

Progrès technique et automatisation des tâches routinières : une analyse à partir des marchés du travail locaux en France dans les années 1990-2011

Technical change and automation of routine tasks: Evidence from local labor markets in France in 1990-2011

Pauline Charnoz* et Michael Orand**

Résumé – La France, comme d’autres économies avancées, a connu une forte transformation de la demande de travail au cours de trois dernières décennies. Nous testons l’une des principales hypothèses avancées pour expliquer cette évolution : le progrès technique en faveur des travailleurs les plus qualifiés, porté par la diffusion des technologies de l’information et de la communication et l’automatisation des tâches de routine, conduisant à leur disparition au profit d’emplois hautement qualifiés d’une part, d’emplois peu qualifiés des services d’autre part. À partir d’un modèle théorique développé par Autor et Dorn (2013), qui identifie les effets du progrès technique à partir de la structure de l’emploi des marchés du travail locaux, nous montrons l’existence d’un lien entre le progrès technique et l’évolution de la structure de l’emploi entre 1990 et 2011 en France. En particulier, les travailleurs peu qualifiés basculent d’emplois routiniers vers des emplois de services ou vers le chômage. Nous montrons également que la transformation de la demande de travail interagit avec une spécialisation fonctionnelle des territoires. Ces résultats sont robustes à la prise en compte d’autres hypothèses, comme l’influence de la mondialisation et du commerce international, ou celle de changements démographiques.

Abstract – In France, as well as in other advanced economies, a skill-biased labour demand shift occurred in the past three decades. We test one of the main hypotheses put forward to explain this particular shift: a skill-biased technical change driven by the dissemination of Information and Communication Technologies and the automation of routine tasks, leading to their disappearance in favor of high-skilled and service jobs. Using a theoretical model developed by Autor and Dorn (2013) based on the employment structure of local labour markets to identify national effects of technical change, we find evidence of a link between technical change and the 1990-2011 evolution of the labor force in France. In particular, we find that low-skilled workers switch from routine jobs to service jobs or unemployment. We also find that the shift in labor demand interacts with a spatial functional specialisation. These results are robust when other hypotheses, such as globalisation and the growth of international trade, or demographic change, are taken into account.

Codes JEL / JEL Classification : F16, F60, J23, J24, O33, R23

Mots-clés : progrès technique, automatisation, marchés du travail locaux

Keywords: technical change, automation, local labor markets

Rappel :

Les jugements et opinions exprimés par les auteurs n’engagent qu’eux mêmes, et non les institutions auxquelles ils appartiennent, ni a fortiori l’Insee.

* Université Paris Sud (RITM) et Crest (pauline.charnoz@ensae.fr)

** Insee-Crest (michael.orand@ensae.org)

Au cours des années 1990 et 2000, l'offre et la demande de travail se sont profondément transformées en France. Le nombre de diplômés du supérieur a sensiblement augmenté en raison notamment de la poursuite de la démocratisation scolaire, et ceux-ci se sont concentrés dans les grandes agglomérations. Une analyse conjointe de l'évolution de cette concentration et de la dynamique de l'avantage salarial des diplômés du supérieur par rapport aux peu diplômés, suivant une méthode proposée par Moretti (2013), met en évidence une transformation de la demande de travail des employeurs, biaisée en faveur des plus diplômés (Charnoz & Orand, 2016). La France connaît ainsi une dynamique semblable à celle des États-Unis. Dans le cas américain, deux grands phénomènes ont été mis en avant pour expliquer cette transformation : le progrès technique lié aux nouvelles technologies de l'information et de la communication (TIC) d'une part et la mondialisation et l'expansion du commerce international d'autre part. Dans cet article, nous étudions la pertinence de la première hypothèse pour le cas français.

L'hypothèse technologique relie les mutations de la demande de travail à l'adoption des TIC, supposées augmenter davantage la productivité des travailleurs très qualifiés que celle des peu qualifiés. Par exemple, Beaudry *et al.* (2006 ; 2010) étudient l'effet de l'adoption du PC sur l'offre et la demande de travail dans les différentes zones métropolitaines des États-Unis. Ils montrent que les villes où la main d'œuvre qualifiée était relativement abondante et bon marché l'ont adopté plus largement. L'effet potentiel de la technologie sur les emplois est défini plus précisément par Autor *et al.* (2003) comme une automatisation de procédures routinières. Les métiers qui consistent principalement en l'exécution de tâches routinières disparaîtraient progressivement à mesure que ces tâches peuvent être effectuées par des ordinateurs et que le prix de la technologie diminue. Les tâches plus manuelles ou plus abstraites, en revanche, se maintiendraient. On parle alors de progrès technique orienté vers les tâches routinières (Goos *et al.*, 2014). D'après le modèle théorique proposé par Autor et Dorn (2013), l'adoption progressive de nouvelles technologies et l'automatisation des tâches routinières doivent mener à des évolutions différenciées de la structure de l'emploi sur les marchés du travail locaux, notamment selon l'importance initiale des tâches routinières. En étudiant les évolutions de la structure de l'emploi selon les différents types de tâches au sein des marchés du travail locaux, on peut ainsi identifier l'influence du progrès technique

sur l'évolution globale du marché du travail. C'est ce que nous nous attachons à faire pour la France dans cet article ; nous montrons que ces évolutions sont compatibles avec l'hypothèse d'un progrès technique qui passerait par l'automatisation de tâches routinières.

Une des nombreuses raisons de l'intérêt pour cette question du progrès technique biaisé en faveur du travail qualifié est son effet potentiel sur les inégalités salariales. En effet, puisque les tâches abstraites correspondent au haut de la distribution des salaires et que les tâches manuelles correspondent au bas de cette distribution, la transformation de la demande de travail liée aux TIC pourrait conduire à une augmentation des inégalités. C'est pourquoi la problématique de l'automatisation des tâches routinières a souvent été reliée à la polarisation du marché du travail (Autor *et al.*, 2003 ; Goos *et al.* 2009 ; Goos *et al.*, 2014 ; Michaels *et al.*, 2014 ; Firpo *et al.*, 2011 ; Machin & van Reenen, 1998). Celle-ci consiste en une augmentation de la part des métiers les plus et les moins rémunérés, alors que celle des métiers intermédiaires diminue. Observée aux États-Unis, et en Europe dans une certaine mesure¹, elle est un facteur d'explication important de l'augmentation des inégalités salariales. En France, le lien entre polarisation du marché du travail et transformation de la demande, notamment via l'adoption de nouvelles technologies, a été récemment mis en évidence par Harrigan *et al.* (2016) ou Bock (2016), à partir de données de salaires dans le secteur privé pour l'un et de taux d'emploi par niveau de qualification pour l'autre.

Une autre explication lie l'augmentation des inégalités de salaire à la concurrence des importations des pays à bas salaires (Autor *et al.*, 2013a ; Rigby *et al.*, 2015 ; Keller & Utar, 2016). Au fur et à mesure de la réduction des barrières commerciales, les emplois peu qualifiés ont dû faire face à une concurrence plus importante que les emplois plus qualifiés, ce qui peut expliquer une augmentation des inégalités salariales liées à la qualification. Elle serait induite par l'alignement du coût du travail domestique sur celui à l'étranger et par des effets de spécialisation des pays : en effet, comme le prédit la théorie et le théorème de Stolper-Samuelson, quand les coûts liés à l'échange diminuent, le rendement des facteurs abondants (le travail qualifié relativement au travail peu qualifié dans les économies

1. En Europe, et en France en particulier, la hausse moins marquée de la part des emplois peu qualifiés a conduit à discuter de la pertinence du terme de polarisation (voir par exemple Jolly, 2015).

développées) augmente². Une autre explication liée au commerce international repose sur la délocalisation des emplois ou des tâches (Grossman & Rossi-Hansberg, 2008). Si certains emplois ou tâches peuvent être déplacés dans des pays à bas salaires et que le coût de la délocalisation diminue (grâce à la réduction des barrières commerciales et à la diminution des coûts de transport ou de communication), la demande de travail peu qualifié peut diminuer. Notons que ce phénomène peut en partie être lié aux TIC, dans la mesure où elles sont un des facteurs de diminution des coûts de communication. L'hypothèse de l'influence du commerce international sur la transformation de la demande de travail et son interaction avec le progrès technique est explorée dans cet article, en testant la robustesse de nos résultats après prise en compte de la concurrence des importations et de l'influence des délocalisations. Il en ressort que les effets attribués au progrès technique et à l'automatisation se maintiennent, même en tenant compte de ces hypothèses concurrentes.

Notre stratégie empirique s'appuie, comme Autor et Dorn (2013), sur les marchés du travail locaux, et plus particulièrement les différences d'évolution de la structure de l'emploi par type de métiers en leur sein. Aux États-Unis, Autor et Dorn (2013) et Autor *et al.* (2013a, 2013b), montrent que la concurrence des importations a eu un effet négatif sur le niveau d'emploi à tous les niveaux de qualification. Ils mettent également en évidence l'existence d'un progrès technique biaisé en faveur des plus qualifiés, à la fois dans les secteurs industriels et non-industriels. Ils montrent enfin que parmi les emplois routiniers, ce sont d'abord les emplois liés à la chaîne de production qui disparaissent, puis ceux liés au traitement de l'information (emplois de bureau).

Ces travaux utilisent principalement la structure de l'emploi sur les marchés du travail locaux comme moyen d'identifier un phénomène se produisant à l'échelle nationale. Une autre série de travaux, cependant, s'intéresse à la composante spatiale des inégalités de salaire liées à la qualification (Lindley & Machin, 2014 ; Moretti, 2013). Ils mettent en évidence une concentration des travailleurs les plus qualifiés dans certaines zones, liée à une évolution de la demande de travail privilégiant les plus qualifiés. Charnoz et Orand (2016) identifient des évolutions similaires en France. Il ressort que les différences de tissu industriel local qui favorisent une plus ou moins forte adoption des TIC ou facilitent une exposition plus ou moins large des marchés locaux à la concurrence internationale, apparaissent comme

des explications possibles à la transformation de la demande de travail locale.

D'autres mécanismes analysés par l'économie géographique pourraient également expliquer ces dynamiques spatiales. C'est le cas par exemple des économies d'agglomération ou des coûts liés à la distance. Baum-Snow *et al.* (2014) ont montré qu'il y a eu une augmentation des économies d'agglomération pour les travailleurs les plus qualifiés aux États-Unis. Bien que n'étudiant pas les causes de cette augmentation, ils la relient aux externalités positives, liées à la diffusion des connaissances, souvent plus importantes pour les travailleurs les plus qualifiés, et qui ont pu augmenter sur la période récente. Cette hausse des économies d'agglomération, qui pourrait être biaisée en faveur des plus qualifiés, expliquerait la concentration plus importante et l'avantage salarial des travailleurs qualifiés dans les grandes villes denses. Un autre canal, qui relie les TIC et la géographie, est la diminution des coûts de communication entre différentes localisations, induite par le développement des TIC. Il s'agit de prendre en compte la composante communication des TIC, alors que l'hypothèse du progrès technique est plutôt reliée à la composante information. Le modèle de Duranton et Puga (2005) prédit qu'une baisse des coûts de communication entre les sièges sociaux des groupes et leurs filiales conduit à une spécialisation fonctionnelle des villes : certaines se spécialisent dans la localisation des sièges sociaux et les services aux entreprises (plus précisément les services aux sièges sociaux), alors que d'autres se spécialisent dans les activités de production. Bien que ce modèle ne tienne compte qu'indirectement de la qualification, il pourrait expliquer que la demande de travailleurs plus qualifiés a augmenté plus fortement dans certaines villes que dans d'autres, dans la mesure où les sièges sociaux et les activités de service aux entreprises emploient davantage de travailleurs qualifiés. Ce renforcement de la spécialisation fonctionnelle des marchés du travail locaux a été mis en évidence par Charnoz *et al.* (2016), qui étudient l'impact de l'installation de lignes TGV en France sur les relations entre têtes de groupe et filiales au sein des grands groupes. Pour prendre en compte ce phénomène de spécialisation fonctionnelle, nous introduisons dans notre analyse une dimension supplémentaire au modèle d'Autor et Dorn (2013), en différenciant les fonctions support et production dans les différents types de tâches. Nous montrons que les métiers les plus qualifiés se sont concentrés essentiellement dans

2. Dans certains cas, l'effet peut cependant être opposé, comme l'ont montré Lorentowicz *et al.* (2005) pour l'Autriche et la Pologne.

les zones d'emploi où les fonctions support étaient le plus représentées, ce qui serait révélateur d'une interaction entre spécialisation fonctionnelle et transformation de la demande de travail sous l'effet du progrès technique.

La littérature empirique sur ces différents sujets est bien moins abondante en France qu'aux États-Unis. Aubert et Sillard (2005), Barlet *et al.* (2009) et Fontagné et d'Isanto (2013) proposent une estimation de l'importance des délocalisations mais n'étudient pas leurs effets sur l'emploi ou les salaires. Malgouyres (2016) a mis en œuvre la méthode d'Autor *et al.* (2013a) pour tester l'effet de la concurrence des importations en France, et trouvé un impact négatif sur l'emploi. Cet effet est polarisé : il touche plus fortement les emplois moyennement qualifiés dans le secteur manufacturier et les emplois peu qualifiés dans le secteur non-manufacturier. Ces résultats diffèrent de ceux d'Autor *et al.* (2013a ; 2013b), qui ne trouvent pas d'effet polarisant de la concurrence des importations pour les États-Unis. Goux et Maurin (2000) ont mis en évidence, au niveau national, un biais du progrès technique en faveur des plus qualifiés avec toutefois une intensité moindre qu'aux États-Unis. Ils trouvent que l'utilisation des ordinateurs et des nouvelles technologies de production a entraîné une diminution d'environ 15 % de la part de travailleurs peu qualifiés (dont le niveau de diplôme est inférieur au bac) dans l'emploi total entre 1970 et 1993. De même, Pak et Poissonnier (2016), à l'aide d'une décomposition comptable des évolutions de l'emploi agrégé, montrent que l'évolution technologique a entraîné une baisse de l'emploi d'environ 1 % par an, avec par ailleurs un biais en faveur de l'emploi des travailleurs les plus qualifiés. Goos *et al.* (2009) ont étudié la répartition des différents métiers dans l'emploi en Europe et trouvé une polarisation en France entre 1993 et 2006. Machin et van Reenen (1998), à partir d'un panel de sept pays de l'OCDE, dont la France, entre 1973 et 1989, ont mis en évidence un lien significatif entre l'amélioration des qualifications et l'intensité de la R&D. Caroli et van Reenen (2001) mettent en évidence l'existence de changements organisationnels favorisant les plus qualifiés en France au début des années 90 et au Royaume-Uni à la fin des années 80. Ils montrent que les nouvelles formes d'organisation des entreprises, avec moins de niveaux hiérarchiques, sont plus favorables aux travailleurs les plus qualifiés car elles entraînent davantage de délégation de l'autorité et des responsabilités. Un des facteurs de cette réduction des échelons hiérarchiques pourrait être la diminution des coûts de communication induite par les TIC. En résumé,

pour la France, les éléments de preuve d'un lien entre les TIC et la demande biaisée en faveur du travail qualifié existent, mais seulement pour la période allant jusqu'aux années 1990. Pour les années plus récentes, des éléments statistiques partiels indiquent que la part des travailleurs les plus qualifiés et celle des moins qualifiés ont augmenté en France. Toutefois, ces augmentations n'ont pas été reliées aux TIC et il n'existe pas de résultats sur l'impact des TIC sur les marchés du travail locaux. Ce sont plutôt les effets de facteurs liés à l'expansion du commerce international ou de facteurs institutionnels au niveau national, comme les baisses de cotisations sociales sur les bas salaires, qui ont été étudiés jusqu'à présent. Cet article, en étudiant le lien entre TIC et transformation de la demande de travail, complète la littérature empirique pour la France.

Dans la suite de cet article, nous présentons le modèle théorique d'Autor et Dorn (2013), et son adaptation au cas français pour identifier empiriquement l'influence du progrès technique biaisé sur l'évolution des marchés du travail locaux en France. Nous travaillons à partir de données tirées des recensements de la population par zone d'emploi, complétées d'éléments permettant d'identifier les différents types de tâches (abstraites, routinières, manuelles) et de fonction (production, support). Nous montrons que l'évolution observée des marchés du travail locaux entre 1990 et 2011 est compatible avec les prédictions du modèle théorique d'un progrès technique passant par l'automatisation de tâches routinières. Ces résultats sont robustes à la prise en compte d'hypothèses alternatives dans le modèle, telles un accroissement de la concurrence internationale et des délocalisations.

Modèle théorique et stratégie empirique

Nous documentons les dynamiques spatiales des métiers en France depuis les années 1980 à partir des marchés du travail locaux pour tester l'hypothèse d'une diminution des tâches routinières au profit d'une augmentation des tâches manuelles et abstraites, suivant l'hypothèse d'automatisation des tâches routinières d'Autor et Dorn (2013).

Modèle théorique

Autor et Dorn (2013) avaient pour principal objectif de tester si la polarisation des emplois observée aux États-Unis était due à un progrès technique biaisé. Ils avaient l'intuition que les emplois les plus répétitifs et les mieux codifiés ont été automatisés suite à l'adoption des TIC,

alors que les emplois de services à la personne, comme la restauration, les services ménagers ou les soins, n'auraient été que peu touchés par les TIC. Cette intuition est formalisée dans un modèle théorique où la production est divisée en deux secteurs, les biens et les services. La production dans le secteur des biens Y_g combine trois facteurs : le travail routinier L_r , le travail abstrait L_a et le capital informatique K ; la production dans le secteur des services Y_s dépend quant à elle uniquement du travail manuel L_m .

La fonction de production des services ne tient ainsi compte que du travail ($Y_s = a_s L_m$), et la fonction de production des biens est la combinaison d'une fonction CES et d'une fonction de Cobb-Douglas :

$$Y_g = L_a^{1-\beta} \left[(a_r L_r)^\mu + (a_k K)^\mu \right]^{\beta/\mu}$$

Cette fonction de production repose sur deux hypothèses principales : d'une part, la substituableté entre le capital informatique et le travail routinier pour effectuer des tâches routinières, et d'autre part, la complémentarité entre le travail abstrait et les tâches routinières. Dans la mesure où l'on consomme à la fois des services et des biens, lorsque le prix du capital informatique diminue, celui-ci se substitue aux travailleurs peu qualifiés qui effectuaient les tâches routinières de production ; ceux-ci se déplacent du secteur des biens vers celui des services. Comme les services ne sont ni stockables, ni échangeables, les travailleurs peu qualifiés se localisent au lieu de consommation des services.

L'idée d'Autor et Dorn (2013) est d'utiliser les différences des structures de l'emploi entre les marchés locaux du travail pour tester l'hypothèse de l'automatisation des tâches routinières, celles-ci étant produites par une combinaison de travail routinier et de capital. Ils appliquent leur modèle à une économie spatiale dans laquelle les travailleurs très qualifiés sont mobiles entre les différents marchés du travail, alors que les travailleurs peu qualifiés sont immobiles. Le modèle donne des prédictions quant à l'effet du progrès technique sur les marchés du travail locaux, selon la distribution initiale des tâches routinières, et cet article les teste sur données américaines. Plus précisément, les prédictions du modèle sur la dynamique des marchés du travail locaux à la suite d'une baisse de prix du capital informatique sont les suivantes :

1. les zones d'emploi où les emplois routiniers sont initialement relativement plus nombreux sont celles où la baisse de la part des emplois routiniers est la plus importante ;

2. la part des emplois de service à la personne augmentent dans les zones où la part d'emplois routiniers est initialement plus importante, les travailleurs peu qualifiés passant d'emplois routiniers à des emplois de service à la personne ;

3. la part des emplois abstraits augmentent plus dans les zones où la part des emplois routiniers était initialement plus importante, en raison de la complémentarité avec le capital informatique ;

4. les salaires des emplois manuels ou abstraits augmentent plus dans les zones initialement fortement dotées en emplois routiniers.

La troisième prédiction permet de différencier l'hypothèse du progrès technique de celles liées à l'ouverture du commerce international (concurrence des importations ou délocalisations). En effet, dans le cas du progrès technique, il ne s'agit pas d'une disparition globale de tâches routinières dans la zone, mais d'une substitution du capital (informatique) au travail (routinier), alors que les tâches routinières dans leur ensemble restent localisées dans la zone, voire connaissent une croissance. C'est pourquoi on s'attend alors à une augmentation du travail abstrait, complémentaire aux tâches routinières, ce qui ne serait pas le cas avec des délocalisations, par exemple.

Stratégie empirique

À partir de données américaines, l'analyse empirique d'Autor et Dorn (2013) se focalise essentiellement sur la deuxième prédiction, liée à la question de la polarisation du marché du travail. Ils montrent que la part d'emplois dans les services à la personne a effectivement augmenté plus sur les marchés du travail où la part d'emplois routiniers était initialement plus élevée. L'existence d'une polarisation des emplois est moins évidente en France qu'aux États-Unis, ce qui ne signifie pas que l'hypothèse de l'automatisation des tâches routinières par les TIC ne soit pas pertinente. Nous mettons en œuvre la même stratégie empirique qu'Autor et Dorn (2013) pour tester leurs prédictions pour la France³.

Pour chaque marché local du travail en France, nous calculons la part dans l'emploi des métiers routiniers, des métiers des services et des métiers très qualifiés (abstraits) en 1990 et 2011 et étudions leurs évolutions sur cette période de

3. À l'exception de celle concernant les salaires, données non disponibles dans notre base.

fort développement des TIC en France. Nous étudions la corrélation entre ces évolutions et la variable explicative principale, à savoir la part initiale des métiers routiniers dans l'emploi pour chaque zone d'emploi, et la comparons au sens prédit par le modèle théorique. La part initiale de métiers routiniers correspond dans le cadre théorique à la technologie productive de la zone, ou, comme le soulignent Autor et Dorn (2013), à une mesure empirique qui reflète « la composante de long terme, quasi fixe, de sa structure sectorielle ». Nous prenons comme part initiale de métiers routiniers la valeur de 1982 plutôt que celle de 1990. Antérieure à la diffusion des TIC, elle est moins susceptible d'être corrélée aux différents chocs des années 1990 à 2011. Autor et Dorn (2013) ont par ailleurs mis en œuvre une stratégie empirique ayant recours aux variables instrumentales et ont trouvé des effets similaires, parfois plus intenses que ceux obtenus par la stratégie classique. Nous ne pouvons mettre en œuvre cette stratégie avec variables instrumentales, car nous ne disposons pas d'une information suffisante (à savoir la structure sectorielle des emplois par zone d'emploi en 1950). Nous gardons donc à l'esprit qu'il peut exister un léger biais à la baisse dans nos résultats. Enfin, nous proposons une extension du modèle en distinguant la fonction de production de celle de support au sein de la proportion de métiers routiniers de 1982.

Par ailleurs, Autor *et al.* (2013b) montrent que parmi les métiers routiniers, la diminution des emplois de production et celle des emplois de bureau - en d'autres termes, l'automatisation des tâches de production et celle des tâches de traitement de l'information (fonction support) - n'ont pas eu lieu simultanément, ce qui suggère un effet différencié des TIC entre les fonctions de production et de support. Dans le même esprit, le modèle de Duranton et Puga (2005) décrit un autre effet potentiel des TIC sur les disparités spatiales, lié à la diminution des coûts de communication plutôt qu'à celle des coûts de traitement de l'information. Cette diminution induirait une spécialisation fonctionnelle accrue : certaines villes se spécialisent dans les services aux entreprises (ici les sièges sociaux), c'est-à-dire dans les fonctions support. Si c'est effectivement le cas, le progrès technique aura un impact différent sur les marchés du travail locaux selon leur spécialisation : en effet, les métiers routiniers, selon qu'ils correspondent à des fonctions de production ou à des fonctions support, pourraient être affectés différemment. Techniquement, l'automatisation des tâches de bureau est d'ailleurs d'une nature différente de

celle des tâches de production. Notre analyse complète celle d'Autor et Dorn (2013) en examinant si le fait de tenir compte de la différence de fonction des métiers routiniers (production ou support) apporte des éléments de compréhension supplémentaire des mécanismes à l'œuvre.

Le modèle théorique d'Autor et Dorn suppose de plus que les emplois des travailleurs peu qualifiés se transfèrent parfaitement des métiers routiniers vers les métiers des services. Dans le contexte français, où le chômage est élevé, on pourrait imaginer qu'une partie des emplois détruits ne soient pas recréés par ailleurs, ce qui devrait se traduire par une augmentation du taux de chômage pour les travailleurs les moins qualifiés. Nous testons également cette hypothèse, en estimant la corrélation entre le taux de chômage des peu qualifiés et la part initiale de métiers routiniers dans l'emploi des différents marchés du travail locaux

Enfin, l'hypothèse de l'informatisation est loin d'être la seule explication plausible à la polarisation des emplois : la concurrence des importations ou les délocalisations en sont d'autres. Même si l'hypothèse du progrès technique paraît plus pertinente pour expliquer la croissance de la part des métiers très qualifiés (par la complémentarité entre ces métiers très qualifiés et les tâches routinières), il convient de tester la robustesse des résultats à l'introduction de ces autres explications.

Données et statistiques descriptives

Données

Dans la mesure où nous avons besoin de connaître le contenu des emplois, notre analyse empirique s'appuie sur des données relatives aux métiers des travailleurs⁴. Notons que dans cet article, les qualifications et les catégories socioprofessionnelles sont relatives aux emplois, alors que le niveau d'éducation se rapporte aux travailleurs : deux personnes ayant un niveau de diplôme différent peuvent occuper des emplois à qualification identique.

Nous définissons les marchés du travail locaux pour la France à partir des zones d'emploi, dont la construction par l'Insee repose sur les déplacements domicile-travail, et sont ainsi très similaires aux *Commuting Zones* américaines utilisées par Autor et Dorn (2013). Les 304 zones

4. Le secteur dans lequel ils travaillent n'est pas utilisé. En revanche, la répartition locale des différents secteurs d'activité servira dans les tests de robustesse.

d'emploi pour la France métropolitaine de 2010 correspondent ainsi à des espaces au sein desquels la plupart des actifs résident et travaillent simultanément, ce qui rend ce zonage pertinent dans une approche locale des marchés du travail. Soulignons que dans le modèle théorique les travailleurs peu qualifiés sont immobiles entre les zones, alors que les travailleurs les plus qualifiés sont mobiles. Une telle hypothèse peut sembler forte : en fait, le modèle reste valide tant que les très qualifiés sont plus mobiles que les peu qualifiés, ce qui est effectivement le cas en France (Charnoz & Orand, 2016).

Il existe peu de données suffisamment nombreuses et détaillées au niveau géographique des zones d'emploi. Par ailleurs, comme beaucoup de services à la personne sont effectués par des travailleurs indépendants ou des auto-entrepreneurs, il est préférable de ne pas s'appuyer sur des bases de données sur les salariés, comme les DADS. Pour ces raisons, nous mobilisons les données des recensements français de 1982, 1990 et 1999 (échantillon au quart) et les enquêtes annuelles de recensement 2006 et 2011, en exploitant tout particulièrement les informations sur les catégories socioprofessionnelles (à 4 chiffres) et le statut sur le marché du travail.

Nous disposons également d'informations sur le niveau d'éducation et répartissons les travailleurs les plus diplômés et les autres en deux groupes : celui des diplômés du supérieur (titulaires d'un bac +2 ou plus), et celui des peu diplômés (titulaires du bac ou moins). Comme les données du recensement français ont l'inconvénient de ne pas comprendre d'informations sur les salaires ou les revenus, nous concentrons notre analyse sur les prédictions du modèle

d'Autor et Dorn (2013), relatives aux parts des emplois routiniers, de service ou très qualifiés.

Tâches et métiers

Nous présentons ici la définition de ces emplois à partir des données françaises, et celle des fonctions de production ou de support. Les analyses de l'évolution des différentes catégories de métiers sont réalisées sur le champ de la population active en emploi, et l'information sur le statut du travailleur sur le marché du travail est mobilisée uniquement pour le calcul du taux de chômage des travailleurs peu diplômés.

À des fins de lisibilité, nous regroupons les métiers en sept groupes. Les métiers de managers, cadres et ingénieurs correspondent aux métiers très qualifiés (cf. tableau C1-2 du complément en ligne C1), les métiers à qualification moyenne et peu qualifiés se répartissent entre : ouvriers artisanaux, ouvriers industriels, employés, vendeurs, métiers des services et travailleurs des transports, du bâtiment ou du secteur agricole⁵. Plus précisément, les métiers des services incluent les métiers de la restauration, de la santé (à l'exception des médecins et des pharmaciens) et des services ménagers (cf. tableau C1-3 du complément en ligne C1). La part dans l'emploi des métiers très qualifiés et celle des métiers des services ont augmenté entre 1982 et 2011 ; celles des ouvriers industriels et des travailleurs des transports, du bâtiment et du secteur agricole ont diminué, alors qu'il n'y a pas eu d'évolution pour les autres groupes (tableau 1).

5. Ces groupes de métiers correspondent à ceux d'Autor et Dorn (2013), avec une distinction supplémentaire entre les employés et les vendeurs.

Tableau 1
Évolution de la répartition de l'emploi par groupes de métiers

	1982	1990	1999	2011
En %				
<i>Fonction support</i>				
Managers/Cadres/Ingénieurs	13	16	18	20
Employés	9	9	10	11
<i>Fonction de production</i>				
Ouvriers artisanaux	11	10	10	10
Transport/Construction/Agriculture	15	12	10	09
Ouvriers industriels	17	14	12	10
Vendeurs	16	17	16	15
Métiers des services	19	21	25	25

Champ : population active occupée, France métropolitaine.
Source : Insee, Recensements de 1982, 1990, 1999 et 2011.

Nous caractérisons également les métiers en fonction de leur intensité en tâches routinières. Après avoir construit une table de passage entre les classifications américaines et françaises (PCS de 1982 à 4 chiffres), nous reprenons la base construite par Autor et Dorn (2013) qui donne le contenu en tâches de chaque métier dans la classification américaine, établie à partir de la description des métiers du *Dictionary of Occupational Titles* (US Department of Labor, 1977), ce qui permet d'attribuer un contenu en tâches abstraites, manuelles ou routinières à chaque PCS française. Nous faisons ainsi l'hypothèse que le contenu des métiers diffère peu entre la France et les Etats-Unis, hypothèse valide au niveau très fin de classification considéré. Nous calculons ensuite, comme Autor et Dorn (2013), un indice d'intensité en tâches routinières qui permet de synthétiser le contenu en tâches routinières, abstraites et manuelles des différentes professions⁶. Selon cette mesure, les ouvriers industriels, et plus encore les employés, occupent les métiers les plus intensifs en tâches routinières.

Ensuite, nous classons l'ensemble des PCS en métier de production ou en métier support. Les fonctions administratives et de management correspondent aux fonctions support (voir pour plus de détails le complément en ligne C1) et les autres en fonctions de production. Comme Autor et Dorn (2013), nous classons le tiers des PCS à 4 chiffres, qui présentent l'indice d'intensité en tâches routinières le plus élevé, en métiers routiniers. Nous classons ensuite les métiers routiniers en deux groupes : les métiers routiniers de support et les métiers routiniers de production (figures I et II). Le tableau 2 donne l'intensité des groupes de métiers en les différents types de tâche

et l'indice d'intensité en tâches routinières. Ces métiers relèvent pour l'essentiel des catégories des ouvriers industriels et des employés (notamment secrétaires, employés administratifs, financiers et comptables)⁷.

Le tableau 3 donne la distribution de la part de métiers routiniers dans l'emploi dans les différentes zones d'emploi en 1982. La géographie des métiers routiniers reflète en partie la répartition sectorielle de l'emploi : la part de métiers routiniers est plus importante dans le Nord de la France, région très industrielle, ainsi qu'en région parisienne et dans certaines agglomérations comme Nantes ou Nice. Les métiers routiniers de support et de production se répartissent différemment dans l'espace (cf. tableau 3) : la part de métiers routiniers de support est plus importante dans la région parisienne, dans le Sud-est et dans les grandes agglomérations, alors que celle des métiers routiniers de production est plus importante dans le Nord et l'Est, ainsi que dans certaines zones plus centrales.

Tendances de la répartition spatiale des métiers

Avant de tester l'effet de la part initiale de métiers routiniers sur les évolutions des variables d'intérêt (part dans l'emploi des métiers routiniers, des métiers des services et des métiers très

6. Plus précisément, l'indice d'intensité en tâches routinières est égal à $\log(\text{tâches routinières}) - \log(\text{tâches manuelles}) - \log(\text{tâches abstraites})$.

7. On retrouve également parmi les métiers routiniers, même si c'est de façon marginale (une dizaine de cas), des professions relevant des groupes des cadres ou des métiers des services. La classification en métiers routiniers et le découpage en 7 groupes ne coïncident donc pas exactement.

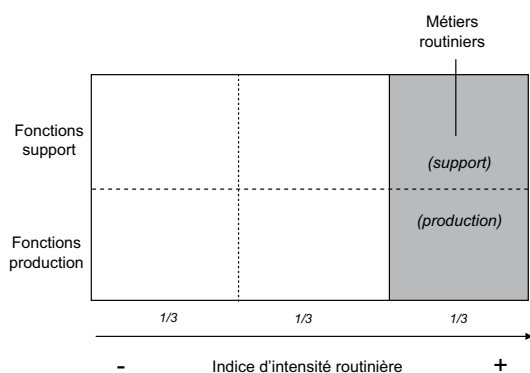
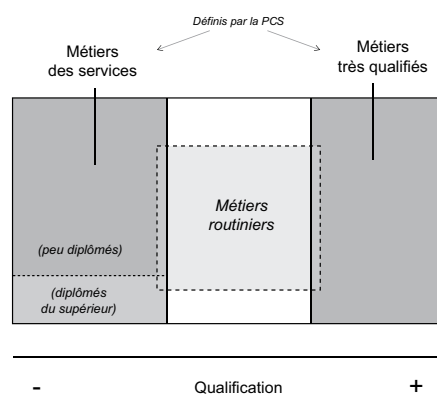
Tableau 2
Intensité des groupes de métiers en différentes tâches en 1982

	Tâches abstraites	Tâches routinières	Tâches manuelles	Indice d'intensité en tâches routinières
<i>Fonction support</i>				
Managers/Cadres/Ingénieurs	+	-	-	-
Employés	-	+	-	+
<i>Fonction de production</i>				
Ouvriers artisanaux	-	+	+	-
Transport/Construction/Agriculture	-	-	+	-
Ouvriers industriels	-	+	+	+
Vendeurs	+	-	-	-
Métiers des services	-	-	+	-

Note : (+) indique une valeur au-dessus de la moyenne de l'ensemble des métiers en 1982 et (-) une valeur en-dessous de cette moyenne.

Champ : population active occupée, France métropolitaine.

Source : Insee, Recensement de 1982 ; base établie par Autor et Dorn (2013) sur le contenu en tâches des différents métiers.

Figure I
 Classification des métiers routiniers

 Figure II
 Classification des variables d'intérêt

 Tableau 3
 Part des métiers routiniers par zone d'emploi en 1982 (en %)

Ensemble		Fonction production		Fonction support	
Moyenne	30	Moyenne	17	Moyenne	13
Écart-type	5	Écart-type	4	Écart-type	4
Q3	34	Q3	19	Q3	15
Médiane	30	Médiane	16	Médiane	13
Q1	27	Q1	14	Q1	10
10 premières zones d'emploi		10 premières zones d'emploi		10 premières zones d'emploi	
Lille	40	Charolais	25	Poissy	23
Saint-Dié-des-Vosges	41	Vallée de la Bresle-Vimeu	27	Roissy - Sud Picardie	24
Créteil	41	Roubaix-Tourcoing	27	Versailles	24
Saint-Omer	41	Cholet	28	Evry	25
Mame-la-Vallée	41	Longwy	28	Saclay	25
Paris	41	Les Herbiers	30	Orly	26
Orly	41	Saint-Dié-des-Vosges	30	Cergy	26
Remiremont	42	Saint-Omer	30	Mame-la-Vallée	26
Roubaix-Tourcoing	46	Remiremont	32	Paris	26
Vallée de l'Arve	46	Vallée de l'Arve	35	Créteil	27
10 dernières zones d'emploi		10 dernières zones d'emploi		10 dernières zones d'emploi	
Ghisonaccia-Aléria	12	Ghisonaccia-Aléria	6	Ghisonaccia-Aléria	6
Saint-Flour	16	Corte	8	Saint-Flour	7
Carhaix-Plouguer	16	Saint-Flour	9	Carhaix-Plouguer	7
Porto-Vecchio	17	Porto-Vecchio	9	Mauriac	7
Mauriac	18	Carhaix-Plouguer	9	Segré	7
Loudéac	19	Lannion	10	Avranches	7
Calvi-L'Ile-Rousse	20	Loudéac	10	Brioude	8
Lannion	20	Mauriac	10	Sablé-sur-Sarthe	8
Avranches	20	Guingamp	11	Porto-Vecchio	8
Guingamp	20	Ajaccio	11	La Flèche	8

Note : le 1^{er} quartile Q1 (moins routinier) est la part d'emplois routiniers au-dessous de laquelle se situent 25 % des parts d'emplois routiniers par zone. Champ : population active occupée, France métropolitaine.

Source : Insee, Recensement de 1982 ; base établie par Autor et Dorn (2013) sur le contenu en tâches des différents métiers.

qualifiés) entre 1990 et 2011 sur les marchés du travail locaux français, nous décrivons brièvement les dynamiques à l'œuvre, jusqu'à présent peu documentées.

Les tableaux 4, 5 et 6 montrent respectivement la part des métiers routiniers, très qualifiés et de service dans les différentes zones d'emploi en 1990 et en 2011. Tout d'abord, les métiers routiniers et les métiers de service ne se situent pas

dans les mêmes zones d'emploi. La part dans l'emploi de métiers de service est importante sur les côtes atlantique et méditerranéenne, probablement en raison de l'importance de l'activité touristique dans ces zones, ainsi que dans certaines zones rurales. La part des métiers routiniers a diminué entre 1990 et 2011 et semble répartie de façon plus égale en 2011 qu'en 1990. En effet, en régressant l'évolution de cette part entre 1990 et 2011 sur la part de 1990

pour chaque zone d'emploi (figure III-A), on trouve une relation négative et significative, qui indique une convergence de la part de métiers routiniers entre les zones. C'est également le cas lorsqu'on distingue dans l'emploi les diplômés du supérieur et les autres. La part de métiers très qualifiés est plus importante dans les grandes agglomérations, plus encore en 2011 qu'en 1990 (cf. figure III-B)⁸. Nous ne présentons pas les résultats concernant les métiers très qualifiés en distinguant selon le niveau de diplôme, car les titulaires d'au plus le baccalauréat sont peu nombreux à occuper ces métiers.

Enfin, la part des métiers de service a augmenté dans la plupart des zones d'emploi entre 1990 et 2011. Dans l'emploi des titulaires d'au plus un baccalauréat, on observe une relation négative entre l'évolution de cette part entre 1990 et 2011 et le niveau initial en 1990, ce qui rend compte également d'une convergence entre les zones d'emploi. Dans l'emploi des diplômés du supérieur dans les métiers de service, l'effet n'est pas significatif. Dans la suite de l'article, nous nous concentrerons sur la part des métiers de service dans l'emploi des peu diplômés, afin

d'assurer la comparabilité de nos résultats avec ceux d'Autor et Dorn (2013), et parce que leur prédiction sur les métiers de service porte sur les travailleurs peu qualifiés.

Métiers routiniers et TIC

Avant de tester les prédictions du modèle d'Autor et Dorn (2013), nous étudions le lien entre la part initiale de métiers routiniers dans une zone et la diffusion des TIC observée par la suite. Ne disposant ni d'une mesure locale du capital informatique, ni d'autres variables permettant de mesurer localement la diffusion des TIC⁹, nous construisons pour chaque zone un « indice de diffusion des TIC », selon une méthodologie proche de celle adoptée par Autor *et al.* (2013b) pour la construction d'un indice d'exposition à

8. Par ailleurs, l'essentiel de l'évolution de la part des métiers routiniers, de services et très qualifiés au niveau national est lié aux évolutions au sein des zones d'emploi : à structure d'emploi total par zone inchangée entre 1990 et 2011, ces évolutions sont quasiment identiques.

9. Le capital informatique tel qu'il est défini du point de vue théorique est par ailleurs plus large que les définitions comptables ; il inclut par exemple les robots qui peuvent remplacer le travail routinier (voir par exemple Graetz & Michael, 2015).

Tableau 4
Part des métiers routiniers par zone d'emploi en 1990 et 2011

Part des métiers routiniers par zone d'emploi (en %)				Évolution de la part de métiers routiniers par zone d'emploi entre 1990 et 2011 (en %)	
1990		2011			
Moyenne	33	Moyenne	31	Moyenne	-2
Écart-type	4	Écart-type	2	Écart-type	3
Q3	36	Q3	33	Q3	-3
Médiane	33	Médiane	31	Médiane	-2
Q1	30	Q1	30	Q1	0
10 premières		10 premières		10 premières	
Roissy - Sud Picardie	41	Orly	36	Saint-Flour	4
Cergy	41	Ajaccio	36	Carhaix-Plouguer	4
Créteil	41	Vallée de la Bresle-Vimeu	36	Avranches	4
Paris	41	Créteil	36	Brioude	4
Vallée de la Bresle-Vimeu	42	Cergy	36	Ploërmel	4
Marne-la-Vallée	42	Marne-la-Vallée	37	Royan	4
Orly	42	Roubaix-Tourcoing	38	Corte	5
Saint-Omer	43	Longwy	38	Vire Normandie	5
Roubaix-Tourcoing	45	Thionville	38	Porto-Vecchio	5
Vallée de l'Arve	48	Vallée de l'Arve	39	Ghisonaccia - Aléria	7
10 dernières		10 dernières		10 dernières	
Ghisonaccia-Aléria	19	Saint-Flour	24	Vallée de l'Arve	-9
Saint-Flour	20	Loudéac	24	Cholet	-8
Carhaix-Plouguer	21	Mauriac	24	Saint-Omer	-8
Loudéac	21	Carhaix-Plouguer	25	Cambrai	-8
Mauriac	22	Pauillac	25	Issoudun	-7
Ploërmel	24	Ghisonaccia-Aléria	25	Roubaix - Tourcoing	-7
Morvan	24	Thiérache	26	Thiers	-6
Pauillac	24	Pontivy	26	Foix - Pamiers	-6
Pontivy	25	Morvan	26	Saint-Quentin	-6
Brioude	25	Calvi-L'Île-Rousse	26	Orly	-6

Note : le 1^{er} quartile Q1 (moins routinier) est la part d'emplois routiniers au-dessous de laquelle se situent 25 % des parts d'emplois routiniers par zone.
Champ : population active occupée, France métropolitaine.
Source : Insee, Recensements de 1990 et 2011 ; base établie par Autor et Dorn (2013) sur le contenu en tâches des différents métiers.

Tableau 5
Part des métiers des services par zone d'emploi en 1990 et 2011

Part des métiers des services par zone d'emploi (en %)				Évolution de la part de métiers des services par zone d'emploi entre 1990 et 2011 (en %)	
1990		2011			
Moyenne	22	Moyenne	28	Moyenne	6
Écart-type	3	Écart-type	3	Écart-type	2
Q3	23	Q3	30	Q3	5
Médiane	22	Médiane	28	Médiane	6
Q1	20	Q1	26	Q1	7
10 premières		10 premières		10 premières	
<i>Ussel</i>	27	<i>Le Blanc</i>	33	<i>Calais</i>	9
<i>Le Blanc</i>	27	<i>Saint-Amand-Montrond</i>	33	<i>Castres - Mazamet</i>	9
<i>Corte</i>	28	<i>Verdun</i>	33	<i>Vierzon</i>	10
<i>Céret</i>	28	<i>Honfleur</i>	34	<i>Ghisonaccia - Aléria</i>	10
<i>Honfleur</i>	28	<i>Saint-Girons</i>	34	<i>Argentan</i>	10
<i>Berck-Montreuil</i>	30	<i>Calvi-L'Île-Rousse</i>	34	<i>Saint-Omer</i>	10
<i>Calvi-L'Île-Rousse</i>	30	<i>Ussel</i>	34	<i>La Thiérache</i>	10
<i>Prades</i>	31	<i>Prades</i>	34	<i>Cambrai</i>	10
<i>Briançon</i>	33	<i>Berck-Montreuil</i>	35	<i>Saint-Amand-Montrond</i>	11
<i>Menton Vallée de la Roya</i>	34	<i>Menton Vallée de la Roya</i>	36	<i>Commercy</i>	12
10 dernières		10 dernières		10 dernières	
<i>Vallée de l'Arve</i>	13	<i>Vallée de l'Arve</i>	19	<i>Briançon</i>	- 1
<i>Morteau</i>	14	<i>Morteau</i>	19	<i>Paris</i>	0
<i>Saint-Claude</i>	15	<i>Rambouillet</i>	20	<i>Le Mont Blanc</i>	0
<i>Oyonnax</i>	16	<i>Saint-Quentin-en-Yvelines</i>	20	<i>Houdan</i>	0
<i>Les Herbiers</i>	16	<i>Paris</i>	20	<i>Corte</i>	1
<i>Wissembourg</i>	17	<i>Oyonnax</i>	21	<i>Menton - Vallée de la Roya</i>	1
<i>Thiers</i>	17	<i>Saclay</i>	21	<i>Rambouillet</i>	2
<i>Vallée de la Bresle-Vimeu</i>	17	<i>Saint-Claude</i>	21	<i>Cannes - Antibes</i>	2
<i>Epernay</i>	18	<i>Les Herbiers</i>	22	<i>La Rochelle</i>	2
<i>Ambert</i>	18	<i>Wissembourg</i>	22	<i>Montpellier</i>	2

Note : le 1^{er} quartile Q1 est la part d'emplois dans les métiers des services au-dessous de laquelle se situent 25 % des parts d'emplois des services par zone. Champ : population active occupée, France métropolitaine.

Source : Insee, Recensements de 1990 et 2011 ; base établie par Autor et Dorn (2013) sur le contenu en tâches des différents métiers.

Tableau 6
Part des métiers très qualifiés par zone d'emploi en 1990 et 2011

Part des métiers très qualifiés par zone d'emploi (en %)				Évolution de la part de métiers très qualifiés par zone d'emploi entre 1990 et 2011 (en %)	
1990		2011			
Moyenne	12	Moyenne	15	Moyenne	3
Écart-type	3	Écart-type	4	Écart-type	2
Q3	13	Q3	17	Q3	2
Médiane	11	Médiane	14	Médiane	3
Q1	10	Q1	13	Q1	4
10 premières		10 premières		10 premières	
<i>Cergy</i>	20	<i>Grenoble</i>	26	<i>Rennes</i>	7
<i>Créteil</i>	20	<i>Toulouse</i>	28	<i>Grenoble</i>	7
<i>Lille</i>	20	<i>Aix-en-Provence</i>	28	<i>Saclay</i>	7
<i>Montpellier</i>	21	<i>Poissy</i>	29	<i>Toulouse</i>	8
<i>Aix-en-Provence</i>	22	<i>Lille</i>	29	<i>Saint-Louis</i>	9
<i>Paris</i>	23	<i>Versailles</i>	30	<i>Lille</i>	9
<i>Versailles</i>	23	<i>Rambouillet</i>	32	<i>Poissy</i>	10
<i>Saint-Quentin-en-Yvelines</i>	24	<i>Saclay</i>	35	<i>Lyon</i>	10
<i>Rambouillet</i>	26	<i>Saint-Quentin-en-Yvelines</i>	36	<i>Houdan</i>	12
<i>Saclay</i>	28	<i>Paris</i>	40	<i>Paris</i>	17
10 dernières		10 dernières		10 dernières	
<i>Mayenne</i>	7	<i>Péronne</i>	9	<i>Brioude</i>	0
<i>L'Aigle</i>	7	<i>Mauriac</i>	10	<i>Ussel</i>	0
<i>Morteau</i>	7	<i>Loudéac</i>	10	<i>Chatillon</i>	0
<i>Louhans</i>	7	<i>Louhans</i>	10	<i>Péronne</i>	1
<i>Ghisonaccia-Aléria</i>	7	<i>Chatillon</i>	10	<i>Draguignan</i>	1
<i>Wissembourg</i>	8	<i>Saint-Flour</i>	10	<i>Soissons</i>	1
<i>Vitré</i>	8	<i>Brioude</i>	10	<i>Tergnier</i>	1
<i>Segré</i>	8	<i>Jonzac-Barbezieux-Saint Hilaire</i>	10	<i>Verdun</i>	1
<i>Loudéac</i>	8	<i>Les Herbiers</i>	10	<i>Commercy</i>	1
<i>Nogent-le-Rotrou</i>	8	<i>Vallée de la Bresle-Vimeu</i>	10	<i>Cambrai</i>	1

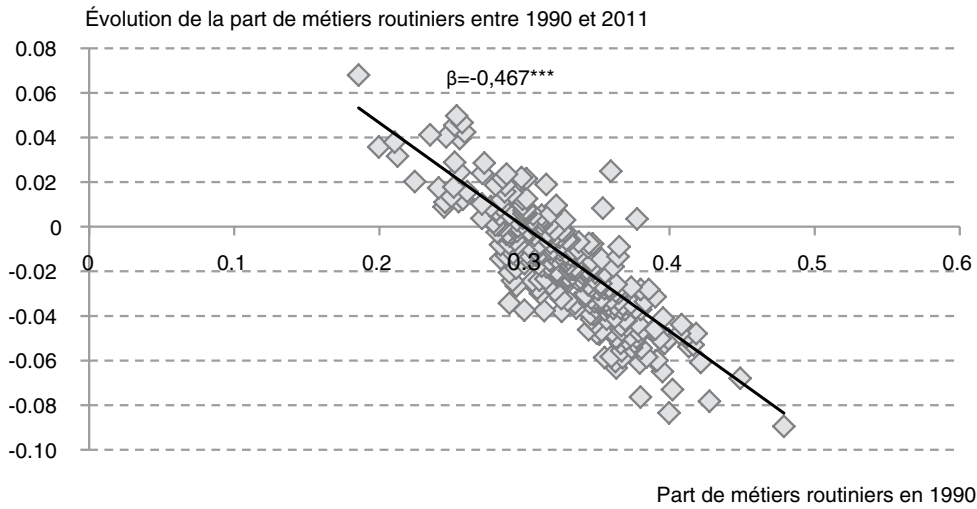
Note : le 1^{er} quartile Q1 est la part d'emplois dans les métiers très qualifiés au-dessous de laquelle se situent 25 % des parts d'emplois dans les métiers très qualifiés par zone.

Champ : population active occupée, France métropolitaine.

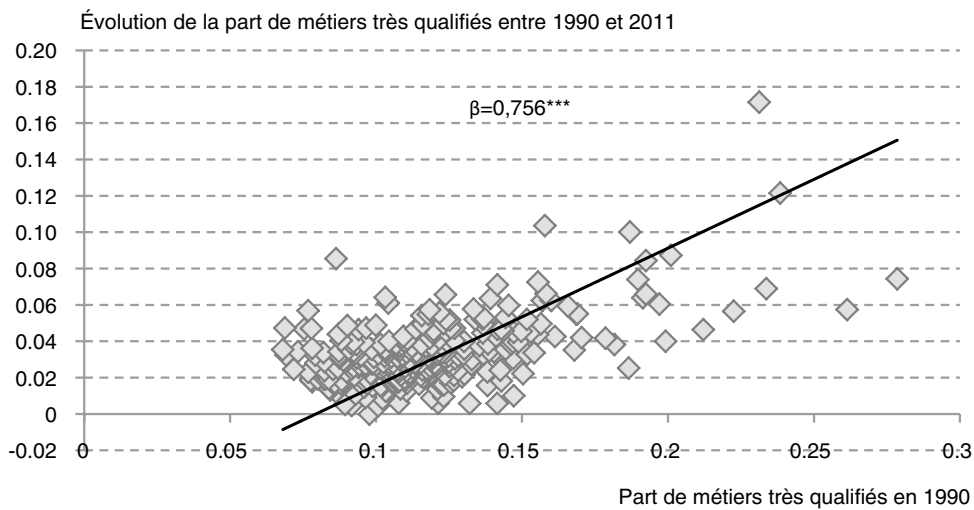
Source : Insee, Recensements de 1990 et 2011 ; base établie par Autor et Dorn (2013) sur le contenu en tâches des différents métiers.

Figure III
Dynamiques spatiales de la part des différents types de métiers dans l'emploi entre 1990 et 2011

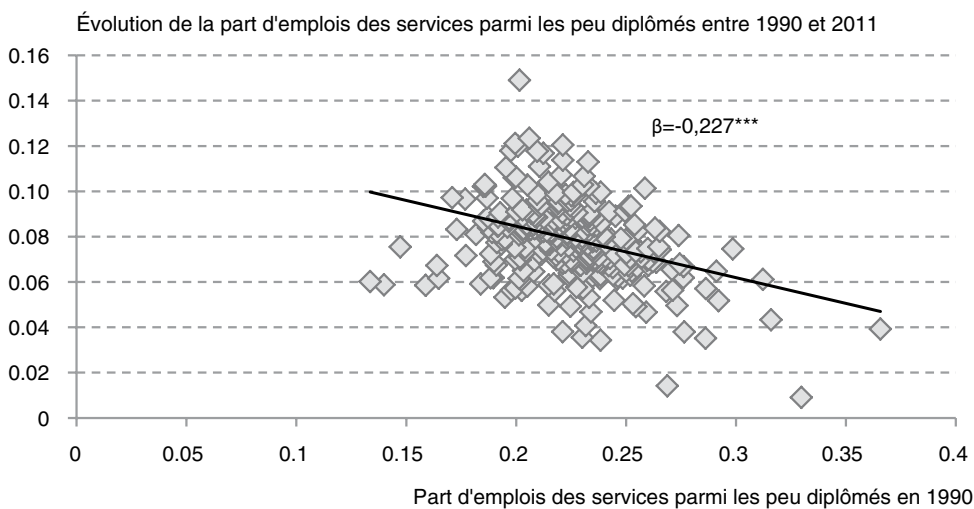
A. Métiers routiniers



B. Métiers très qualifiés



C. Peu diplômés dans les emplois des services



Note : pour chaque variable, l'évolution de la part des différents types de métiers entre 1990 et 2011 est régressée sur son niveau initial en 1990, au niveau des zones d'emploi (304 observations) : $\Delta X_{1990-2011} = \alpha + \beta X_{1990} + \varepsilon$. Les estimations sont pondérées par la population en emploi de la zone en 1982. * $p < 0.10$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$.

Champ : population active occupée, France métropolitaine.

Source : Insee, Recensements de 1990 et 2011 ; base établie par Autor et Dorn (2013) sur le contenu en tâches des différents métiers.

la concurrence des importations. À partir des données nationales de stock de capital informatique par secteur de 1990 à 2011 et de la répartition de l'emploi par secteur dans chaque zone d'emploi, nous calculons, en 1990 et en 2011, un capital informatique par tête de chaque secteur (en normalisant par l'emploi sectoriel en 1982) au niveau national. Nous préférons normaliser par le niveau d'emploi de 1982 plutôt que le niveau courant, dans la mesure où ce dernier est probablement corrélé au capital informatique. Pour chaque zone d'emploi et chaque année, nous appliquons le capital informatique par tête de chaque secteur calculé précédemment à la structure sectorielle de l'emploi dans la zone en 1982, ce qui donne une estimation du niveau local de capital informatique, à condition que la structure sectorielle de l'emploi par zone reste celle de 1982 et que l'évolution par zone du capital informatique par secteur corresponde l'évolution nationale. L'évolution de cet indicateur entre 1990 et 2011 est une mesure de l'exposition de la zone à la diffusion des TIC liée à sa structure sectorielle (voir pour plus de détails le complément en ligne C2). Par la suite, nous nous référerons à cet indicateur comme « l'évolution de l'exposition aux TIC entre 1990 et 2011 ». Cette mesure, qui reste une approximation du niveau réel d'exposition aux TIC dans la zone d'emploi, présente l'avantage d'être plus exogène qu'une mesure directe du niveau local d'utilisation des TIC : elle ne prend en effet pas en compte le fait que, pour un secteur donné, certaines zones puissent avoir adopté plus ou moins de TIC, en fonction de caractéristiques inobservables, éventuellement corrélées aux variables d'intérêt, ce qui biaiserait nos estimations¹⁰.

Dans le modèle d'Autor et Dorn, les territoires où l'utilisation de tâches routinières est plus importante adoptent les TIC plus rapidement,

c'est-à-dire qu'il devrait y avoir une corrélation positive entre la diffusion des TIC et l'intensité initiale des tâches routinières dans les zones d'emploi. La première colonne du tableau 7 montre que les zones avec une part de métiers routiniers plus importantes en 1982 ont effectivement connu une évolution plus importante de leur exposition aux TIC entre 1990 et 2011. Les colonnes (2) et (3) du tableau 7, qui distinguent les métiers routiniers de production et de support, montrent qu'il existe bien un lien positif et significatif entre l'évolution de l'exposition aux TIC entre 1990 et 2011 et la part initiale de métiers routiniers, mais seulement pour les métiers routiniers de support, pas pour les métiers routiniers de production. Vu la manière dont notre indicateur est construit, un tel résultat signifie que les secteurs, ayant initialement le plus recours aux tâches routinières dans leurs fonctions de production n'ont pas connu de développement du capital informatique supérieur aux secteurs initialement à faible contenu en tâches routinières de production. Un tel résultat pourrait indiquer que pour les fonctions de production, le progrès technique n'a pas pris la forme d'une augmentation du capital informatique, ou que l'adoption de l'informatique dans le secteur productif a eu lieu avant notre période d'étude. En revanche, les secteurs où les tâches routinières de support prenaient une place importante en 1982 ont connu un développement plus important du capital informatique. Ces résultats justifient d'autant plus la distinction des métiers routiniers selon qu'il s'agit de fonctions de production ou de support, dans l'analyse menée par la suite.

10. De manière générale, il existe un biais potentiel d'endogénéité entre la structure de l'emploi et le progrès technique ou l'influence du commerce international. Nous ne traitons pas directement ce problème dans cet article, dont l'objet est de mettre en évidence des faits stylisés, et non pas une relation de causalité entre ces différentes dimensions.

Tableau 7
Part initiale de métiers routiniers dans l'emploi et évolution de l'exposition aux TIC entre 1990 et 2011 par zone d'emploi

	Évolution de l'exposition aux TIC entre 1990 et 2011		
	(1)	(2)	(3)
Part de métiers routiniers en 1982	1.792*** (0.282)	1.991*** (0.145)	- 0.427 (0.388)
Type de métier routinier	Ensemble	Support	Production
Observations	304	304	304

Note : coefficients estimés par MCO. Écarts-type entre parenthèses. Capital informatique en milliers d'euros. L'évolution de l'exposition aux TIC est calculée à partir de l'évolution nationale du capital informatique par emploi et par secteur, en pondérant pour chaque zone d'emploi par la structure sectorielle de l'emploi. Les estimations sont pondérées par la population en emploi de la zone en 1982. *p<0.10 ** p<0.05 *** p<0.01. Champ : population active occupée, France métropolitaine. Source : Insee, Recensements de 1990 et 2011 ; <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2832673> (série 6.418) pour le capital informatique.

Un test des prédictions de l'hypothèse d'automatisation sur données françaises

Nous avons vu dans la partie précédente que la part des métiers routiniers dans l'emploi diminuait plus rapidement entre 1990 et 2011 dans les zones où cette part était la plus élevée en 1990. Comme il est préférable d'utiliser le niveau de 1982 plutôt que celui de 1990 comme point initial, nous testons si la part des métiers routiniers a diminué de façon plus importante entre 1990 et 2011 dans les zones où cette part était élevée en 1982 (colonne (1) du tableau 8). Nous régressons ensuite l'évolution de la part de métiers très qualifiés entre 1990 et 2011 et celle de la part des métiers des services dans l'emploi des travailleurs ayant au plus le bac sur la part en 1982 de métiers routiniers dans la zone. Les résultats correspondent respectivement aux colonnes (2) et (3) du tableau 8.

Comme le modèle le prédit, la part de métiers très qualifiés a augmenté plus vite là où la part de métiers routiniers était initialement plus élevée, avec un lien positif et statistiquement significatif. De la même façon, le lien positif et significatif entre l'évolution de la part de métiers des services entre 1990 et 2011 et la part initiale de métiers routiniers tend à valider le modèle d'Autor et Dorn (2013).

Enfin, dans le modèle théorique, le transfert des métiers routiniers vers les métiers de services repose sur le fait que les travailleurs les moins qualifiés sont immobiles et restent dans leur marché du travail local. Dans le contexte français, avec un salaire minimum élevé et un fort taux de chômage, il est possible que les travailleurs les moins qualifiés se retrouvent au chômage, plutôt que de passer d'un emploi routinier

à un emploi de services, en particulier si la demande pour ces emplois de services est trop faible. Nous estimons donc l'effet de la part initiale de métiers routiniers sur le taux de chômage des personnes ayant au plus le bac. La colonne (4) du tableau 8 montre une relation positive et significative entre ces deux grandeurs. Il semble donc bien que dans le cas français, quand les emplois routiniers disparaissent, ils ne sont remplacés qu'en partie par des emplois de services, ce qui explique qu'une part croissante des travailleurs les moins qualifiés soient au chômage.

L'évolution des marchés locaux du travail français apparaît ainsi compatible avec les prédictions du modèle théorique, et avec l'hypothèse d'un progrès technique biaisé conduisant à l'automatisation des tâches routinières. Intégrant à notre analyse des mécanismes liés à la spécialisation fonctionnelle des territoires (Duranton & Puga, 2005), nous testons également si ce résultat est obtenu pour chacun des deux types de tâches routinières, qu'elles correspondent à des fonctions support ou à des fonctions de production. La spécialisation fonctionnelle des zones d'emploi semble s'être en effet accrue entre 1990 et 2011 (tableau 9) : les villes les plus petites se sont concentrées sur les fonctions de production pendant que les grandes villes se sont spécialisées dans les fonctions support. On peut alors imaginer que cette spécialisation fonctionnelle, simultanée au progrès technique, interagit avec lui, donnant des résultats différents selon que les métiers routiniers relèvent de fonctions support ou de production.

Le tableau 10 présente les mêmes estimations que précédemment en séparant la part initiale de métiers routiniers entre fonctions de production et de support. La part de chaque type de métier routinier a diminué plus vite là où elle était

Tableau 8
Effet de la part initiale de métiers routiniers sur l'évolution de la structure locale de l'emploi et du taux de chômage local entre 1990 et 2011

	Évolution entre 1990 et 2011			
	de la part de métiers routiniers dans l'emploi	de la part de métiers très qualifiés dans l'emploi	de la part de métiers des services parmi les peu diplômés	du taux de chômage des peu diplômés
	(1)	(2)	(3)	(4)
Part en 1982 de métiers routiniers	- 0.353*** (0.014)	0.482** (0.229)	0.100*** (0.025)	0.266*** (0.04)
Observations	304	304	304	304

Note : coefficients estimés par MCO. Écarts-type entre parenthèses. Les estimations sont pondérées par la population en emploi de la zone en 1982. Peu diplômés : titulaires au plus du baccalauréat. *p<0.10 **p<0.05 ***p<0.01.
Champ : population active occupée ; population active pour le taux de chômage. France métropolitaine.
Source : Insee, Recensements de 1982, 1990 et 2011.

Tableau 9
Spécialisation fonctionnelle par zone d'emploi en 1990 et 2011

Population locale	Spécialisation fonctionnelle dans le management ou la production	
	1990	2011
< 50 000 hab.	- 0.52	- 0.52
50 000-100 000 hab.	- 0.44	- 0.50
100 000-250 000 hab.	- 0.36	- 0.38
250 000-500 000 hab.	- 0.17	- 0.19
500 000-1 000 000 hab.	0.04	0.08
1 000 000-2 000 000 hab.	0.41	0.57
> 2 000 000 hab.	1.36	3.49

Note : cette mesure est semblable à celle utilisée par Duranton et Puga (2005). Elle est égale à au nombre d'emplois de cadres et de managers par emploi de production (c'est-à-dire travaillant dans la production de précision, la fabrication ou l'assemblage) en différence à la moyenne nationale (en point de pourcentage). La dernière catégorie (plus de 2 millions d'habitants) ne comprend que la zone d'emploi de Paris.

Champ : population active occupée, France métropolitaine.

Source : Insee, *Recensements* de 1990 et 2011.

Tableau 10
Effet de la part initiale de métiers routiniers de production et de support sur l'évolution de la structure locale de l'emploi et du taux de chômage local entre 1990 et 2011

	Évolution entre 1990 et 2011				
	de la part de métiers routiniers de production	de la part de métiers routiniers de support	de la part de métiers très qualifiés	de la part de métiers des services parmi les peu diplômés	du taux de chômage des peu diplômés
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Part en 1982 de métiers routiniers de production	- 0.444*** (0.022)	0.028* (0.015)	- 0.001 (0.035)	0.147*** (0.023)	0.223*** (0.03)
Part en 1982 de métiers routiniers de support	- 0.050*** (0.01)	-0.285*** (0.015)	0.621*** (0.213)	0.087** (0.037)	0.279*** (0.042)
Observations	304	304	304	304	304

Note : Coefficients estimés par les MCO. Écarts-type entre parenthèses. Les estimations sont pondérées par la population en emploi de la zone en 1982. Peu diplômés : titulaires au plus du baccalauréat. *p<0.10 **p<0.05 ***p<0.01.

Champ : population active occupée ; population active pour le taux de chômage, France métropolitaine.

Source : Insee, *Recensements* de 1982, 1990 et 2011.

initialement la plus élevée. Les résultats précédents relatifs à la part de métiers de service dans l'emploi des titulaires au plus du bac et sur leur taux de chômage demeurent valides : ils ont crû plus vite là où la part initiale de métiers routiniers, de support et de production, était plus élevée. La part des métiers très qualifiés dans l'emploi a augmenté plus vite dans les zones où la part de métiers routiniers de support était plus élevée, mais pas dans celles où la part de métiers routiniers de production était plus élevée. Ce dernier résultat contredit les prédictions d'Autor et Dorn (2013), notamment concernant la complémentarité entre les tâches routinières de production et les tâches abstraites. Mais cette complémentarité ne requiert peut-être pas de proximité géographique, compte tenu de la diminution des coûts de communication liée au développement des TIC. Nos résultats tendent à montrer que la proximité géographique serait

davantage nécessaire pour les fonctions support que pour les fonctions de production.

Pour les personnes titulaires au plus du baccalauréat, l'effet du niveau initial de métiers routiniers est plus important sur le taux de chômage que sur la part de métiers des services. Cela signifie que la disparition d'emplois routiniers dans les zones les plus intenses en tâches routinières a entraîné une augmentation plus rapide du chômage plutôt qu'une croissance de l'emploi dans les métiers de service. De plus, l'effet sur la part des métiers de service est plus fort pour les métiers routiniers de support que pour les métiers routiniers de production. Il semble ainsi que la demande pour des métiers de service a été moins importante dans les zones initialement bien dotées en emplois routiniers de support que dans celles initialement bien dotées en emplois routiniers de

production. Dans le modèle théorique d'Autor et Dorn (2013), les résultats pour les travailleurs peu qualifiés sont déterminés par leur immobilité et par la demande de services des consommateurs. Le fait qu'il y ait un effet plus faible sur les métiers de service dans les zones à où la part de métiers très qualifiés a augmenté le plus implique qu'en France l'augmentation de la demande pour des métiers de service n'est pas imputable aux travailleurs locaux et à leur consommation¹¹. De l'observation des zones où l'augmentation des métiers de service a eu lieu de façon plus importante, il ressort que celle-ci est plus probablement liée au vieillissement de la population ou au tourisme. La demande serait ainsi induite par des consommateurs qui ne sont plus en activité (retraités) ou qui ne travaillent pas sur place (touristes).

D'autres facteurs explicatifs d'une transformation de la demande de travail biaisée en faveur des plus qualifiés

Dans cette partie, nous cherchons à tenir compte des autres facteurs potentiels d'explication de l'évolution de la demande de travail et à étudier leur interaction avec l'hypothèse du progrès technique et de l'automatisation des tâches routinières. En particulier, nous testons la robustesse des résultats précédents à l'introduction de ces explications alternatives, en nous concentrant sur les travailleurs peu diplômés. La globalisation est la principale explication alternative de la diminution de la demande relative pour ces derniers : pour la prendre en compte, nous introduisons dans le modèle une mesure relative

à ses deux principales manifestations, les délocalisations d'une part et la concurrence des importations d'autre part. Ces deux mesures sont complémentaires et illustrent le même phénomène : la croissance du commerce international.

L'expansion du commerce international a rendu moins coûteuse la réalisation de certaines tâches dans les pays à bas salaires et a pu inciter aux délocalisations. La facilité à délocaliser un métier est potentiellement corrélée à son intensité en tâches routinières : les tâches plus faciles à codifier sont plus faciles à délocaliser. Au contraire, les métiers des services à la personne sont plus difficilement délocalisables : ils sont définis précisément par la nécessité d'être effectués là où le consommateur se trouve. Autor et Dorn (2013) construisent un indicateur de la facilité à délocaliser un emploi à partir de deux variables issues de la base de données sur les métiers (*Occupational Information Network database*) du *Department of Labor* américain : le fait d'avoir des contacts en face-à-face et le travail sur place. « La mesure capture le degré avec lequel un métier requiert soit des interactions interpersonnelles directes, soit une proximité avec un lieu de travail donné » (US Department of Labor, 1976 ; 2000). Comme précédemment pour le calcul de l'intensité des emplois en différents types de tâches, nous utilisons leur base de données pour calculer une mesure similaire pour les PCS françaises. Le tableau 11 montre que les métiers les plus facilement délocalisables sont ceux des employés de bureau. Les emplois des ouvriers industriels ne sont en revanche pas considérés comme

11. L'hypothèse d'une consommation biaisée en faveur des plus qualifiés expliquerait la transformation de la demande de travail en faveur des plus qualifiés apparaît dans ce cas moins crédible. Pak et Poissonnier (2016) trouvent également que l'effet de la demande domestique sur l'emploi est peu biaisé.

Tableau 11
Facilité à délocaliser les groupes de métiers en 1982

	Facilité à délocaliser
<i>Fonction support</i>	
Managers/Cadres/Ingénieurs	-
Employés	+
<i>Fonction de production</i>	
Ouvriers artisanaux	+
Transport/Construction/Agriculture	+
Ouvriers industriels	-
Vendeurs	-
Métiers des services	-

Note : (+) indique une valeur au-dessus de la moyenne de l'ensemble des métiers en 1982 et (-) une valeur en-dessous de cette moyenne.
Champ : population active occupée, France métropolitaine.
Source : Insee, Recensement de 1982 ; base établie par Autor et Dorn (2013) sur la facilité à délocaliser par métier.

facilement délocalisables selon cette mesure¹². Nous calculons ensuite le niveau moyen de cet indice pour chaque zone d'emploi en fonction de la structure des PCS dans l'emploi, et utilisons ce niveau moyen en 1982 pour nos tests de robustesse. Cette mesure est positivement corrélée, sur l'ensemble des zones d'emploi, à la part de métiers routiniers dans les fonctions support en 1982, mais pas à celle des métiers routiniers dans les fonctions de production.

La mondialisation peut également avoir un effet sur la demande de travail à travers la concurrence des importations. Plus précisément, elle induirait une concurrence des importations plus importante pour les secteurs employant des travailleurs peu qualifiés, et donc une demande moindre pour ces métiers, qui sont potentiellement des métiers routiniers, dans l'industrie par exemple. Nous construisons une mesure de l'exposition à la concurrence des importations pour chaque zone d'emploi à partir de la structure sectorielle de la zone, très similaire à celle d'Autor *et al.* (2013a) et à notre indicateur de diffusion des TIC. Plus précisément, nous appliquons le niveau national des importations par emploi et par secteur à la structure sectorielle de chaque zone d'emploi en 1982. Nous utilisons ensuite l'évolution de cette mesure entre 1990 et 2011, pour évaluer dans quelle la structure d'emploi locale de 1982 a été exposée à la concurrence des importations, étant donné l'évolution nationale des importations entre 1990 et 2011 (cf. complément en ligne C2 pour plus de détails). Le tableau 12 montre que cette mesure est positivement et significativement corrélée à la part de métiers routiniers dans l'emploi en 1982, et plus fortement avec les métiers routiniers de production qu'avec les métiers routiniers de support.

Nous introduisons les indicateurs de facilité à délocaliser en 1982 et d'évolution de la

concurrence des importations entre 1990 et 2011 comme variables de contrôle dans les régressions de la part des métiers de service dans l'emploi des peu diplômés et du taux de chômage des peu diplômés sur la part initiale de métiers routiniers (tableaux 13 et 14 avec distinction des fonctions support et production). Ces deux nouvelles variables sont positivement corrélées à la part de métiers des services et au taux de chômage des peu diplômés. Les effets de la part initiale des métiers routiniers, pris dans leur ensemble ou séparément, sont plus faibles que précédemment mais restent significatifs. En termes de comparaison des effets¹³, l'effet de la part initiale de métiers routiniers et celui de la concurrence des importations sont du même ordre de grandeur, alors que celui de la facilité à délocaliser est sensiblement moins important. Nos résultats sur l'hypothèse de l'automatisation sont donc toujours valides, même en contrôlant de l'effet potentiel des délocalisations et de la concurrence des importations¹⁴.

Comme nous l'avons mentionné précédemment, dans la mesure où la part des métiers des services parmi les peu diplômés augmente moins là où la part de métiers très qualifiés a crû, il est peu probable que nos résultats soient déterminés par une demande liée à la consommation des travailleurs. Mais la demande pour les services à la personne peut être toutefois déterminée aussi par des changements démographiques. Un accroissement de la participation des femmes au marché du travail peut augmenter la demande pour des services, auparavant réalisés au sein du foyer, comme les

12. Ce résultat paraît surprenant à première vue, mais est confirmé par la plupart des mesures de la facilité à délocaliser (voir par exemple Blinder & Krueger, 2013).

13. On peut comparer l'effet des différentes variables en multipliant la valeur estimée du coefficient par l'écart-type de cette variable, ce qui revient à estimer un modèle où les variables auraient été centrées réduites auparavant.

14. Cela ne signifie pas pour autant que la mondialisation, par ces deux biais, n'ait eu aucun effet.

Tableau 12

Part initiale de métiers routiniers et évolution entre 1990 et 2011 de l'exposition à la concurrence des importations par zone d'emploi

	Évolution entre 1990 et 2011 de l'exposition à la concurrence des importations		
	(1)	(2)	(3)
Part de métiers routiniers en 1982	1.007*** (0.207)	0.396** (0.179)	1.386*** (0.387)
Type de métier routinier	Ensemble	Support	Production
Observations	304	304	304

Note : Coefficients estimés par les MCO. Écarts-type entre parenthèses. Les estimations sont pondérées par la population en emploi de la zone en 1982. *p<0.10 **p<0.05 ***p<0.01.

Champ : population active occupée, France métropolitaine.

Source : Insee, Recensements de 1982, 1990 et 2011 ; <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2832661> (série 5.405) pour les données sur les importations.

services ménagers et la garde des enfants. Le vieillissement de la population peut induire une demande plus importante de services à domicile. Bien qu'il n'y ait *a priori* pas de raison évidente pour que ces effets démographiques soient liés à la part de métiers routiniers dans la zone d'emploi, une corrélation fallacieuse pourrait biaiser les estimations. En ajoutant la participation des femmes et la part de plus de 75 ans en 1982 comme variables de contrôle dans les régressions, les résultats restent globalement identiques en ce qui concerne la part d'emplois de service et le taux de chômage pour les travailleurs peu qualifiés (cf. tableaux 13 et 14 avec la distinction entre fonctions de support et de production), ainsi que pour la part de métiers routiniers (cf. tableau C3-1 du complément en ligne C3).

Qu'en est-il des résultats obtenus sur la part de métiers très qualifiés ? En contrôlant des effets de la concurrence des importations et des délocalisations, les résultats sont similaires à notre modèle principal (tableau 15). D'autres explications à la concentration des travailleurs les plus

diplômés dans certaines zones seraient, comme nous l'avons vu, la spécialisation fonctionnelle des grandes agglomérations proposée par Duranton et Puga (2005) ou un accroissement des économies d'agglomérations pour les métiers les plus qualifiés (Baum-Snow et al., 2014). Si les zones à forte densité (c'est-à-dire celles où les économies d'agglomérations sont potentiellement les plus fortes) sont les mêmes que celles où la part initiale de métiers routiniers de support est élevée, les estimations pourraient être biaisées. Nous ajoutons donc comme variable de contrôle la densité de population de la zone d'emploi en 1982 (cf. tableau 15). Tout d'abord, nous constatons qu'une forte densité en 1982 est effectivement corrélée à une augmentation plus importante de la part de métiers très qualifiés entre 1990 et 2011. Comme les métiers les plus qualifiés correspondent principalement à des fonctions support, ce résultat est cohérent avec le modèle de spécialisation fonctionnelle des agglomérations proposé par Duranton et Puga (2005).

Tableau 13
Robustesse de l'effet de la part initiale de métiers routiniers sur l'évolution entre 1990 et 2011 du marché du travail pour les peu diplômés par zone d'emploi

	Évolution entre 1990 et 2011 de la part d'emploi des services parmi les titulaires d'au plus le baccalauréat				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Part en 1982 de métiers routiniers	0.105*** (0.023)	0.123*** (0.027)	0.092*** (0.024)	0.082*** (0.031)	0.085*** (0.029)
Participation des femmes en 1982	-0.01 (0.026)				-0.018 (0.026)
Part en 1982 des plus de 75 ans		0.112** (0.052)			0.212*** (0.048)
Indice de facilité à délocaliser en 1982			0.001 (0.001)		0.002** (0.001)
Évolution entre 1990 et 2011 de l'exposition aux importations				0.005*** (0.002)	0.009*** (0.002)
Observations	304	304	304	304	304
	Évolution entre 1990 et 2011 du taux de chômage des titulaires d'au plus un baccalauréat				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Part en 1982 de métiers routiniers	0.221*** (0.019)	0.256*** (0.05)	0.164*** (0.024)	0.246*** (0.048)	0.122*** (0.03)
Participation des femmes en 1982	0.106*** (0.022)				0.094*** (0.027)
Part en 1982 des plus de 75 ans		-0.053 (0.064)			0.008 (0.045)
Indice de facilité à délocaliser en 1982			0.007*** (0.001)		0.004*** (0.002)
Évolution entre 1990 et 2011 de l'exposition aux importations				0.006** (0.003)	0.011*** (0.003)
Observations	304	304	304	304	304

Note : Coefficients estimés par MCO. Écarts-type entre parenthèses. Les estimations sont pondérées par la population en emploi de la zone en 1982. *p<0.10 ** p<0.05 *** p<0.01.

Champ : population active occupée ; population active pour le taux de chômage, France métropolitaine.

Source : Insee, Recensements de 1982, 1990 et 2011, <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2832661> (série 5.405) pour les données sur les importations.

Tableau 14

Robustesse de l'effet de la part initiale de métiers routiniers de production ou de support sur l'évolution entre 1990 et 2011 du marché du travail pour les peu diplômés par zone d'emploi

	Évolution entre 1990 et 2011 de la part d'emploi des services parmi les titulaires d'au plus le baccalauréat				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Part en 1982 de métiers routiniers de production	0.148*** (0.024)	0.161*** (0.024)	0.140*** (0.023)	0.104*** (0.027)	0.083*** (0.024)
Part en 1982 de métiers routiniers de support	0.084** (0.035)	0.110*** (0.04)	0.039 (0.044)	0.078** (0.038)	0.086* (0.048)
Participation des femmes en 1982	0.006* (0.03)				-0.018 (0.025)
Part en 1982 des plus de 75 ans		0.103* (0.057)			0.214*** (0.06)
Indice de facilité à délocaliser en 1982			0.003 (0.002)		0.002 (0.001)
Évolution entre 1990 et 2011 de l'exposition aux importations				0.005*** (0.002)	0.009*** (0.002)
Observations	304	304	304	304	304
	Évolution entre 1990 et 2011 du taux de chômage des titulaires d'au plus un baccalauréat				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Part en 1982 de métiers routiniers de production	0.236*** (0.031)	0.217*** (0.031)	0.201*** (0.029)	0.147*** (0.035)	0.125*** (0.037)
Part en 1982 de métiers routiniers de support	0.213*** (0.024)	0.269*** (0.054)	0.123*** (0.036)	0.263*** (0.042)	0.119*** (0.038)
Participation des femmes en 1982	0.112*** (0.025)				0.094*** (0.027)
Part en 1982 des plus de 75 ans		-0.043 (0.067)			0.005 (0.049)
Indice de facilité à délocaliser en 1982			0.008*** (0.001)		0.004** (0.002)
Évolution entre 1990 et 2011 de l'exposition aux importations				0.009*** (0.003)	0.011*** (0.003)
Observations	304	304	304	304	304

Note : Coefficients estimés par MCO. Écarts-type entre parenthèses. Les estimations sont pondérées par la population en emploi de la zone en 1982. *p<0.10 ** p<0.05 *** p<0.01.

Champ : population active occupée ; population active pour le taux de chômage, France métropolitaine.

Source : Insee, *Recensements* de 1982, 1990 et 2011, <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2832661> (série 5.405) pour les données sur les importations.

Tableau 15

Robustesse de l'effet de la part initiale de métiers routiniers de production ou de support sur l'évolution entre 1990 et 2011 de la part de métiers très qualifiés par zone d'emploi

	Évolution entre 1990 et 2011 de la part de métiers très qualifiés			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Part en 1982 de métiers routiniers de production	- 0.055* (0.029)	- 0.041 (0.039)	- 0.018 (0.042)	- 0.075** (0.032)
Part en 1982 de métiers routiniers de support	0.198*** (0.065)	0.327*** (0.081)	0.618*** (0.213)	0.166*** (0.059)
Densité en 1982	0.013*** (0.001)			0.012*** (0.001)
Indice de facilité à délocaliser en 1982		0.015*** (0.006)		0.002 (0.003)
Évolution entre 1990 et 2011 de l'exposition aux importations			0.002 (0.003)	0.002 (0.002)
Observations	304	304	304	304

Note : Coefficients estimés par MCO. Écarts-type entre parenthèses. Les estimations sont pondérées par la population en emploi de la zone en 1982. *p<0.10 ** p<0.05 *** p<0.01.

Champ : population active occupée, France métropolitaine.

Source : Insee, *Recensements* de 1982, 1990 et 2011 ; <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2832661> (série 5.405) pour les données sur les importations.

Ensuite, nos résultats précédents restent valides. La part de métiers très qualifiés a augmenté plus dans les zones où la part de métiers routiniers de support était élevée, mais pas dans celles où la part de métiers routiniers de production était élevée. La conclusion d'une complémentarité spatiale entre les tâches routinières de support et les tâches abstraites reste valable.

* *
*

Nous mettons en évidence qu'une automatisation des tâches a eu lieu, aussi bien dans les fonctions support que dans les fonctions de production, en France entre 1990 et 2011. Plus précisément, nous montrons que le développement des TIC fait basculer les travailleurs peu qualifiés d'emplois à fort contenu en tâches routinières vers des emplois de service (tâches manuelles) ou vers le chômage. Cette évolution pourrait expliquer la transformation de la

demande de travail sur cette période, biaisée en faveur des plus qualifiés, ainsi que ses manifestations spatiales.

Dans le même temps, une spécialisation fonctionnelle des marchés du travail locaux semble avoir eu lieu et a probablement contribué à la transformation spatiale de la demande : les métiers les plus qualifiés se sont concentrés dans les zones où ils étaient déjà le plus représentés et où les métiers routiniers de support étaient également surreprésentés.

Nous montrons enfin que ces résultats sont robustes à la prise en compte d'autres hypothèses comme les délocalisations, la concurrence des importations ou encore les économies d'agglomération. Pour autant, nous n'excluons pas qu'elles aient pu jouer également un rôle dans la transformation de la demande. Évaluer l'ampleur de ce rôle va cependant au-delà de l'objectif de la présente analyse, et pourra faire l'objet de recherches ultérieures. □

BIBLIOGRAPHIE

Aubert, P. & Sillard, P. (2005). Délocalisations et réductions d'effectifs dans l'industrie française. In: Insee *L'économie française : comptes et dossiers*, pp. 57–89. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/1371891/ecofra05b.pdf>

Autor, D. H. & Dorn, D. (2013). The Growth of Low-Skill Service Jobs and the Polarization of the US Labor Market. *The American Economic Review*, 103, 1553–97. <https://doi.org/10.1257/aer.103.5.1553>

Autor, D. H., Dorn, D. & Hanson, G. H. (2013a). The China Syndrome: Local Labor Market Effects of Import Competition in the United States. *The American Economic Review*, 103, 2121–68. <https://doi.org/10.1257/aer.103.6.2121>

Autor, D. H., Dorn, D. & Hanson, G. H. (2013b). Untangling Trade and Technology: Evidence from Local Labor Markets. *The Economic Journal*, 125, 621–646. <https://doi.org/10.1111/eoj.12245>

Autor, D. H., Katz, L. F. & Kearney, M. S. (2008). Trends in U.S. Wage Inequality: Revising the Revisionists. *The Review of Economics and Statistics*, 90, 300–323. <https://doi.org/10.1162/rest.90.2.300>

Autor, D. H., Levy, F. & Murnane, R. J. (2003). The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration. *The Quarterly Journal of Economics*, 118, 1279–1333. <https://doi.org/10.1162/003355303322552801>

Barlet, M., Blanchet, D. & Crusson, L. (2009). Globalisation et flux d'emploi : que peut dire une approche comptable ? *Économie et Statistique*, 427–428, 3–20. <https://doi.org/10.3406/estat.2009.8048>

Baum-Snow, N., Freedman, M. & Pavan R. (2014). Why Has Urban Inequality Increased? Brown University, *Working paper*.

Beaudry, P., Doms, M., & Lewis, E. (2006). Endogenous Skill Bias in Technology Adoption: City-Level Evidence from the IT Revolution. NBER, *Working Paper* N° 12521. <https://doi.org/10.3386/w12521>

Beaudry, P., Doms, M., & Lewis, E. (2010). Should the Personal Computer Be Considered a Technological Revolution? Evidence from U.S. Metropolitan Areas. *Journal of Political Economy*, 118, 988–1036. <https://doi.org/10.1086/658371>

- Blinder, A. S. & Krueger, A. B. (2013).** Alternative Measures of Offshorability: A Survey Approach. *Journal of Labor Economics*, 31(2), 97–128.
<https://doi.org/10.1086/669061>
- Bock, S. (2016).** Job Polarization and Unskilled Employment Losses in France. Paris School of Economics, *Working Paper* N° 2017–14.
- Caroli, E. & Van Reenen, J. (2001).** Skill-Biased Organizational Change? Evidence from A Panel of British and French Establishments. *The Quarterly Journal of Economics*, 116, 1449–1492.
<https://doi.org/10.1162/003355301753265624>
- Charnoz, P., Lelarge, C. & Trevien, C. (2016).** Communication Costs and the Internal Organization of Multi-Plant Businesses: Evidence from the Impact of the French High-Speed Rail. Insee *Working Paper* G2016/02.
<https://www.insee.fr/en/statistiques/fichier/2022143/G2016-02.pdf>
- Charnoz, P. & Orand, M. (2016).** Une concentration spatiale accrue des diplômés du supérieur en France entre 1991 et 2011. In: *Insee Références 2016 : Emploi, chômage, revenus du travail*, pp. 67–77.
https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/2122741/EMPSAL16e_D4_diplomes.pdf
- Duranton, G. & Puga, D. (2005).** From sectoral to functional urban specialization. *Journal of Urban Economics*, 57, 343–370.
<https://doi.org/10.1016/j.jue.2004.12.002>
- Firpo, S., Fortin, N. M. & Lemieux, T. (2011).** Occupational Tasks and Changes in the Wage Structure. Institute for the Study of Labor (IZA), *Discussion Paper* N° 5542.
<ftp.iza.org/dp5542.pdf>
- Fontagné, L. & D’Isanto, A. (2013).** Chaînes d’activité mondiales : Des délocalisations d’abord vers l’Union européenne. *Insee Première* N° 1451.
<https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/version-html/1281310/ip1451.pdf>
- Goos, M., Manning, A. & Salomons, A. (2009).** Job Polarization in Europe. *The American Economic Review*, 99(2), 58–63.
<https://doi.org/10.1257/aer.99.2.58>
- Goos, M., Manning, A. & Salomons, A. (2014).** Explaining Job Polarization: Routine-Biased Technological Change and Offshoring. *The American Economic Review*, 104(2), 2509–26.
<https://doi.org/10.1257/aer.104.8.2509>
- Goux, D. & Maurin, E. (2000).** The Decline in Demand for Unskilled Labor: An Empirical Analysis Method and Its Application to France. *The Review of Economics and Statistics*, 82, 596–607.
<https://doi.org/10.1162/003465300559073>
- Graetz, G. & Michaels, G. (2015).** Robots at Work. London School of Economics, *CEP Discussion Paper* N° 1335.
<http://cep.lse.ac.uk/pubs/download/dp1335.pdf>
- Grossman, G. M. & Rossi-Hansberg, E. (2008).** Trading Tasks: A Simple Theory of Offshoring. *The American Economic Review*, 98, 1978–97.
<https://doi.org/10.1257/aer.98.5.1978>
- Harrigan, J., Reshef, A. & Toubal, F. (2016).** The March of the Techies: Technology, Trade and Job Polarization in France, 1994–2007. NBER, *Working Paper* N° 22110.
[doi: 10.3386/w22110](https://doi.org/10.3386/w22110)
- Jolly, C. (2015).** La polarisation des emplois : une réalité américaine plutôt qu’européenne. France Stratégie, *Working Paper* N° 2015–04.
- Keller, W. & Utar, H. (2016).** International Trade and Job Polarization: Evidence at the Worker-Level. NBER, *Working Paper* N° 22315.
<https://doi.org/10.3386/w22315>
- Lindley, J. & Machin, S. (2014).** Spatial changes in labour market inequality. *Journal of Urban Economics*, 79, 121–138.
<https://doi.org/10.1016/j.jue.2013.07.001>
- Lorentowicz, A., Martin, D. & Raubold, A. (2005).** Is Human Capital Losing from Outsourcing? Evidence for Austria and Poland. University of Munich, Department of Economics, *Discussion Papers in Economics* N° 715.
- Machin, S. & Van Reenen, J. (1998).** Technology and Changes in Skill Structure: Evidence from Seven OECD Countries. *The Quarterly Journal of Economics*, 113, 1215–1244.
<https://doi.org/10.1162/003355398555883>
- Malgouyres, C. (2016).** The Impact of Chinese Import Competition on the Local Structure of Employment and Wages: Evidence from France. *Journal of Regional Science*, 57, 411–441.
[doi: 10.1111/jors.12303](https://doi.org/10.1111/jors.12303)
- Michaels, G., Natraj, A. & Van Reenen, J. (2014).** Has ICT Polarized Skill Demand? Evidence from Eleven Countries over Twenty-Five Years. *The Review of Economics and Statistics*, 96, 60–77.
https://doi.org/10.1162/REST_a_00366

Moretti, E. (2013). Real Wage Inequality. *American Economic Journal: Applied Economics*, 5, 65–103.
<https://doi.org/10.1257/app.5.1.65>

Pak M. & Poissonnier, A. (2016). Accounting for technology, trade and final consumption in employment: An Input-Output decomposition. INSEE, *Document de travail* N° G2016/11.

Rigby, D., Kemeny, T. & Cooke, A. (2015). US Wage Inequality and Low-Wage Import

Competition. *Tijdschrift voor economische en sociale geografie*, 106, 570–587.
<https://doi.org/10.1111/tesg.12123>

US Department of Labor (1976). Occupational Outlook Handbook, 1976-1977. Bulletin 1875.

US Department of Labor (1977). Dictionary of Occupational Titles, 4th ed. Washington, DC: US Government Printing Office.

US Department of Labor (2000). Occupational Outlook Handbook, 2000-2001. Bulletin 2520.
