

L'évaluation des impacts de la digitalisation sur le travail et l'emploi, changements et continuités

Gérard VALENDUC et Patricia VENDRAMIN ¹

Résumé – Selon certains économistes évolutionnistes, la vague actuelle de digitalisation n'est pas une nouvelle révolution technologique mais le point de basculement entre les phases d'instauration et de déploiement du paradigme technico-économique basé sur l'information numérisée et les réseaux, né dans les années 1980. Ce basculement est fait à la fois de continuités et de ruptures. Il nécessite une approche renouvelée des notions d'emploi et de travail. Or, certaines prévisions alarmistes en matière d'impacts de la digitalisation sur l'emploi se réfèrent toujours à une conception simpliste du travail. Celui-ci ne se réduit pas à un assemblage de tâches plus ou moins remplaçables par des machines intelligentes. Il est le fruit de choix organisationnels et de rapports de forces. Il est en outre porteur d'intégration et de reconnaissance sociale. Penser le travail de demain, c'est aussi penser sa signification individuelle et collective. L'approche évolutionniste nous apprend que, plutôt que de remplacer le travail, la digitalisation déplace les emplois : non seulement entre les maillons successifs des chaînes de valeur, mais aussi entre les métiers et entre les différents statuts du travail. Ce qui est en jeu, c'est l'érosion de la relation d'emploi construite lors du paradigme antérieur. La multiplication de nouvelles formes d'emploi contribue à cette érosion mais elle ne constitue pas pour autant un modèle pour l'avenir.

¹ Gérard Valenduc est chercheur associé à l'Institut syndical européen (ETUI) et à la Chaire Travail-Université. Patricia Vendramin est professeure de sociologie à l'UCLouvain, directrice de la Faculté ouverte de politique économique et sociale et titulaire de la Chaire Travail-Université.

L'appréciation des effets du progrès technique sur l'emploi est, de longue date, un sujet controversé parmi les économistes (Valenduc 2017). On peut distinguer deux grandes catégories d'études. La première comprend essentiellement des travaux macroéconomiques, qui reposent grosso modo sur le raisonnement suivant : d'une part, la technologie contribue à augmenter la productivité en substituant du capital au travail, ce qui a une influence négative sur la quantité d'emplois, mais d'autre part, elle contribue aussi à réduire les coûts, à étendre les marchés et à augmenter la diversité des produits et des services, ce qui a une influence positive sur la croissance et l'emploi. Dans cette optique, le bilan en termes d'emploi sera positif à condition que les effets indirects sur la croissance l'emportent sur les effets directs des gains de productivité. Dans le contexte actuel de croissance molle et de stagnation des gains de productivité, on ne s'étonnera pas que cette catégorie d'études n'apparaisse plus au premier plan dans les débats sur l'avenir de l'emploi (COE 2017: 49-54). Dans la seconde catégorie d'études, la technologie n'est plus considérée comme une boîte noire dont on ne s'intéresse qu'aux inputs et aux outputs. Il s'agit d'ouvrir et d'explorer cette boîte noire, de s'intéresser à la construction des innovations et aux trajectoires technologiques (Rosenberg 1994). C'est dans cette catégorie qu'on peut situer la perspective évolutionniste, qui s'intéresse aux cycles longs dans le développement économique et repose sur le concept de paradigme technico-économique (Freeman et Soete 1994 ; Perez 2010). Cet article se situe dans cette perspective évolutionniste.

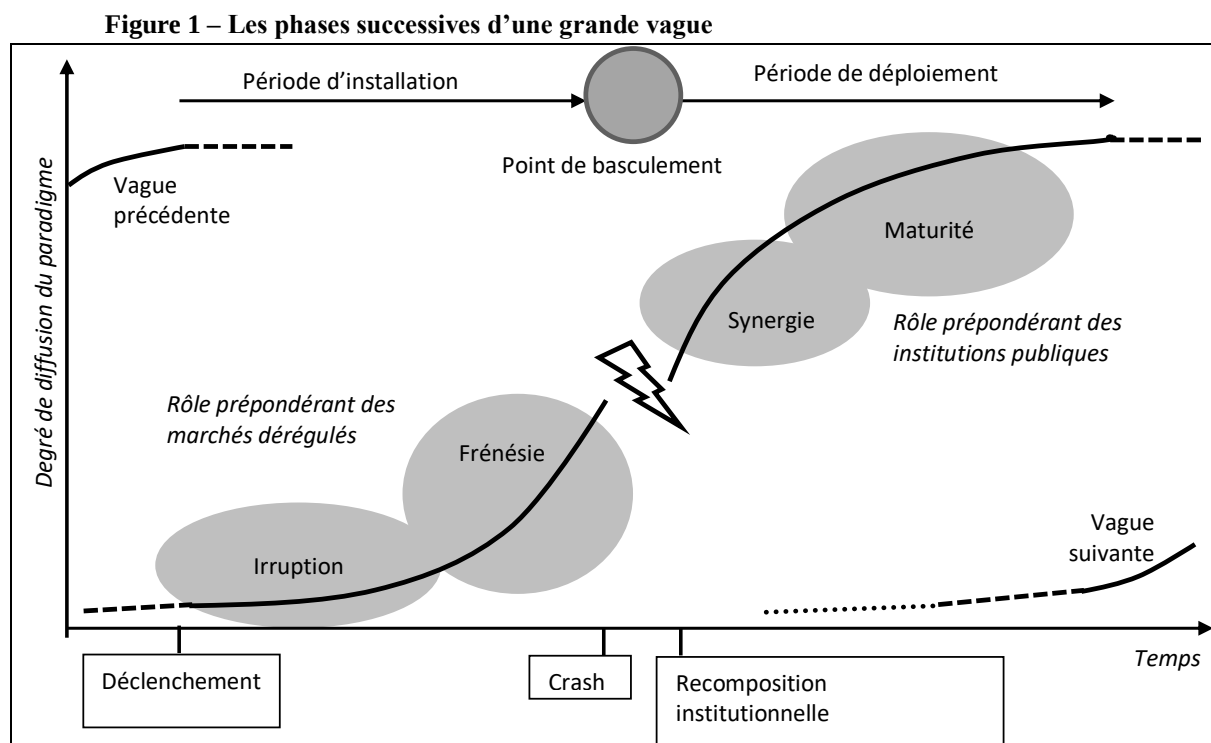
LA TRANSITION DIGITALE, POINT DE BASCULEMENT DANS UN PARADIGME TECHNICO-ÉCONOMIQUE

Les économistes évolutionnistes veulent apporter des réponses à des questions laissées ouvertes par les travaux de Kondratiev et Schumpeter sur les cycles longs : le développement économique a-t-il une nature intrinsèquement cyclique ? Quel est le degré de déterminisme dans la périodicité des cycles longs ? Quelles sont les politiques à mener pour influencer les modalités de la transition d'un cycle à l'autre ? L'ouvrage de Richard Nelson et Sydney Winter *An evolutionary theory of economic change*, publié en 1982, est considéré comme fondateur de ce courant (Arena et Lazaric 2003). Plutôt que de raisonner en termes de cycles longs qui devraient s'enchaîner de manière déterministe, les économistes évolutionnistes préfèrent le concept de paradigme technico-économique, qui attache davantage d'importance aux tensions et aux choix politiques dans les périodes de transition. Les paradigmes technico-économiques sont des régimes de développement socioéconomique continu, séparés par des phases de transition d'un paradigme à l'autre, qui constituent des révolutions technologiques. Ce concept a été développé à Brighton (Science Policy Research Unit, SPRU) et à Maastricht (Maastricht Economic Research Institute on Technology, MERIT), à partir des années 1980, sous l'égide de Christopher Freeman, Luc Soete et Carlota Perez, principalement. La transition vers un nouveau paradigme technico-économique entraîne une modification des conditions et des moyens de production, de l'organisation du travail, du marché de l'emploi, des formes de distribution, des styles de vie. Le nouveau paradigme se diffuse dans l'ensemble de l'économie et de la société, dans des conditions déterminées par les choix politiques, les rapports sociaux, les stratégies des acteurs économiques, le fonctionnement du marché du travail, l'adaptation des institutions. Ni l'issue ni la durée de la transition ne sont prédéterminées par les technologies.

Les publications de Freeman et Soete dans les années 1990 identifient la transition en cours comme l'instauration d'un nouveau paradigme basé sur les technologies de l'information et de la communication (TIC), sur une économie basée sur la connaissance, sur l'émergence de nouveaux besoins de services collectifs et une nouvelle configuration des relations sociales (Freeman et Soete 1994 ; Freeman et Louça 2001). Carlota Perez a proposé plus récemment une reformulation de ce concept (Perez 2010, 2016). Elle s'est intéressée plus particulièrement au rôle spécifique des bulles

spéculatives et des crises financières dans le développement des paradigmes technico-économiques, qu'elle appelle aussi « grandes vagues » (*great surges*).

La nouveauté de cette approche réside dans la succession, dans chaque grande vague, de périodes d'installation, de points de basculement et de périodes de déploiement. La figure 1 décrit plus précisément les étapes d'une grande vague et permet de mieux interpréter ce que nous appelons aujourd'hui « digitalisation » (Valenduc 2018).



Source : Valenduc (2018), p.8, d'après Perez (2004), p.79.

La période d'installation se caractérise d'abord par un événement déclencheur et une phase d'irruption de nouvelles technologies qui transforment les systèmes d'innovation. Dans le paradigme basé sur les TIC, le déclenchement initial se situe dans les années 1973-1975, avec le microprocesseur, mais il faut attendre les années 1980 pour voir cette nouvelle vague faire irruption dans l'activité économique, avec les ordinateurs personnels, la numérisation des télécommunications, la télématique, la lecture optique, la numérisation du son puis de l'image, l'émergence du commerce des données informatisées à l'échelle mondiale. Cette phase d'irruption s'étend rapidement à toutes les branches d'activité et touche une proportion croissante des emplois. Ensuite vient une phase d'effervescence, d'euphorie, voire de frénésie, avec des innovations qui partent dans tous les sens, qui s'accélèrent et qui bénéficient d'un contexte de spéculation financière et de dérégulation des marchés, lié à l'affaiblissement des États face à un nouvel environnement que ceux-ci ne maîtrisent plus. Cette phase de frénésie est bien visible dans les années 1990 et au tournant du siècle, en même temps que l'unification et l'élargissement des marchés européens. La téléphonie mobile prend son essor après l'adoption de la norme GSM en 1992, puis Internet s'ouvre aux entreprises et aux particuliers dès 1995, dans un contexte plus large de libéralisation des services de communication. Au tournant du siècle, l'euphorie des TIC atteint son paroxysme : le préfixe *e-* fait son apparition dans tous les domaines, au point de susciter une controverse sur l'avènement d'une « nouvelle économie », baptisée *e-economy* (Boyer 2002 ; Gadrey 2000).

C'est dans ce contexte qu'un premier coup de semonce vient tempérer la frénésie, avec l'éclatement de la bulle spéculative des *dotcom* en 2000-2001, annonciatrice d'une crise financière plus profonde. La crise financière de 2008 n'est pas seulement due à l'effondrement du système des prêts immobiliers et des dettes souveraines, c'est aussi la conséquence de la digitalisation débridée du système financier (Perez 2013). Cette crise financière en deux temps, séparés par un bref regain de frénésie, marque le point de basculement entre la période d'installation et la période de déploiement du paradigme technico-économique, entre une prospérité factice et bouillonnante et une prospérité plus stable, qui met en synergie le potentiel des technologies et la transformation de la société. La durée du basculement dépend bien plus des conditions sociopolitiques que de la performance et de la disponibilité des nouvelles technologies.

Ce que nous appelons digitalisation de l'économie n'est donc pas une nouvelle révolution industrielle, mais la transition, difficile et incertaine, entre l'installation et le déploiement du paradigme actuel. Plus de dix ans après la crise de 2008, nous sommes toujours à ce point de basculement, parce que les conditions institutionnelles, politiques et sociales de la transition ne sont pas réunies et que l'euphorie continue à nous aveugler. L'aveuglement provient notamment de l'omniprésence d'un discours sur la « disruption », porté par certains scientifiques (Brynjolfsson et McAfee 2015 ; Ford 2017) et relayé par de nombreux médias. Ce discours s'impose d'autant plus facilement qu'il est difficile de trouver un consensus sur la définition de l'économie digitale ou de la transition digitale.² Les prévisions actuelles en matière d'impacts de la digitalisation sur l'emploi oscillent également entre des perspectives très contrastées. Elles rappellent en cela les travaux débutés dans les années 1980 autour de l'analyse des liens entre informatisation, emploi et travail.

LES EFFETS DE LA DIGITALISATION SUR L'EMPLOI

Le spectre des estimations actuelles des impacts de la digitalisation sur l'emploi est très large : au pire, environ 50% des emplois seraient fortement menacés d'ici quinze à vingt ans (Frey et Osborne 2013) ; au mieux, environ 10% des emplois seraient menacés mais la moitié des emplois existants seraient profondément transformés, sans pour autant disparaître (Arntz, Gregory et Zierahn 2016). D'autres études récentes se situent entre ces deux extrêmes mais loin des estimations les plus pessimistes (voir tableau 1 en fin d'article). Cet écart important s'explique par des divergences profondes dans l'analyse de la relation entre la technologie et les transformations du travail, ainsi que dans les représentations du contenu du travail et de la nature des métiers (Le Ru 2016 ; Valenduc et Vendramin 2019).

L'étude réalisée par Frey et Osborne à l'Université d'Oxford privilégie deux domaines technologiques : les machines apprenantes et la robotique mobile. Elle repose sur des avis d'experts en robotique et en intelligence artificielle concernant le potentiel de substitution du travail humain par ces machines. Elle s'appuie sur le système de description des professions en vigueur aux USA. Elle part de l'hypothèse que les performances exponentiellement croissantes des technologies digitales laissent entrevoir, à un horizon d'une ou deux décennies, la possibilité d'informatiser et de robotiser non seulement des tâches routinières, manuelles ou intellectuelles, mais aussi des tâches non routinières, comportant une dimension cognitive importante ou une dimension intuitive. Toutefois, les possibilités techniques de substitution sont limitées par ce que les auteurs appellent les « goulots d'étranglement de l'ingénierie », qui sont les tâches pour lesquelles la technologie n'est pas (encore) assez compétitive par rapport à l'être humain. Ils identifient trois types de goulots d'étranglement : les tâches de perception et

² Sur la question de la caractérisation de l'économie digitale et de sa dimension sociale, voir notamment, parmi les travaux de l'Institut syndical européen, Valenduc et Vendramin (2016 : 7-18) et Degryse (2016 : 7-16).

de manipulation non structurées ou peu prévisibles, dans des environnements singuliers, exigus ou désordonnés ; les tâches d'intelligence créative, où les robots enrichissent la créativité humaine sans s'y substituer ; les tâches d'intelligence sociale : tâches relationnelles ou émotionnelles, de négociation, de persuasion, de soins personnels, de conversation non codifiable. Les chercheurs calculent une probabilité de substitution du travail humain par la machine, en tenant compte, dans chaque métier, de la proportion de tâches substituables ou non substituables. Les tâches non substituables sont celles pour lesquelles il existe au moins un des trois goulots d'étranglement de l'ingénierie. Plus un métier comporte de tâches substituables, plus sa probabilité de disparition est élevée. L'étude de Frey et Osborne a eu un large retentissement dans les médias et elle a été répliquée dans plusieurs pays d'Europe par divers bureaux de consultants (Bruegel, Roland Berger, Deloitte, ING), sans changer la méthodologie ni les hypothèses.

Quelle vision du travail se dégage de cette étude ? Les métiers sont définis par un assemblage de tâches, semblable dans tous les emplois, et ce sont essentiellement les technologies et leurs « goulots d'étranglement » qui déterminent le potentiel d'automatisation de ces tâches. Il s'agit d'une conception assez simpliste du travail. En effet, une tâche ne peut être définie que par rapport à une organisation collective, à des modalités de spécialisation ou de polyvalence qui peuvent varier considérablement d'une entreprise à l'autre. Un métier ne se définit pas seulement par un assemblage de tâches, mais aussi par un positionnement dans une organisation, par des compétences acquises dans la formation et par l'expérience, par une trajectoire ou une carrière, par l'appartenance à un collectif de travail ou un groupe professionnel. L'organisation du travail est aussi le fruit de rapports de forces entre acteurs, de négociations et de compromis.

En se démarquant de cette approche, une étude réalisée pour l'OCDE (Arntz, Gregory et Zierahn 2016) part du constat que, au sein d'un même métier, l'hétérogénéité du contenu des emplois est très grande et que, d'un emploi à l'autre, le panier de tâches peut présenter de grandes différences. La plupart des métiers comportent des tâches qui ont une probabilité tantôt forte, moyenne ou faible de substitution par des machines intelligentes. Leur assemblage varie d'un emploi à l'autre, selon les choix effectués par les employeurs en matière d'organisation du travail, de gestion des compétences, de stratégie d'innovation. De plus, les salariés eux-mêmes ont une certaine intuition de l'évolution technologique et ils tendent à privilégier, dans leur panier de tâches, celles qui entrent le moins en compétition avec les performances des machines intelligentes. L'étude utilise les mêmes sources que Frey et Osborne pour évaluer le potentiel technique de substitution (avis d'experts et goulots d'étranglement) mais elle s'appuie sur la base de données du programme international d'évaluation des compétences des adultes de l'OCDE (PIAAC-2012) pour identifier, au niveau individuel, la variété des tâches au sein des emplois. En d'autres termes, ce ne sont pas des catégories de métiers entières qui sont plus ou moins exposées mais certains emplois à l'intérieur de ces catégories de métiers. L'écart dans les prévisions est très important selon que l'on considère les métiers comme homogènes (Frey et Osborne) ou hétérogènes (Arntz, Gregory et Zierahn 2016) : 47% d'emplois à haut risque aux États-Unis dans la première approche, 9% dans la seconde.

Dans la vision du travail sur laquelle repose cette étude, les aspects qualitatifs de la définition des métiers sont pris en compte mais, dans les calculs, tous ces aspects sont « fondus » dans la notion d'hétérogénéité des emplois au sein des professions. Le déterminisme technologique des avis d'experts en robotique et intelligence artificielle et des goulots d'étranglement de l'ingénierie reste bien présent. Pour les auteurs, le défi majeur n'est pas tant la disparition des emplois mais surtout la transformation de ceux-ci. Dans la plupart des métiers, plus de la moitié des emplois connaîtront des changements importants dans les compétences requises, l'organisation du travail et l'articulation entre les tâches réalisées respectivement par les humains et les machines.

Une autre étude réalisée deux ans plus tard pour l'OCDE (Nedelkoska et Quintini 2018) développe cette approche basée sur l'hétérogénéité des emplois dans un même métier, en calculant plus finement la correspondance entre les goulots d'étranglement de l'ingénierie et les compétences des travailleurs évaluées dans le programme PIAAC. Elle désagrége les résultats de manière plus détaillée au niveau des secteurs d'activité et des niveaux de formation. Les résultats indiquent une proportion d'emplois fortement menacés supérieure à l'étude précédente dans la plupart des pays mais du même ordre de grandeur (tableau 1). Dans l'explication des écarts entre pays, les auteures mettent en évidence la prépondérance de la variété des tâches et des formes d'organisation du travail, bien plus que les différences de structure des secteurs d'activité. Elles notent également que les emplois les plus exposés à la substitution par des machines sont aussi ceux où les travailleurs ont le moins accès à la formation professionnelle continue. Enfin, alors que les vagues technologiques précédentes avaient entraîné une polarisation des emplois (Autor 2015 ; ESPAS 2018), en renforçant à la fois les plus qualifiés et les moins qualifiés, au détriment des qualifications intermédiaires, la digitalisation pourrait s'avérer favorable à celles-ci, parce qu'on y rencontre des profils de compétences très diversifiés, où la proportion de tâches relationnelles, organisationnelles ou émotionnelles a significativement augmenté suite à une informatisation déjà intensive.

Les compétences des travailleurs sont également au centre d'une approche très différente des trois études commentées ci-dessus, qui a été développée par le Mc Kinsey Global Institute (MGI 2017). Ce rapport évalue le niveau de mise en œuvre, dans les situations de travail, de 18 capacités critiques, classées en cinq groupes : la perception sensorielle, les capacités cognitives, le traitement du langage naturel, les capacités sociales et émotionnelles, les capacités physiques. Les niveaux de performance respectifs des humains et des technologies intelligentes « actuellement éprouvées » sont comparés dans 2000 activités de travail rencontrées dans 800 métiers, dans tous les secteurs économiques. Ces activités sont regroupées en sept catégories : gestion, expertise, interface, collecte de données, traitement de données, activités physiques prévisibles ou imprévisibles. Le temps consacré aux différentes catégories d'activités est également évalué. Ceci permet de déterminer un potentiel technique d'automatisation et relier celui-ci au niveau de salaire horaire moyen dans chaque métier. L'analyse est construite sur les statistiques du travail des États-Unis, puis extrapolée à 45 autres pays qui représentent 80% de la main-d'œuvre mondiale. Les résultats indiquent que, si moins de 5% des métiers sont composés d'activités totalement automatisables, 26% des métiers comportent 70% d'activités automatisables et 60% des métiers comportent 30% d'activités automatisables. Cependant, la réalisation effective de ce potentiel technique d'automatisation dépend de nombreux autres facteurs : la faisabilité technique dans les entreprises, les coûts de déploiement pratique des solutions, le rapport entre les coûts et les salaires, le degré de mobilité et la disponibilité des qualifications sur le marché du travail, les bénéfices financiers autres que ceux de la substitution du travail par du capital.

La vision du travail qui se dégage de cette étude est marquée par une analyse détaillée des modalités de compétition entre les humains et les machines, au niveau des compétences théoriquement mises en œuvre dans les situations de travail – avec cette restriction que, tout comme dans l'étude de Frey et Osborne, la description des activités de travail repose sur les formes d'organisation des entreprises aux USA. La compétition se joue non seulement sur les performances mais aussi sur les coûts.

Peut-on aborder de manière moins abstraite la question des situations de travail, en s'intéressant à l'expérience des salariés ? C'est ce que propose, au niveau de la France, un rapport du Conseil d'orientation pour l'emploi (COE 2017), précédé par une étude de France Stratégie (Le Ru 2016). Les auteurs constatent d'abord que, malgré plusieurs décennies d'informatisation, il n'y a pas moins d'emplois (Autor 2015). Les métiers qui demandent des capacités de flexibilité des tâches, d'adaptabilité, de résolution de problèmes et d'interactions sociales sont en expansion (+44% de 1998 à

2013) et ces métiers sont relativement préservés de la substitution par les machines car les performances de la technologie et les capacités humaines se complètent et se renforcent mutuellement. En revanche, les métiers qui ne répondent à aucun de ces quatre critères sont déjà en régression (-9%) et ils sont davantage exposés à la nouvelle vague de digitalisation. L'enquête septennale sur les conditions de travail, dont la dernière vague date de 2013, permet d'identifier dans quelle mesure les emplois français répondent ou non à ces quatre critères. Un indice du potentiel d'automatisation a ainsi été construit (COE 2017, p. 87-91). Il ne s'agit pas d'une probabilité d'exposition au risque mais d'un indice construit à partir des déclarations des répondants à l'enquête. La proportion des emplois ayant un indice supérieur ou égal à 0.7 (à comparer avec la probabilité de 70% dans les travaux de Frey et Osborne et de l'OCDE) est d'un peu moins de 10%.

Dans cette approche, ce ne sont pas les performances de la technologie qui déterminent le degré d'exposition à l'automatisation, mais le contenu des emplois et l'organisation du travail. Le rapport du COE confirme également que, comme le supposent les deux études réalisées pour l'OCDE, les travailleurs ont tendance à recentrer leur métier sur des tâches moins exposées à l'automatisation.

Une approche comparable a été développée en Allemagne, en se basant non pas sur les conditions de travail mais sur les besoins de formation professionnelle continue (Dengler et Matthes 2015). Les auteures ont enquêté auprès d'experts et de praticiens en matière d'orientation et de formation, dans diverses institutions et à différents niveaux de qualification. Cette enquête a permis d'estimer la proportion de tâches répétitives ou fortement prévisibles, donc exposées à l'automatisation, dans les différentes catégories de métiers. Comme, en Allemagne, les profils des métiers sont largement déterminés par le système de conventions collectives et par les accords négociés en matière de formation professionnelle, les métiers sont supposés homogènes du point de vue des tâches qui les composent. Les résultats sont du même ordre de grandeur que ceux de Arntz, Gregory et Zierahn : 14% d'emplois salariés fortement menacés par l'automatisation.

Hormis une interprétation littérale des estimations de Frey et Osborne, rien n'annonce donc la disparition massive d'emplois mais tout laisse présager des transformations importantes des métiers et des emplois. Est-ce vraiment nouveau ? Quand on passe en revue les résultats des recherches sur les relations entre travail et technologie effectuées depuis le début des années 1980 (Valenduc et Vendramin 2016 : 26-29), on constate que la perspective du remplacement de l'humain par la machine a ressurgi à plusieurs reprises pour s'estomper peu après.

LES LEÇONS DU PASSÉ

La recherche concernant les effets de l'informatisation sur l'emploi a connu une première phase d'activité intensive au début des années 1980, à une époque où la montée du chômage consécutive aux chocs pétroliers de 1973 et 1974 coïncidait avec la commercialisation des premiers ordinateurs personnels et l'incorporation des microprocesseurs dans les installations industrielles automatisées.

Une étude fondatrice a été publiée en France en 1981, sous la direction de l'économiste Olivier Pastré et dans la ligne des analyses de la crise du fordisme produites par l'école de la régulation (Pastré et *al.* 1981). Elle constitue une rupture avec l'approche classique de la théorie du déversement, due à Alfred Sauvy (1980). La nouveauté réside dans l'approche méso-économique du lien entre technologie et emploi, c'est-à-dire à un niveau intermédiaire entre macro et micro-économique et les branches d'activité, les filières industrielles, les systèmes régionaux d'innovation. Les auteurs distinguent quelques grandes familles d'innovations technologiques et étudient quelles branches d'activité seront concernées et à quel degré, quelles sont les qualifications menacées ou renforcées, quels sont les impacts prévisibles sur l'emploi en France. Selon leurs estimations, les effets directs sur l'emploi sont globalement négatifs ; un effet positif ne peut être attendu que d'effets indirects, c'est-à-dire de la

création de nouvelles activités économiques basées sur les nouvelles technologies. Avec le recul du temps, les estimations de Pastré et autres se sont avérées pertinentes, quoique trop pessimistes, pour les branches industrielles mais largement erronées pour les services privés et publics. La principale critique adressée à la méthode d'estimation mise au point par ces auteurs réside dans l'établissement d'un lien de causalité directe entre, d'une part, le potentiel des technologies, et d'autre part, les effets sur les qualifications et l'emploi. On peut répéter cette même critique à l'égard de l'étude de Frey et Osborne (2013), trente ans plus tard. En revanche, l'intérêt d'une approche méso-économique du changement technologique a été confirmé par de nombreuses études ultérieures.

La distinction entre les effets de l'informatisation sur l'emploi dans les industries et dans les services va se renforcer au fil des années 1980. Selon un bilan des recherches dressé par l'OCDE (Brainard et Fullgrabe 1986), trois conclusions peuvent être tirées. D'abord, de nombreuses recherches surestiment le rythme de diffusion des nouvelles technologies ainsi que leur degré d'efficacité productive, tout en sous-estimant les contraintes organisationnelles et sociales qui freinent ou atténuent leurs effets. Ensuite, les effets réels de l'informatisation sur l'emploi tendront à rester faibles en comparaison avec d'autres facteurs, tels que les fluctuations de la croissance et l'évolution du commerce mondial. Enfin, les impacts les plus importants ne portent pas tant sur le volume de l'emploi, mais plutôt sur le changement de la structure de l'emploi. L'informatisation crée des emplois dans certaines branches et professions, elle en supprime dans d'autres, de manière non uniforme d'une région ou d'un pays à l'autre. Ces conclusions ont été confirmées à l'issue d'une étude plus approfondie réalisée dix ans plus tard, toujours sous l'égide de l'OCDE (Soete 1996). Elles sont toujours pertinentes par rapport aux études actuelles.

Au cours des années 1990, la question des effets de l'informatisation sur l'emploi a été peu à peu délaissée au profit de recherches sur les changements organisationnels qui accompagnent la diffusion des technologies de l'information et de la communication, notamment la flexibilité, l'évolution des compétences, l'intensification du travail, les restructurations (Freeman & Soete 1994). Il faut attendre l'engouement pour la « nouvelle économie » au tournant de l'an 2000 pour voir se développer une nouvelle vague de recherches sur l'informatisation et l'emploi. À cette époque, c'est la diffusion accélérée d'internet dans les entreprises qui est la grande nouveauté technologique. Le lien entre technologie et emploi n'est plus direct, c'est un lien entre l'Internet et la croissance qui s'établit. Il survivra difficilement aux conséquences de la crise économique et financière de 2008.

En 2007-2009, une recherche interdisciplinaire visant à dresser un bilan des connaissances sur les impacts sociaux des technologies numériques est réalisée pour la Commission européenne (Nett et al. 2010). Concernant le travail et l'emploi, ce rapport prend ses distances par rapport aux approches déterministes antérieures et considère plutôt les technologies numériques comme un « amplificateur de tendances ». Il souligne que les effets positifs des investissements technologiques sur la productivité ne se produisent que si ces investissements sont accompagnés de changements organisationnels effectifs, en particulier en matière de participation des travailleurs, de décentralisation des responsabilités et d'autonomie dans le travail. Les stratégies de rationalisation amplifiées par le numérique peuvent couvrir un large spectre, allant d'une automatisation qui ne vise qu'à réduire les coûts jusqu'à des formes innovantes de création de valeur grâce à une meilleure mobilisation des compétences de la main-d'œuvre. Parmi les tendances ainsi amplifiées, le rapport souligne notamment le développement du travail virtuel et de nouvelles formes d'emploi, s'appuyant sur le travail en réseau et la multiplication des plateformes collaboratives.

C'est également dans les années 2000 que se ravive la controverse sur le lien entre le développement des technologies digitales et l'augmentation de la productivité (Greenan et L'Horty 2002 ; Askénazy et Gianella 2002). Ce lien avait été mis en cause dès 1987 par l'économiste américain

Robert Solow et sa célèbre formule, connue sous le nom de paradoxe de Solow : « On voit des ordinateurs partout, sauf dans les statistiques de productivité ». Aujourd'hui, la controverse repose sur le constat d'un écart énorme entre les performances productives attribuées aux technologies digitales, considérées isolément, et la mesure effective des gains de productivité qu'elles entraîneraient. Rappelons que la productivité est un agrégat macroéconomique qui se mesure en valeur, et non pas en gigabits, et qui se calcule au niveau de l'ensemble de l'économie, et non pas d'une innovation particulière. Contrairement à des vagues antérieures d'innovation technologique, le lien entre la digitalisation et l'augmentation de la productivité est controversé (Valenduc et Vendramin 2016 :15-17). Au cours des vingt dernières années, les gains de productivité ont été très modestes dans les pays de l'OCDE, malgré des investissements importants dans l'innovation. Plusieurs explications peuvent être avancées. Le décalage dans le temps entre le début de la mise en œuvre des innovations et le moment où elles atteignent leur régime optimal d'efficacité est largement sous-estimé par les concepteurs des technologies, de même que l'importance des changements organisationnels à mettre en œuvre dans les entreprises. Il se peut aussi que les méthodes actuelles de mesure de la productivité soient mal adaptées à une économie de plus en plus immatérielle et aux nouveaux modèles d'affaires, comme l'économie des plateformes. Par ailleurs, la littérature sur la révolution digitale entretient une confusion entre l'efficacité productive, sous l'angle de la performance, et la productivité, sous l'angle économique. En tout état de cause, l'ampleur des gains de productivité à attendre de la nouvelle génération de technologies digitales reste toujours incertaine (Soete 2018).

Aujourd'hui, l'approche évolutionniste nous apprend que, plutôt que de remplacer le travail, la digitalisation déplace les emplois : non seulement entre les maillons successifs des chaînes de valeur, mais aussi entre les métiers et entre les différents statuts du travail. Ce qui est en jeu, c'est l'érosion de la relation d'emploi construite lors du paradigme antérieur.

L'ÉROSION DE LA RELATION D'EMPLOI TRADITIONNELLE

Davantage qu'à une substitution massive des emplois par des machines intelligentes, matérielles ou virtuelles, c'est à la transformation des formes d'emploi que nous assistons, avec des enjeux sociaux importants qui y sont liés. La technologie contribue à déplacer le travail bien plus qu'à le remplacer. Dans un contexte de mondialisation croissante, elle favorise les déplacements d'emplois entre les maillons successifs des chaînes de valeur, aussi bien à l'échelle européenne qu'à l'échelle mondiale. Dans les espaces économiques nationaux ou régionaux, cette restructuration des chaînes de valeur s'est traduite par une modification des poids respectifs des secteurs d'activité. Les emplois se sont également déplacés entre catégories de métiers, creusant l'écart entre les plus qualifiés et les moins qualifiés (ESPAS 2018). D'autres déplacements se sont produits entre les différents statuts du travail et de l'emploi, entre la stabilité et l'instabilité, la sécurité et la précarité.

Alors que les études mentionnées précédemment et résumées dans le tableau 1 privilégient les changements liés aux machines intelligentes, matérielles ou virtuelles, plusieurs nouvelles formes de travail reposent sur une autre tendance dans le développement de l'économie numérique : l'expansion des plateformes en ligne. Celles-ci reposent sur un nouveau modèle d'affaires, celui des marchés à deux versants (Wauthy 2008). Elles sont au cœur des débats sur le capitalisme de plateforme et l'économie collaborative. Le modèle d'affaires des plateformes s'est étendu au fonctionnement du marché du travail, redonnant une nouvelle vie au principe des bourses du travail et du travail « à la criée ». On peut distinguer différentes formes de travail pour des plateformes, selon que celles-ci soient ouvertes à la multitude (*crowd working*) ou qu'elles reposent sur une flexibilité exacerbée de la relation d'emploi, sous la forme de travail à la demande ou travail sur appel géré et organisé via des plateformes (De Stefano 2016).

Ces tendances ont un impact sur le fonctionnement du marché du travail. D'une part, elles favorisent le développement d'une économie des petits boulots (*gig economy*), occasionnels, faiblement rémunérés et ne bénéficiant que de peu ou pas de protection sociale (De Stefano 2016 ; Casilli 2019). D'autre part, elles renforcent une tendance à l'affaiblissement de la relation d'emploi : expansion de l'emploi indépendant économiquement dépendant, des formes "triangulaires" de subordination (travail pour une agence, travail en détachement chez des tiers), des statuts intermédiaires entre le salariat et le travail indépendant, qui existent notamment en Espagne, en Italie, en France. L'analyse des impacts de la digitalisation de l'économie ne peut donc pas se limiter aux effets de substitution du travail humain par des machines intelligentes. Elle doit aussi prendre en compte les effets de substitution des emplois standard par un éventail de plus en plus large de nouvelles formes d'emploi, qui s'écartent du modèle du salariat (Eichhorz et al. 2016), ainsi que les évolutions de la signification du travail et de la place du travail dans la société. Le travail ne peut pas être réduit à un assemblage de tâches plus ou moins remplaçables par des machines. Il reste une valeur constitutive de la société actuelle et le principal support à l'identité sociale. Si le travail revêt une finalité instrumentale, dans le sens où il est recherché pour la sécurité d'existence et l'accès aux droits et protections qu'il assure, il est aussi recherché pour le développement ou l'affirmation de soi, de même que pour la reconnaissance qu'il procure (Méda et Vendramin 2013).

Tous ces développements mettent à l'épreuve les fondements de la relation d'emploi. La notion de lieu de travail est remise en question, de même que la signification et la mesure du temps de travail. La formation des salaires est mise en cause par les pratiques en vigueur dans l'économie de plateforme. Les liens de subordination deviennent plus flous. La représentation collective et la négociation sociale doivent s'élargir vers de nouvelles formes d'organisation de la solidarité dans des univers professionnels de plus en plus diversifiés et dispersés. Tout ceci contribue à une érosion de la relation salariale et des protections qui lui sont associées (Serrano Pascual et Jepsen 2019).

La qualification de ce que désigne le travail dans une économie digitalisée où les nouvelles formes d'activités se multiplient, en particulier au départ de plateformes et de réseaux, questionne également les concepts d'emploi, de travail et d'activité. En période de chômage élevé, le concept de pleine activité tend à se substituer à celui de plein emploi qui semble inatteignable (Harribey 1998). Il s'agit alors de favoriser des occasions d'activité plutôt que de donner un emploi rémunéré. C'est un risque que les opportunités ouvertes par la digitalisation peuvent renforcer (European Commission 2019).

CONCLUSION

L'approche évolutionniste permet de caractériser la période actuelle de « transition digitale » non pas comme une nouvelle révolution technologique, mais comme le point de basculement entre la phase d'instauration et la phase de déploiement du paradigme technico-économique basé sur l'information numérisée et les réseaux, né dans les années 1980. Le déploiement de ce paradigme est conditionné par la mise en place de transformations significatives dans la société, notamment dans l'organisation du travail et le marché du travail ; il doit conduire à une nouvelle ère de prospérité partagée, comparable à la période 1945-1975 dans les pays développés. L'ampleur de ces transformations devrait être semblable à ce qui a été mis en place lors de la phase de déploiement du paradigme technico-économique précédent, après 1945. C'est de cette époque que datent les modèles actuels de protection sociale, de relations sociales et d'emploi salarié. Les études récentes qui évaluent les impacts futurs de la digitalisation sur l'emploi se réfèrent essentiellement au modèle de relation d'emploi construit lors du paradigme précédent. Cependant, la digitalisation contribue à l'érosion de ce modèle en favorisant la multiplication de nouvelles formes d'emploi qui affaiblissent les protections

sociales et les droits sociaux, qui renforcent souvent la précarité ou l'incertitude et qui reposent sur une vision à court terme du travail et de l'emploi.

Les nouvelles formes d'emploi ne fournissent manifestement pas la clé des transformations du travail et de l'emploi nécessaires à une nouvelle phase de « prospérité digitale », qui devrait être comparable *mutatis mutandis* à la « prospérité fordiste » du paradigme précédent mais qui devrait aussi être plus inclusive sur le plan social et plus soutenable sur le plan écologique. Plusieurs pistes sont à explorer : un temps de travail réduit, afin de « travailler moins pour vivre mieux » ; la portabilité et la continuité des droits sociaux tout au long de trajectoires professionnelles discontinues, alternant ou combinant diverses formes d'emploi ; une conception des parcours professionnels qui intègre la formation continue, sans en faire porter tout le poids et toute la responsabilité sur les individus ; des formes d'organisation du travail qui redonnent du sens au travail et répondent aux aspirations des nouvelles générations de travailleurs ; le soutien à des activités économiques qui exploitent de manière créative le potentiel des technologies intelligentes, à la fois dans des produits et services innovants et dans une réponse plus efficiente à des besoins collectifs mal couverts aujourd'hui. Ces pistes sont complémentaires et devraient être mises en synergie ; elles visent à ouvrir le débat sur la place et le rôle de l'emploi et du travail dans une société façonnée, mais pas déterminée, par la digitalisation.

Tableau 1 - Visions du lien entre technologie et travail dans les prévisions des effets de la digitalisation sur l'emploi, à un horizon d'une ou deux décades					
Auteurs	Méthode d'estimation du potentiel de substitution par des machines	Niveau d'analyse des changements dans le travail	Critères de définition de la menace	Sources des données	Principaux résultats
Frey & Osborne (2013)	Avis d'experts en IA et robotique sur les tâches substituables par des robots et les goulots d'étranglement de l'ingénierie.	<u>Métiers</u> . Les tâches réalisées à l'intérieur des métiers sont supposées homogènes.	Probabilité de substitution du métier $\geq 70\%$.	Classification des professions SOC du BLS (Bureau of Labor Statistics, USA) + description des tâches O*Net	USA : 47% des emplois menacés de substitution.
Arntz, Gregory, Zierahn (OECD, 2016)	Avis d'experts et goulots d'étranglement selon Frey & Osborne.	<u>Emplois</u> dans les différents métiers. Dans un même métier, les emplois ont un contenu hétérogène, mélangeant des tâches très ou peu substituables.	Probabilité de substitution des emplois $\geq 70\%$.	Transposition de la classification SOC vers ISCO. Compétences individuelles des travailleurs selon les données PIAAC (21 pays OCDE).	USA : 9% des emplois menacés de substitution OCDE : 9% (de 6% en Corée à 12% en Allemagne).
Nedelkoska & Quintini (OECD, 2018)	Goulots d'étranglement selon Frey & Osborne. Estimation de la correspondance entre les goulots d'étranglement et les compétences des travailleurs selon PIAAC (OCDE).	<u>Emplois</u> . Idem Arntz & al., avec un éventail plus large d'emplois. Analyse plus détaillée au niveau des secteurs, des métiers et des niveaux de formation.	Probabilité de substitution des emplois $\geq 70\%$.	Idem Arntz & al., avec les données PIAAC de 32 pays.	USA : 10% des emplois menacés de substitution. OCDE : 14% (de 6% en Norvège à 33% en Slovaquie).
McKinsey Global Institute (2017)	Évaluation de 18 "capacités critiques" mises en œuvre par les salariés dans leurs activités de travail (2000 activités dans 800 métiers).	<u>Activités de travail</u> . Contenu des métiers selon le potentiel technique d'automatisation des activités qui les composent.	Seuils dans le potentiel technique d'automatisation des métiers.	Bureau of Labor Statistics, USA. Extrapolation à 45 autres pays.	Seuil de 70% : 26% des métiers. Seuil de 30% : 60% des métiers.
Conseil d'orientation pour l'emploi (FR) (2017)	Indice d'automatisation construit sur les caractéristiques du travail décrites par les salariés : degré de routine, flexibilité, adaptabilité, résolution de problèmes, interactions sociales.	<u>Salariés</u> (au niveau individuel). Regroupements par secteur et par catégorie de métiers.	Indice d'automatisation ≥ 0.7 .	8 questions de l'enquête DARES sur les conditions de travail des salariés (FR).	FR : 10% d'emplois fortement menacés.
Dengler & Matthes (DE) (2015)	Avis d'experts en orientation et formation professionnelle. Proportion de tâches routinières ou non dans chaque métier.	<u>Métiers</u> . Au niveau national, les tâches sont supposées homogènes d'un emploi à l'autre dans un même métier.	Métiers avec proportion de tâches substituables $\geq 70\%$	Base de données sur les métiers de l'Agence fédérale de l'emploi (DE).	DE : 14% d'emplois salariés fortement menacés.
Source : Valenduc et Vendramin 2019, p. 7.					

Bibliographie

- Arena, R. and Lazaric, N. (2003), « La théorie évolutionniste du changement économique de Nelson et Winter ». *Revue économique* 2003/2, vol. 54, Presses de Sciences Po, pp. 329-354.
- Arntz, M., Gregory, T. and Zierhan, U. (2016), “The risk of automation for jobs in OECD countries: a comparative analysis”, *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*, n° 189, OECD Publishing: Paris.
- Askénazy, P., Gianella, C. (2000), « Le paradoxe de la productivité : les changements organisationnels, facteur complémentaire à l’informatisation », *Économie et statistique*, n°339-340, 219-242.
- Autor, D.H. (2015), “Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation”, *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), pp. 3-30.
- Boyer, R. (2002), *La croissance, début de siècle – de l’octet au gène*, Albin Michel : Paris.
- Brainard, R. and Fullgrabe, K. (1986), Technology and employment, in Science, technology and industry review (1), OECD: Paris.
- Brynjolfsson, E. et McAfee, A. (2015), *Le deuxième âge de la machine. Travail et prospérité à l’heure de la révolution technologique*, Odile Jacob : Paris.
- Casilli, A. (2019), *En attendant les robots*, Seuil : Paris.
- COE (2017), *Automatisation, numérisation et emploi*. Tome 1 : les impacts sur le volume, la structure et la localisation de l’emploi, Conseil d’orientation pour l’emploi : Paris.
- De Stefano, V. (2016), *The rise of the “just-in-time” workforce: on-demand work, crowd work and labour protection in the gig-economy*, ILO Conditions of Work and Employment Series n°7, International Labour Office: Geneva.
- Degryse, C. (2016), *Digitalisation de l’économie : quel impact sur les marchés du travail ?*, Working Paper 2016.2, European Trade Union Institute : Bruxelles.
- Dengler, K. and Matthes, B. (2015), *Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt. Substituierbarkeitspotenziale von Berufen in Deutschland*, IAB Forschungsbericht 11/2015.
- Eichhorz, W., Hinte ,H., Rinne, U. and Tobsch ,V. (2016), “How big is the gig? Assessing the preliminary evidence on the effects of digitalization on the labour market”, *IZA Policy Papers Series*, n°117, Institut zur Zukunft der Arbeit: Bonn.
- ESPAS (2018), *Global trends to 2030: the future of work and workplaces*, European Strategy and Policy Analysis System.
- European Commission (2019), *The impact of digital transformation on EU labour markets*, Report of the high-level expert group, Publication Office of the European Commission: Luxembourg.
- Ford, M. (2017), *L’avènement des machines. La menace d’un avenir sans emploi*, FYP : Paris.
- Freeman, C. and Louça, F. (2001), *As time goes by: from the industrial revolutions to the information revolution*. Oxford University Press.
- Freeman, C. and Soete, L. (1994), *Work for all or mass unemployment? Computerised technical change into the 21st century*, Pinter Publ.: London.
- Frey, C.B. and Osborne, M.A. (2013), *The future of work: how susceptible are jobs to computerisation?*, Oxford University, Working paper of the Programme on the impacts of future technology.
- Gadrey, J. (2000), *Nouvelle économie, nouveau mythe ?*, Flammarion Essais : Paris.

Greenan, N. et L'Horty, Y. (2002), « Le paradoxe de la productivité », *Travail et emploi*, n°91, La Documentation Française : Paris.

Harribey, J.-M. (1998) « Travail, emploi, activité : essai de clarification de quelques concepts », *Économies et Sociétés*, Série « Économie du travail », A.B., 20(3), pp.5-59.

Le Ru, N. (2016), « L'effet de l'automatisation sur l'emploi : ce qu'on sait et ce qu'on ignore », *Note d'analyse de France Stratégie*, n°49, Commissariat France Stratégie : Paris.

Méda, D. et Vendramin, P. (2013) *Réinventer le travail*, PUF : Paris.

MGI (2017), *A future that works: automation, employment and productivity* (January 2017), *Jobs lost, jobs gained: workforce transitions in a time of automation* (December 2017), McKinsey Global Institute.

Nedelkoska, L. and Quintini G. (2018), "Automation, skills use and training", *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*, n° 202, Paris: OECD Publishing.

Nett, B., Rhode, M., Wulf, V., Van Dijk, J., Kommers, P., Helsper, E., Richer, W., Meyer, E., Cullen, K., Gareis, K. and Stubbe, J. (2010), *Study on the social impact of ICT*, European Commission (SMART2007-0068).

Pastré, O., Meyer, D., Truel, J.M. and Zarader, R. (1981), *Informatisation et emploi, menace ou mutation ?*, La Documentation Française : Paris.

Perez, C. (2004), "Technological revolutions, paradigm shifts and socio-institutional change", in Reiner, E. (Ed.) *Globalization, economic development and inequality: an alternative perspective*, Edward Elgar.

Perez, C. (2010), "Technological revolutions and techno-economic paradigms", *Cambridge Journal of Economics*, vol. 34, pp. 185–202.

Perez, C. (2013), "Unleashing a golden age after the financial collapse: drawing lessons from history". *Environmental Innovations and Societal Transitions*, vol. 6, pp. 9–23.

Perez, C. (2016), "Capitalism, technology and a green global golden age", in Jacobs M. & Mazzucato M. (eds), *Rethinking capitalism – Economics and policy for sustainable and inclusive growth*. Wiley Blackwell : London.

Rosenberg, N. (1994), *Exploring the black box. Technology, economics, and history*, Cambridge University Press.

Sauvy, A. (1980), *La machine et le chômage*, Dunod / Pluriel : Paris.

Serrano Pascual, A. and Jepsen, M. (2019), *The deconstruction of employment as a political question*, Palgrave Mcmillan.

Soete, L. (2018), "Destructive creation: explaining the productivity paradox in the digital age", in Neufeind M., O'Reilly J. and Ranft F., *Work in the digital age*, Rowman & Littlefield: London.

Soete, L. (Ed.) (1996), *Technology, productivity and job creation – analytical report*, OECD: Paris.

Valenduc, G. (2017), « Les relations controversées entre les technologies numériques et l'emploi », *Reflets et perspectives de la vie économique*, 2017/3 (Tome LVI), p. 33-46.

Valenduc, G. (2018), *Révolutions technologiques et transitions dans la société*, Note de prospective ETUI #04, European Trade Union Institute : Bruxelles.

Valenduc, G. and Vendramin, P. (2016), *Le travail dans l'économie digitale : continuités et ruptures*, Working Paper ETUI 2016.3, European Trade Union Institute : Bruxelles.

Valenduc, G. and Vendramin, P. (2019), *La fin du travail n'est pas pour demain*, Note de prospective ETUI #06, European Trade Union Institute : Bruxelles.

Wauthy, X. (2008), « Concurrence et régulation sur les marchés de plateforme : une introduction », *Reflets et perspectives de la vie économique*, XLVII(1), p. 39-54.