secteurs. Cette approche est néanmoins peu satisfaisante : elle peut conduire à sous-estimer l'ampleur de chocs technologiques sur les travailleurs, notamment lorsque ceux-ci opèrent à un niveau très fin. Par exemple, la robotisation a pu toucher les caissiers mais épargner les manutentionnaires, dont les compétences sont pourtant proches.

Cette étude propose de nouveaux outils méthodologiques pour étudier la mécanique de la réallocation professionnelle à un niveau très désagrégé. La contribution principale repose sur l'utilisation d'outils de la théorie des réseaux. Ce domaine des mathématiques appliquées donne en effet de puissants outils pour analyser la structure de très grandes matrices, telles que la matrice des frictions de compétences².

Dressant un parallèle avec les réseaux numériques ou ferroviaires, le point de départ de cette étude est la construction d'un « réseau de métiers ». Les nœuds du réseau représentent ici des métiers, à l'instar des gares dans les réseaux ferroviaires, et les connexions entre ces nœuds des transitions professionnelles possibles, de même que les rails. Cette perspective met notamment en lumière la structure très particulière du marché du travail – organisé en communautés de métiers similaires – et le rôle clé joué par les métiers qui lient ces communautés entre elles : les « métiers-ponts ».

Le *Focus* est organisé en trois grandes parties :

1. La première partie est **empirique** : elle explique comment le réseau de métiers français est construit, caractérise sa structure à l'aide des concepts de la théorie des réseaux et valide ces mesures en les comparant aux transitions effectivement réalisées par les travailleurs.
2. La seconde partie est **théorique** : elle développe un modèle stylisé afin de comprendre comment l'architecture du réseau affecte la vitesse de réallocation suite à un choc technologique. Cette étape permet d'identifier les leviers d'action publique et souligne que la lenteur de cet ajustement génère d'importantes pertes de bien-être.
3. La troisième partie est **quantitative** : elle enrichit le modèle stylisé pour mieux cerner les mécanismes d'ajustement réels, le calibre sur des données françaises, et simule l'impact d'un choc de robotisation. Trois grands résultats en ressortent : l'économie française s'ajuste lentement ; le coût en termes de bien-être est substantiel ; et des politiques publiques ciblant la structure en réseau (notamment les « métiers-ponts ») peuvent grandement faciliter cet ajustement.

¹ En effet, chaque métier peut effectuer une transition vers 200 autres métiers. En résultent $200 \times 200 = 40\,000$ transitions professionnelles possibles.

² Les frictions de compétences peuvent être représentées par une matrice de taille $N \times N$, où N est le nombre de métiers dans l'économie et où le coefficient i, j de la matrice mesure l'intensité la friction de compétence du métier i vers le métier j .

Vers une cartographie des compétences : le réseau de métiers en France

Pour étudier empiriquement la structure du réseau de métiers en France, la perspective « en réseau » permet un premier pas inédit vers une cartographie des métiers français dans l'espace des compétences.

L'objectif est double. Il s'agit d'abord de répondre à des questions structurelles : quels métiers sont les plus isolés dans le réseau ? Lesquels sont les mieux connectés ? Lesquels risquent de créer des goulets d'étranglement ? Dans un second temps, l'étude montre comment cette architecture influence concrètement les trajectoires professionnelles des travailleurs.

La base ROME de France Travail : une mine d'or pour construire le réseau de métiers français

Pour construire ce réseau, l'étude exploite le Répertoire opérationnel des métiers et emplois (ROME) de France Travail. Cette base détaille les tâches et les compétences propres à chaque métier. La version utilisée ici est celle de 2009, qui coïncide avec la période des données administratives mobilisées ensuite sur les mobilités professionnelles.

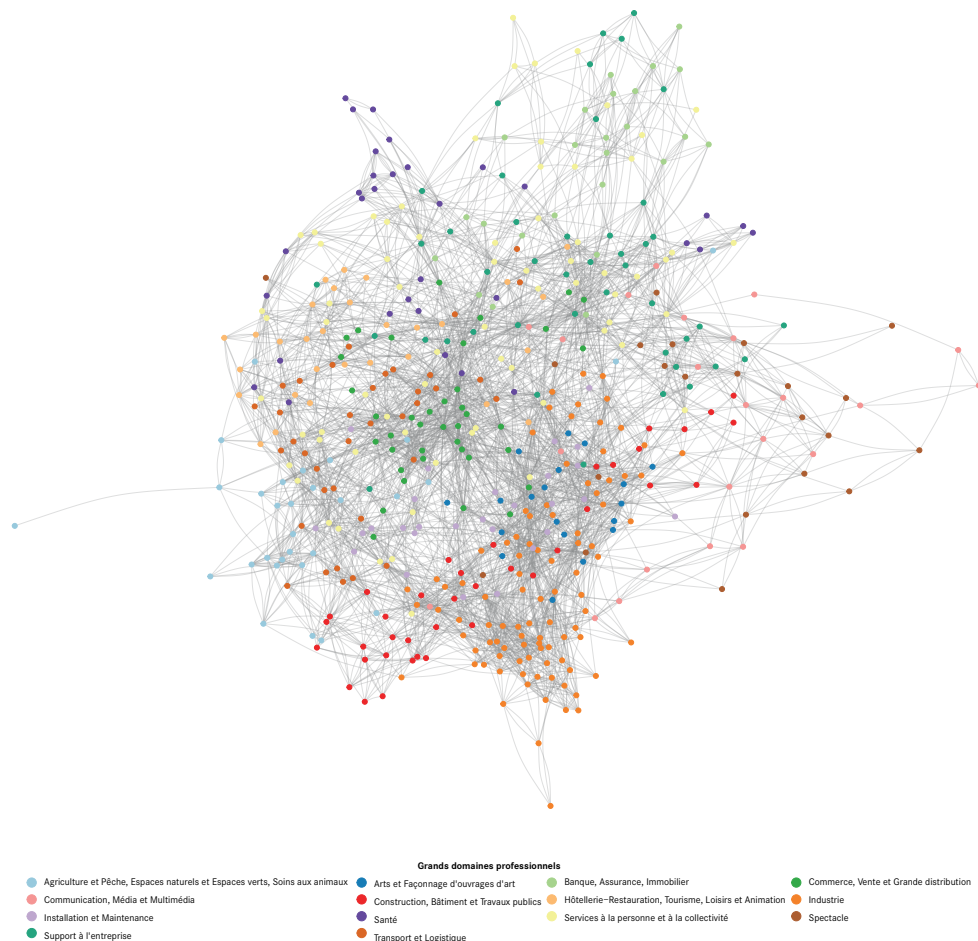
Créé dans les années 1990, dans un contexte de bouleversements liés à la mondialisation et aux changements technologiques, la base ROME visait précisément à cartographier les compétences pour faciliter la réallocation de la main-d'œuvre. Ce travail, co-construit par les experts de France Travail, les entreprises et les syndicats, fournit les deux éléments constitutifs du réseau :

- **les nœuds (les métiers)** : la nomenclature ROME regroupe les professions selon leurs compétences (par exemple, « maître de conférences » et « professeur d'université » sont fusionnés en un seul métier).
- **les arêtes (les transitions)** : le ROME dresse la liste des passerelles jugées réalisables par les experts. Ces transitions sont classées en deux catégories : « proches » (la reconversion est immédiate) ou « distantes » (une formation courte est requise).

Bien entendu, l'évaluation des experts comporte une part de subjectivité. Ils ont pu juger réalisables des reconversions qui s'avèrent impossibles sur le terrain ou, à l'inverse, omettre des passerelles pourtant couramment empruntées. C'est pourquoi cette mesure théorique des frictions de compétences est ensuite validée en la confrontant aux transitions réellement effectuées par les travailleurs.

La **figure 1** offre une première représentation du réseau de métiers ainsi obtenu. Les métiers de l'industrie (en orange, en bas à droite) sont fortement regroupés entre eux et relativement isolés du reste de l'économie. À l'inverse, les métiers du commerce et de la vente (en vert, au centre) occupent une position stratégique au cœur du réseau.

Figure 1. Représentation du réseau de métiers français



Notes : Les nœuds représentent les différents métiers (à un niveau de détail à 5 chiffres) et les arrêtes représentent les transitions professionnelles jugées possibles d'après les experts dans la base ROME. Les arrêtes sont pondérées (proche ou distante) et dirigées (une transition peut être possible dans un sens, mais pas dans l'autre). La couleur des nœuds représente le grand domaine professionnel auquel appartient le métier. Le réseau est représenté visuellement en utilisant l'algorithme de Fruchterman-Reingold. **Source :** ROME, calculs de l'auteur.

Bien qu'instructive, cette cartographie visuelle atteint vite ses limites. Avec plusieurs centaines de métiers et des milliers de connexions, le graphique devient trop dense pour être interprété avec précision. De plus, l'algorithme utilisé pour représenter le réseau (Fruchterman-Reingold) comporte une part d'aléatoire, de sorte que l'agencement final présente inévitablement une part d'arbitraire.

Une architecture en réseau particulière : les métiers sont regroupés en « silos » reliés par des « métiers-ponts »

Pour dépasser ces biais, cette étude mobilise des outils quantitatifs de la théorie des réseaux. Ces métriques permettent de caractériser l'architecture du marché du travail de manière rigoureuse et objective. Parmi elles, les « mesures de centralité » jouent un rôle clé : à l'image d'un hub ferroviaire, elles visent à identifier les professions les plus connectées du système.

Il existe plusieurs mesures de centralité, chacune capturant une facette différente de l'importance d'un nœud. La première, la plus intuitive, s'appelle le « degré » : il s'agit simplement du nombre de connexions directes d'un métier.

Reconversion professionnelle après un choc technologique : le rôle des métiers-ponts

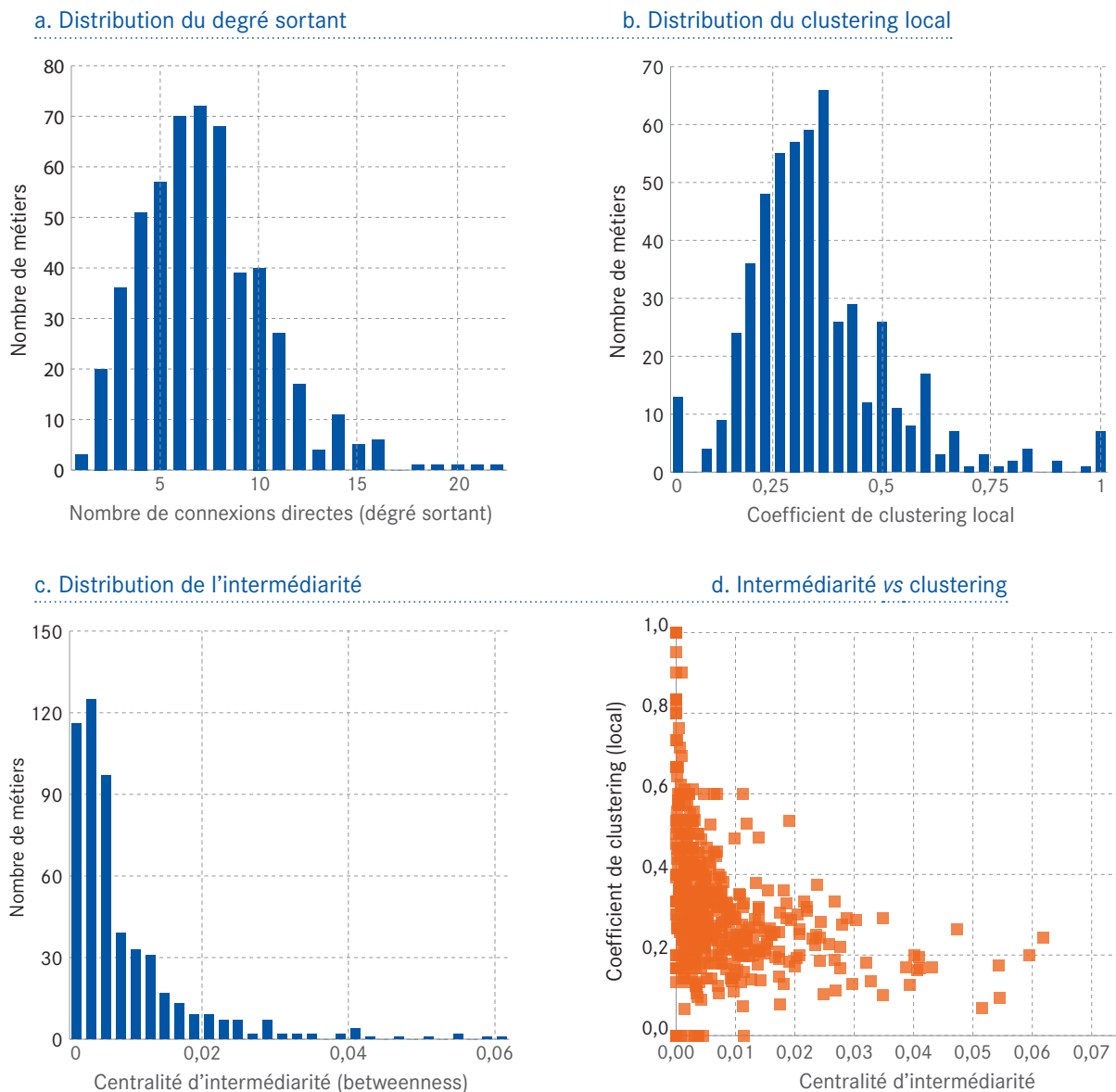
On distingue le degré entrant (les professions d'origine qui mènent à ce métier) du degré sortant (les professions de destination vers lesquelles on peut rebondir).

Une deuxième mesure, plus complexe mais essentielle, est l'**intermédiarité** (ou *betweenness*). Elle évalue à quel point un métier agit comme un passage obligé, un trait d'union sur le chemin le plus court reliant d'autres professions. Cette mesure n'est pas nécessairement corrélée avec le degré : un métier peut offrir très peu de connexions directes (faible degré), mais constituer l'unique point de passage entre des grands secteurs étanches du réseau (intermédiarité élevée). Dans la suite de ce Focus, les métiers dotés d'une forte intermédiarité sont qualifiés de « centraux ».

Enfin, une dernière métrique clé est le coefficient de « **clustering local** » (ou d'agglomération). Il calcule la fraction des voisins d'un métier qui sont eux-mêmes connectés entre eux. Cette mesure permet de capturer à quel point les nœuds d'un réseau ont tendance à former des cliques et à se regrouper, créant ainsi des communautés de métiers très denses et potentiellement fermées sur elles-mêmes.

La **figure 2** représente la distribution de ces différentes mesures de centralité dans le réseau de métiers français.

Figure 2. Distributions des différentes mesures de centralité dans le réseau de métiers



Notes : Les trois premières figures (a, b, c) représentent la distribution des indices de plusieurs mesures de centralité dans le réseau de métiers français (construit à partir de la base ROME) : degré sortant, clustering local et intermédiarité. La figure d (en bas à droite) représente la relation entre intermédiarité et clustering local. **Source** : ROME, calculs de l'auteur.

Trois faits stylisés se dégagent.

Premièrement, on observe une faible connectivité globale. Sur les quelque 500 professions recensées, chaque métier n'ouvre la porte qu'à sept autres métiers en moyenne. Les opportunités de transition immédiate sont donc très limitées, ce qui traduit l'existence de frictions de compétences substantielles.

Deuxièmement, une organisation en « silos ». Le réseau est structuré en communautés de métiers fortement refermées sur elles-mêmes (ce que confirme un indice de « clustering local » très supérieur à celui d'un réseau aléatoire). Concrètement, les métiers partageant un socle de compétences similaires forment des microcosmes denses et étanches (santé, industrie, etc.).

Troisièmement, le rôle stratégique des « métiers-ponts ». Pour passer d'un cluster à l'autre, une poignée de métiers joue un rôle de passerelle indispensable. Ces professions sont mathématiquement identifiées par leur indice d'intermédiarité très élevé. Des exemples typiques sont technicien en maintenance ou assistant commercial. Ces métiers mobilisent une combinaison de compétences variées (techniques et manuelles, administratives et commerciales) qui leur permet d'articuler des transitions autrement impossibles. Le tableau ci-dessous détaille les principaux métiers-ponts de l'économie française.

Tableau 1 : Liste des principaux métiers-ponts

Nom du métier	Intermédiarité	Clustering local	Degré
Intervention technique en hygiène sécurité environnement -HSE- industriel	0.0595	0.1985	6
Animation d'activités culturelles ou ludiques	0.0545	0.0926	8
Recherche en sciences de l'univers, de la matière et du vivant	0.0544	0.1739	20
Relation commerciale grands comptes et entreprises	0.0515	0.0682	9
Création en arts plastiques	0.0431	0.1688	19
Mise en rayon libre-service	0.0410	0.1667	9
Manutention manuelle de charges	0.0410	0.1937	21
Opérations manuelles d'assemblage, tri ou emballage	0.0405	0.1633	22
Enseignement artistique	0.0401	0.1988	12
Conseil en organisation et management d'entreprise	0.0393	0.1267	9
Assistanat commercial	0.0388	0.1700	14
Direction de petite ou moyenne entreprise	0.0349	0.1012	6
Installation et maintenance d'équipements industriels et d'exploitation	0.0328	0.1351	12
Relation commerciale auprès de particuliers	0.0320	0.1818	11
Gestion de structure de loisirs ou d'hébergement touristique	0.0297	0.1282	7

Notes : Les mesures de centralité (intermédiarité, clustering local, degré) sont calculées à partir du réseau ROME. Un métier est un métier-pont si son indice d'intermédiarité est parmi les valeurs les 10% les plus élevées et son coefficient de clustering local est parmi les valeurs les 20% les plus basses. **Sources :** ROME, calculs de l'auteur.

Les frictions de compétences prédites par les experts façonnent les transitions professionnelles observées

Dans quelle mesure cette architecture théorique, construite par les experts, dicte-t-elle la mobilité effective des travailleurs ? La difficulté réside dans le fait que les flux observés sur le marché du travail ne reflètent pas uniquement les frictions de compétences (la faisabilité d'une reconversion). Ils sont également dictés par d'autres facteurs : l'intensité des recrutements, les conditions de travail ou encore les caractéristiques propres des travailleurs.

Ne pas prendre en compte ces autres facteurs pourrait biaiser les résultats. Par exemple, si les ingénieurs changent rarement de profession parce que leurs conditions de travail sont bonnes, une simple observation des flux bruts pourrait laisser croire – à tort – que leurs compétences sont intransférables et donc que le métier d'ingénieur est isolé.

Pour surmonter ce biais et isoler l'effet pur des compétences, cette étude s'appuie sur les « modèles de gravité » (ou régressions de gravité). Cette technique statistique, standard dans l'analyse du commerce international et des migrations, évalue l'impact de la faisabilité théorique d'une transition professionnelle – ici prédite par les experts de France

Reconversion professionnelle après un choc technologique : le rôle des métiers-ponts

Travail – sur les flux réels de travailleurs. Son grand avantage est de neutraliser mathématiquement tous les facteurs « polluants » qui pourraient biaiser l'analyse, qu'ils soient liés à l'attractivité du métier d'arrivée ou à la conjoncture de celui de départ.

En appliquant ce modèle de gravité à des données administratives retraçant les trajectoires réelles des salariés français, l'étude valide l'évaluation théorique des experts. Plus précisément, toutes choses égales par ailleurs (attractivité du secteur, conditions de travail, etc.), un travailleur a 11 fois moins de chances de se reconvertir vers un métier jugé « non connecté » par les experts, par rapport à un métier jugé « proche ». Ce résultat souligne le rôle structurant des frictions de compétences.

Transiter par un métier-pont permet de faciliter le processus de réallocation des travailleurs

L'étude évalue également l'impact de ces métiers-ponts sur les trajectoires professionnelles à long terme (entre 2013 et 2019). Pour s'assurer que les résultats ne sont pas biaisés par le profil des individus, l'étude compare des travailleurs aux caractéristiques strictement identiques (même âge, même métier d'origine, même salaire de départ).

Les données administratives confirment que le passage par un métier-pont agit comme un véritable « tremplin » vers des métiers plus sûrs et rémunérateurs. Par rapport à leurs pairs, les travailleurs qui empruntent ces passerelles connaissent une amélioration de leur situation, sur trois tableaux :

- Une mobilité décuplée : ils ont 30 % de chances en plus de changer de grande famille de métiers que leurs pairs. Ils sont également capables d'atteindre des professions beaucoup plus éloignées de leur point de départ en termes de compétences.
- Une prime salariale : ils bénéficient d'une trajectoire salariale plus dynamique, avec une croissance de leur rémunération supérieure de 8 % sur la période (soit près de 1 % supplémentaire par an).
- Une sécurité accrue face au chômage : les travailleurs transitant par un métier-pont finissent par atteindre des métiers plus sûrs, où le taux de chômage est en moyenne inférieur de 0,8 point de pourcentage à celui des métiers occupés par leurs pairs.

Si cette première analyse empirique prouve l'impact positif des métiers-ponts à l'échelle individuelle, elle ne suffit pas pour concevoir une politique publique nationale. En effet, le succès d'un travailleur isolé – toutes choses égales par ailleurs – ne nous dit pas ce qu'il se passerait à l'échelle de l'économie toute entière face à un choc technologique.

L'impact global d'un choc sur la réallocation de la main-d'œuvre dépend d'effets indirects complexes. D'un côté, si de nombreux travailleurs tentent de se reconvertir simultanément via les mêmes métiers-ponts, un effet de « congestion » (un embouteillage) risque de se créer. D'un autre côté, les entreprises vont réagir en ajustant leur création de postes. Pour quantifier ces effets indirects, la deuxième partie de ce *Focus* développe un modèle théorique d'équilibre général, qui intègre les comportements de recherche d'emploi des travailleurs et les décisions de recrutement des entreprises dans une architecture en réseau du marché du travail.

Modéliser la réallocation de main-d'œuvre dans un marché du travail organisé en réseau

L'analyse empirique a confirmé le rôle clé des métiers-ponts à l'échelle individuelle. Mais que se passe-t-il à l'échelle macroéconomique ? Pour le comprendre, on développe un modèle macroéconomique d'équilibre général pour simuler un marché du travail en réseau. L'objectif est d'étudier comment offres et demandes d'emploi s'ajustent dans le réseau de métiers face à un choc technologique.

Il s'agit en outre d'évaluer les conséquences macroéconomiques de ces ajustements. À quelle vitesse le marché absorbe-t-il ce choc et comment cette résilience dépend-elle de l'architecture du réseau ? Les métiers centraux jouent-ils un rôle d'accélérateur dans cette dynamique ? Enfin, dans quelle mesure la lenteur du processus de reconversion ampute-t-elle les gains de productivité espérés de l'innovation technologique ?

Un modèle stylisé de recherche d'emploi en réseau pour analyser les transitions professionnelles

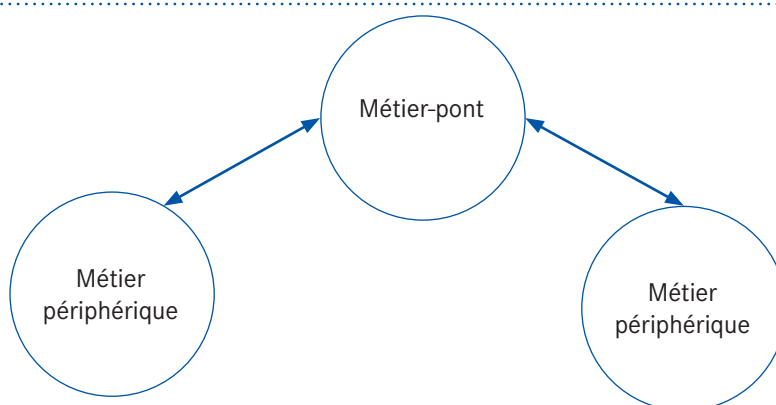
Le point de départ de cette modélisation est le cadre théorique canonique élaboré par Diamond, Mortensen et Pissarides (récompensés par le prix Nobel d'économie en 2010). Ce modèle « DMP » postule l'existence de « frictions de recherche » : sur le marché du travail, la rencontre entre les demandeurs d'emploi et les entreprises n'est jamais instantanée. Cette lenteur s'explique notamment par un déficit d'information – un chômeur ignore souvent quelles entreprises recrutent précisément, et inversement. En d'autres termes, trouver un emploi, ou le bon candidat, prend du temps. C'est de ce décalage que naît le chômage dit « frictionnel » : une période d'inactivité involontaire et transitoire durant laquelle le travailleur cherche activement un poste sans trouver immédiatement l'entreprise qui lui correspond.

Néanmoins, le modèle canonique présente une limite majeure : il suppose l'existence d'un marché du travail unique et « représentatif », peuplé de travailleurs parfaitement homogènes. Il fait ainsi abstraction des profondes barrières professionnelles qui entravent la réallocation réelle face à un choc technologique. La conséquence de cette simplification est lourde : dans le modèle DMP classique, si un ouvrier dont l'usine a fermé reste au chômage, c'est uniquement par manque d'information (il n'a pas croisé la route de l'entreprise qui recrute), et non parce qu'il lui manque les compétences pour y postuler.

Le modèle introduit ici vise à dépasser cette limite. Il propose un cadre analytique unifié intégrant simultanément frictions de recherche et frictions compétences. Il s'appuie sur deux hypothèses clés : d'abord, le marché du travail est divisé en plusieurs sous-marchés (ici des métiers)³. Ensuite, la mobilité entre marchés du travail est possible, mais conditionnée par l'architecture du réseau : un travailleur n'est pas confiné à son métier d'origine et peut postuler ailleurs, à condition que ce métier de destination soit connecté au sien. Cette étude montre que c'est précisément de l'interaction entre ces deux types de frictions que provient l'extrême lenteur du processus de réallocation.

Pour rendre l'analyse plus intuitive et permettre une résolution mathématique explicite, nous développons d'abord une version simplifiée du modèle. Celle-ci postule un réseau stylisé, réduit à trois nœuds (figure 3) : deux métiers périphériques connectés par un unique métier central, qui joue le rôle de pont. Par ailleurs, ce cadre repose sur des hypothèses volontairement restrictives : seuls les travailleurs au chômage cherchent activement un emploi, tandis que les salaires et les taux de séparation (démissions ou licenciements) sont maintenus fixes. Ces simplifications permettent d'isoler la mécanique pure du réseau, avant d'être levées dans la partie quantitative pour coller à la réalité des données françaises.

Figure 3 : Un réseau de métiers stylisé



Note : Dans cette représentation, le métier situé au centre agit comme un métier-pont (ou métier central). Il constitue le point de passage obligatoire permettant de connecter les deux professions situées aux extrémités, qui sont autrement isolées (« périphériques »).

³ Il faut noter que le cadre théorique développé ici est suffisamment général pour permettre également de modéliser des différences sectorielles ou géographiques entre les marchés du travail.

Comment mesurer la vitesse de réallocation de l'économie ? Une nouvelle approche macroéconomique

À quelle vitesse l'économie tout entière s'ajuste-t-elle à un choc technologique ? Et dans quelle mesure la structure en réseau du marché l'en empêche-t-elle ?

Pour répondre à ces questions, il est d'abord nécessaire de définir une mesure quantitative de cette « vitesse » de réallocation. Précisons d'emblée qu'il ne s'agit pas de la vitesse de réallocation d'un individu isolé (par exemple, le temps nécessaire pour qu'il trouve un nouveau métier), mais de la vitesse de réallocation de l'économie toute entière. Pourquoi ? Une mesure basée uniquement sur le taux de reconversion individuel serait en effet biaisée : une forte mobilité peut simplement refléter des allers-retours entre plusieurs métiers précaires, sans que les travailleurs ne se réallouent effectivement vers les secteurs en expansion.

Pour éviter ce biais, le *Focus* propose une nouvelle mesure « macroéconomique » du temps de réallocation. Son principe est d'évaluer l'écart entre deux « photographies » du marché du travail : la répartition des emplois à un date donnée (par exemple, avant le choc : beaucoup de caissiers, peu de techniciens en robotique) et le nouvel équilibre de long terme (peu de caissiers, beaucoup de techniciens). Au moment du choc, la distance entre ces deux répartitions est maximale, puis elle se résorbe à mesure que les travailleurs se réallouent. Le temps de réallocation global est défini comme le temps qu'il faut pour que la distribution d'emploi soit « suffisamment proche » de la nouvelle distribution d'emploi à long terme.

Vitesse de réallocation et risques de goulet d'étranglement

Quels sont les déterminants de la vitesse de réallocation face à un choc technologique ? La résolution mathématique de notre modèle simplifié permet d'isoler les paramètres clés de cet ajustement. Trois résultats fondamentaux s'en dégagent.

Premièrement, la transition globale est extrêmement lente. Le retour à un nouvel équilibre macroéconomique peut prendre jusqu'à 40 trimestres, soit 10 ans. Ce chiffre ne correspond pas à la durée de chômage d'un individu isolé, mais au temps global dont l'économie a besoin pour se stabiliser totalement après un choc. Cette inertie s'explique par l'interaction des frictions de recherche et de compétences : de nombreux travailleurs s'accrochent à un emploi en déclin, préférant un bas salaire à l'incertitude d'un chômage involontaire transitoire requis pour changer de secteur.

Deuxièmement, les chocs affectant des métiers-ponts sont moins problématiques (prime à la centralité). La localisation du choc technologique dans le réseau est déterminante. Lorsque le choc touche un « métier-pont » (au centre du réseau), la réallocation est rapide car ces travailleurs disposent de nombreuses opportunités de rebond. En revanche, les chocs frappant des métiers périphériques peinent à se résorber, laissant les travailleurs bloqués dans leurs silos faute de débouchés accessibles.

Troisièmement, il existe un risque d'embouteillage sur les métiers-ponts. Indispensables pour relier des secteurs isolés, ces professions risquent paradoxalement la saturation. Si les travailleurs y affluent sans que les entreprises ne créent assez de postes en face, le marché entier se fige. Le modèle montre en effet que la vitesse globale de réallocation est extrêmement sensible à la probabilité de trouver un emploi dans ce métier charnière (ce qui détermine la « taille du pont »). C'est pourquoi subventionner l'embauche sur ces métiers spécifiques s'avère la stratégie la plus efficace : cette aide incite les entreprises à y recruter massivement, ce qui « élargit le pont » et fluidifie la transition pour toute l'économie.

« Lost in transition » : négliger la lenteur de la transition conduit à surestimer les gains des chocs technologiques

Que coûte cette lenteur à l'économie dans son ensemble ? La résolution analytique de notre modèle permet d'évaluer les pertes de bien-être induites par l'allongement de la transition. Celles-ci sont calculées sous forme de « coûts d'ajustement » ([Dix-Carneiro, 2014](#) ; [Caliendo et al., 2019](#)) qui correspondent à la différence entre les gains économiques théoriques d'une réallocation instantanée et ceux, réels, d'un ajustement progressif.

Ces pertes découlent de deux mécanismes. D'une part, les gains du choc technologique sont reportés dans le futur, ce qui réduit leur valeur actualisée. D'autre part, la mauvaise allocation persistante de la main-d'œuvre – en particulier le maintien de travailleurs dans des métiers en déclin – bride la croissance de la productivité globale. Ces coûts sont d'autant plus élevés lorsque les chocs frappent des métiers périphériques pour lesquels les options de reconversion sont rares.

En résumé, le modèle théorique stylisé met en évidence le rôle structurant des « métiers-ponts » dans l'ajustement aux chocs technologiques. En facilitant les transitions entre des silos professionnels distincts, ils accélèrent la réallocation et limitent les pertes de bien-être. Néanmoins, cette centralité est à double tranchant : ces métiers peuvent se transformer en véritables goulets d'étranglement pour l'économie, ne laissant les travailleurs se réallouer qu'au compte-gouttes.

Ces résultats suggèrent que des politiques publiques ciblées – par exemple sous forme de subventions à l'embauche dans ces professions clés – pourraient grandement améliorer l'efficacité de la transition. Pour quantifier l'impact de ces mesures et passer de la théorie à la pratique, la troisième partie de ce *Focus* confronte ce modèle aux données réelles du marché du travail.

Évaluer l'efficacité des politiques publiques : une approche quantitative

Si le modèle stylisé a mis en lumière le rôle structurant des métiers-ponts, il repose sur des hypothèses simplificatrices qu'il convient désormais de lever. Pour confronter ces intuitions théoriques à la réalité du marché de l'emploi français, cette troisième partie développe une version quantitative du modèle, calibrée sur des données réelles. En enrichissant ainsi le cadre d'analyse, nous pouvons évaluer avec précision l'efficacité des différents leviers d'action publique face à un choc de robotisation de grande ampleur.

Enrichir le modèle stylisé, pour mieux prendre en compte les marges d'ajustement des travailleurs

Pour mieux rendre compte de la complexité des transitions professionnelles, le modèle quantitatif lève les hypothèses restrictives du cadre stylisé. Quatre enrichissements majeurs permettent d'intégrer des comportements plus réalistes et de coller à la structure des données :

- **Un réseau de métiers à haute résolution** : le marché du travail n'est plus limité à trois nœuds, mais intègre environ 200 métiers. Surtout, les connexions y sont désormais asymétriques et pondérées : elles capturent la « verticalité » des carrières (certaines transitions ne sont possibles que dans un sens) et la difficulté variable des reconversions selon la proximité des compétences.
- **Un effort de recherche endogène** : l'intensité de recherche des individus n'est plus un paramètre fixe, mais dépend des gains espérés. Les travailleurs orientent ainsi stratégiquement leurs efforts vers les professions offrant les meilleurs débouchés, ce qui permet de mieux représenter les arbitrages individuels face aux chocs technologiques.
- **La recherche en cours d'emploi (*on-the-job search*)** : la mobilité ne se restreint plus aux seuls travailleurs au chômage. Les actifs peuvent désormais prospecter de nouvelles opportunités tout en étant en poste.
- **Une détermination négociée des salaires** : les rémunérations cessent d'être exogènes pour résulter d'une négociation entre le salarié et la firme. Elles s'ajustent ainsi de manière dynamique à la productivité de chaque métier.

Le modèle est résolu à l'aide de méthodes issues de la littérature sur le commerce international (l'approche en variations relatives, ou *dynamic hat algebra*). Cette technique permet de calculer le nouvel équilibre de l'économie après un choc en limitant drastiquement le nombre de paramètres à estimer, ces derniers étant directement identifiés à partir des données administratives ou de la littérature. C'est d'ailleurs une des contributions méthodologiques de la thèse dont est issu ce *Focus* : étendre la méthode des variations relatives aux modèles avec des frictions de recherche ouvre de nouvelles perspectives de recherche dans les champs de l'économie internationale ou de l'économie spatiale.

Cartographier le choc de robotisation dans le réseau de métiers français

Une fois le modèle estimé, ce *Focus* simule l'ajustement du marché du travail à un choc technologique majeur : l'introduction des robots industriels et des technologies d'automatisation mécanique. Le terme de « robotisation » est ici entendu dans ce sens, distinct des usages récents de l'intelligence artificielle générative ou des outils numériques cognitifs.

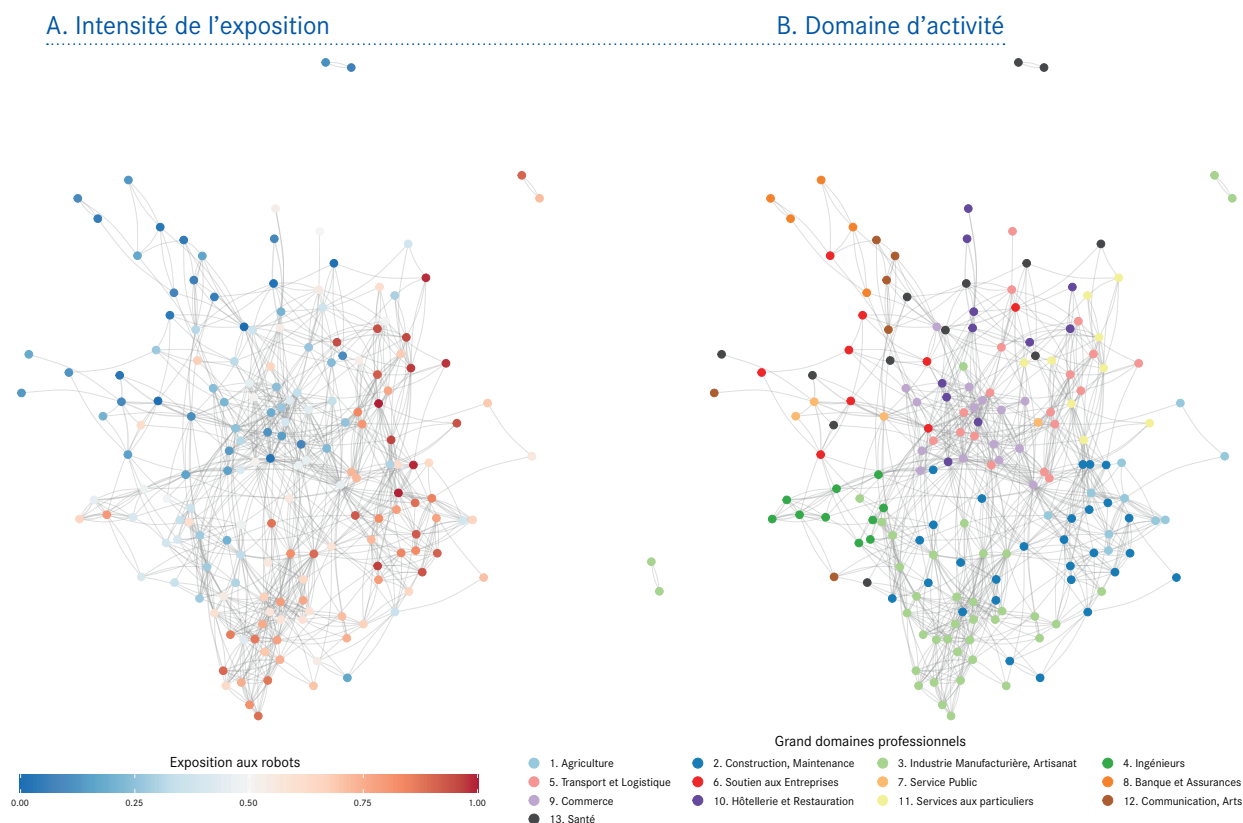
Le choc de robotisation est modélisé comme un choc sur la productivité des différents métiers. Il peut être décomposé en deux effets :

1. **Un effet relatif** : les métiers sont impactés avec des intensités diverses. Nous utilisons les travaux de [Webb \(2019\)](#) pour calibrer cette exposition selon le contenu des tâches. Sa méthode repose sur une analyse textuelle comparant les verbes d'action des brevets de robotique (ex. : déplacer, manipuler) aux descriptions officielles des métiers. Plus le chevauchement sémantique est fort, plus le potentiel de substitution par la machine est élevé.
2. **Un effet agrégé** : l'automatisation accroît la productivité globale de l'économie. C'est « la marée qui fait lever tous les bateaux ». Nous suivons [Acemoglu et al. \(2022\)](#) pour calibrer la magnitude de cet effet d'équilibre général.

Il ressort de cette calibration deux tendances. D'un côté, un déclin des métiers à forte composante physique : la demande de travail chute pour les professions dont les tâches impliquent la manipulation d'objets, comme les ouvriers de chantier, conducteurs de trains ou ouvriers industriels non qualifiés. De l'autre, une expansion des métiers à forte composante socio-linguistique : les professions fondées sur des compétences humaines complexes (interprètes, journalistes, travailleurs sociaux ou télévendeurs) se développent par effet de complémentarité.

Dans l'architecture du réseau, ces deux groupes de métiers se situent à des extrémités opposées ([figure 4](#)). Cette distance physique dans le réseau illustre parfaitement la difficulté de la transition : les travailleurs des métiers en déclin ne peuvent pas basculer directement vers les métiers en expansion, car le fossé de compétences à franchir est maximal.

Figure 4. Exposition aux robots et domaines professionnels dans le réseau de métiers



Notes : Le niveau d'agrégation choisi est celui des familles professionnelles (FAP) à 3 chiffres. La couleur rouge indique que le métier est très exposé aux robots, et inversement pour la couleur bleue. Par souci de lisibilité, les 22 grands domaines professionnels des FAP ont été regroupés en 13 familles. **Sources** : FAP, DADS panel, [Webb \(2019\)](#), calculs de l'auteur.

Entre ces deux groupes de métiers (métiers manuels en déclin vs. métiers socio-linguistiques en expansion), se trouve un troisième groupe de métiers : les métiers « ponts ». Ces métiers, tels que les agents de maintenance, les attachés commerciaux ou les coachs sportifs, mobilisent typiquement un mélange de compétences manuelles et sociales.

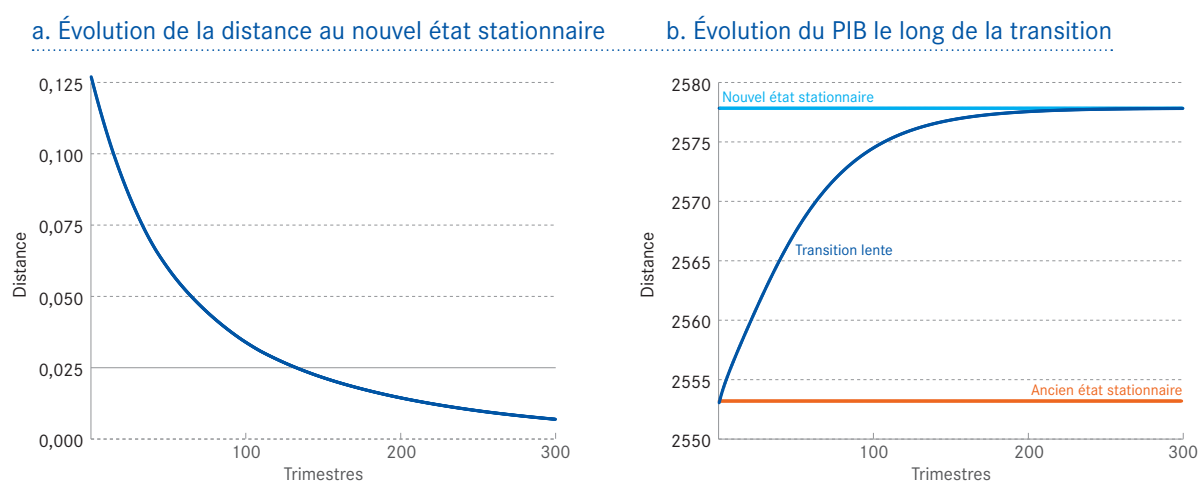
La réponse de l'économie française au choc de robotisation

Grâce au modèle estimé, le *Focus* simule la réponse de l'économie française à l'adoption massive des robots. Trois résultats majeurs ressortent de cette simulation :

- **Une transition globale de 10 ans** : l'adoption des robots induit une réallocation lente, confirmant les prédictions du modèle théorique stylisé.
- **Des poches de résistance persistantes** : cette moyenne de 10 ans masque des disparités extrêmes. Pour une fraction non négligeable de professions, l'ajustement complet prend plus de 80 trimestres (20 ans)⁴.
- **Un coût d'ajustement colossal** : cette lenteur ampute les gains de bien-être liés à la robotisation d'environ 40 %. Ce chiffre est nettement supérieur aux estimations habituelles, comme la baisse de 3,5 % calculée par [Caliendo et al. \(2019\)](#) pour le choc commercial Chine-États-Unis.

Pourquoi un tel écart ? Contrairement aux études précédentes, ce modèle incorpore deux entraves à la mobilité : les frictions de recherche (difficulté de trouver un emploi) et les frictions de compétences (difficulté à changer de métier). Du fait de l'incertitude liée à la recherche d'emploi, les travailleurs restent attachés plus longtemps à des postes pourtant en déclin. En effet, se réallouer vers un métier en expansion impose une phase transitoire de chômage involontaire, perçue comme extrêmement coûteuse et risquée. Par conséquent, la mauvaise allocation (*misallocation*) des travailleurs persiste beaucoup plus longtemps, ce qui fait exploser les coûts d'ajustement pour l'ensemble de l'économie.

Figure 5. Évolution de la distance au nouvel état stationnaire et du PIB net après un choc de robotisation



Notes : La distance au nouvel état stationnaire est calculée comme la distance euclidienne de la différence entre la distribution de travailleurs à un trimestre donné et la nouvelle distribution de travailleurs de long terme, post-choc de robotisation. Ici, la distance est maximale lors du choc (première période) et décroît lentement vers zéro. Cela signifie que la distribution de l'emploi se rapproche de plus en plus de son nouvel état de long terme. Le PIB net correspond au PIB net de coûts de recrutement. **Source** : DADS panel, calculs de l'auteur.

Est-ce que des politiques de subventions ciblées pourraient accélérer le processus de réallocation ?

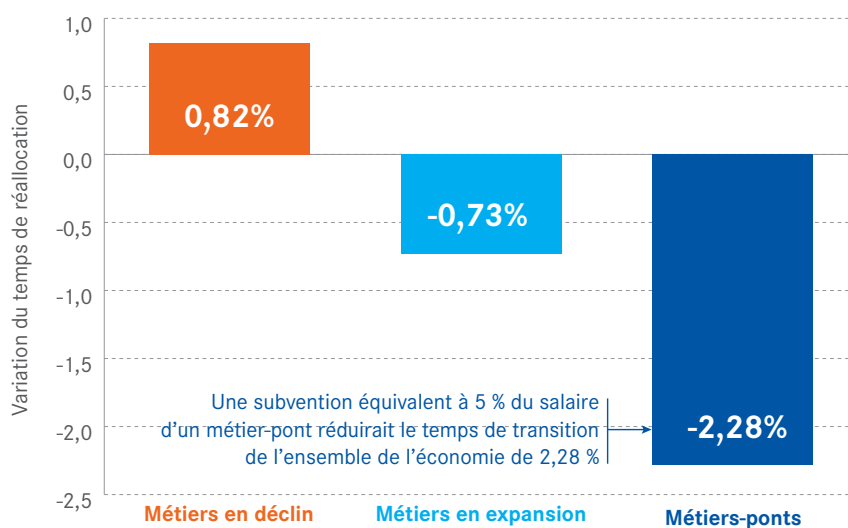
L'enjeu est de déterminer si des interventions ciblées peuvent réduire les délais de transition et les coûts économiques associés. En mobilisant le modèle calibré, trois scénarios de subventions à l'embauche ont été simulés, ciblant respectivement les métiers en déclin, en expansion ou les métiers-ponts. Les résultats démontrent que concentrer

⁴ Cela ne signifie pas qu'un métier met 20 ans à disparaître, mais qu'il faut deux décennies pour que l'ensemble des travailleurs quittant les métiers en déclin soit totalement absorbé et se stabilise à son nouveau niveau d'équilibre.

Reconversion professionnelle après un choc technologique : le rôle des métiers-ponts

les aides sur les métiers-ponts est trois fois plus efficace pour réduire la durée de réallocation que de subventionner directement les métiers en expansion.

Figure 6. Impact de politiques de subvention ciblées sur le temps de réallocation



Notes : Les métiers en déclin (vs en expansion) sont les métiers les plus négativement (vs positivement) impactés par le choc de robotisation. Les métiers-ponts sont les métiers situés entre ces groupes de métier. On évalue ici l'impact d'une politique de subvention des salaires, calibrée à 5 % du salaire, sur la vitesse de réallocation. Ici, une subvention de 5 % du salaire sur les métiers-ponts réduit le temps de transition de 2,28 % par rapport au temps de transition sans subvention.

Ce différentiel s'explique par la nature des obstacles rencontrés par les travailleurs. Subventionner les métiers d'avenir en accroît l'attractivité, mais ne résout pas le déficit de compétences requis pour y accéder. À l'inverse, les aides dirigées vers les métiers-ponts lèvent ces barrières en facilitant des reconversions par étapes. Les politiques publiques ont donc un intérêt majeur à exploiter la structure en réseau du marché du travail pour maximiser l'efficacité de la réallocation.

Au-delà des subventions, ces résultats soulignent l'importance de la formation. Si les aides financières facilitent les transitions classiques d'un métier à l'autre, la formation permet d'aller plus vite : elle offre au travailleur la possibilité de passer directement d'un secteur en déclin à un secteur porteur, sans avoir besoin de passer par un métier intermédiaire. Cependant, utiliser les métiers-ponts reste avantageux. L'apprentissage s'y fait directement en poste, ce qui limite les dépenses publiques et permet au salarié de conserver son salaire pendant qu'il change de métier. En combinant le soutien aux métiers-ponts et les dispositifs de formation, l'État peut réduire la lenteur du marché et mieux accompagner les transformations technologiques.

Références

Acemoglu D. et Restrepo P. (2022) : « Tasks, Automation, and the Rise in US Wage Inequality », *Econometrica*, vol. 90, n° 5, p. 1973-2016.

Autor D. H., Dorn D., Hanson G. H. et Song J. (2014) : « Trade Adjustment: Worker-Level Evidence », *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 129, n° 4, p. 1799-1860.

Caliendo L., Dvorkin M. et Parro F. (2019) : « Trade and Labor Market Dynamics: General Equilibrium Analysis of the China Shock », *Econometrica*, vol. 87, n° 3, p. 741-835.

Dix-Carneiro R. (2014) : « Trade Liberalization and Labor Market Dynamics », *Econometrica*, vol. 82, n° 3, p. 1081-1130.

Webb M. (2019) : « The Impact of Artificial Intelligence on the Labor Market », *SSRN Electronic Journal*, Working Paper.



Le Conseil d'analyse économique, créé auprès du Premier ministre, a pour mission d'éclairer, par la confrontation des points de vue et des analyses de ses membres, les choix du gouvernement en matière économique.

Président délégué Xavier Jaravel

Secrétaire général Augustin Vicard

Conseillers scientifiques

Jean Beuve, Samuel Delpeuch,
Claudine Desrieux, Arthur Poirier

Économistes/Chargés d'études

Nicolas Grimprel, Lucie Huang, Iris Laugier,
Antoine Lopes, Rose Salaün

Assistante du président délégué

Orkia Saïb

Membres Adrien Auclert, Emmanuelle Auriol,
Antonin Bergeaud, Antoine Bozio, François Fontaine,
Julien Grenet, Fanny Henriet, Xavier Jaravel,
Florence Jusot, Sébastien Jean, Isabelle Méjean,
Thomas Philippon, Vincent Pons, Xavier Ragot,
Alexandra Roulet, Katheline Schubert,
Emmanuelle Taugourdeau, Jean Tirole

Correspondants

Dominique Bureau, Benoît Mojon, Anne Perrot,
Aurélien Saussay, Ludovic Subran

Toutes les publications du Conseil d'analyse
économique sont téléchargeables sur son site :
www.cae-eco.fr

ISSN 2971-3560 (imprimé)

ISSN 2999-2524 (en ligne)

Directeur de la publication Xavier Jaravel

Directeur de la rédaction Augustin Vicard

Édition et contact presse Hélène Spoladore
helene.spoladore@cae-eco.fr – Tél. : 01 42 75 77 47