

L'ÉCONOMIE MONDIALE 2025 (La Découverte, coll. Repères ; septembre 2024)

**« De la révolution industrielle à l'IA,
ces mutations qui bousculent le travail »**

d'A. Arquié et Th. Grjebine, du CEPII

L'ÉCONOMIE FRANÇAISE 2025 (La Découverte, coll. Repères ; septembre 2024)

**« La mutation industrielle
du système productif »**

d'O. Julien de Pommerol, H. Péléraux et M. Plane, de l'OFCE

ANNEXE, tirée du document sur ce site « La nouvelle économie » (années 2000)

**« La nouvelle économie,
nouvelle révolution industrielle ? »**

I- « De la révolution industrielle à l'IA, ces mutations qui bousculent le travail »

**VI/ De la révolution industrielle à
l'IA, ces mutations qui bousculent
le travail (et sa rémunération)**

Axelle Arquié et Thomas Grjebine¹

Le travail et sa rémunération renvoient fondamentalement à la valeur créée au sein de l'économie et à son partage. La révolution industrielle amorcée au XVIII^e siècle, puis la mondialisation du XX^e siècle ont tour à tour profondément transformé les mécanismes de création de valeur, la nature des emplois disponibles et le partage des fruits de cette création de valeur, de même qu'aujourd'hui l'essor de l'intelligence artificielle (IA) et la transition écologique.

La première révolution industrielle a permis l'augmentation considérable de la création de richesses, condition

nécessaire pour pouvoir mieux rémunérer le travail, mais ce n'est qu'au XX^e siècle, grâce à des institutions adaptées, en particulier le compromis fordiste et l'État-providence, que la répartition de la valeur est devenue plus favorable aux travailleurs. Mais cette répartition plus équitable de la valeur s'est trouvée remise en cause par le ralentissement de la croissance de la fin des années 1970, la recherche de profits conduisant à un déplacement de la production vers des pays à bas salaires et au recours à l'automatisation. Se sont ensuivies une polarisation des marchés du travail et une précarisation des formes d'emplois : l'emploi s'est développé aux deux extrémités de l'échelle des salaires au détriment des niveaux de rémunération intermédiaire et le CDI a laissé place à une myriade de contrats moins stables.

C'est dans ce cadre macroéconomique et institutionnel, qui a vu les classes moyennes se fragiliser, que s'opèrent les mutations d'aujourd'hui, celle de l'IA et celle que constitue la transition écologique. D'un côté, l'IA et l'automatisation promettent une augmentation de la productivité et donc potentiellement des salaires, mais, de l'autre, elles risquent de réduire le nombre de postes disponibles pour les tra-

vailleurs humains. Quant à la transition écologique, elle interroge la possibilité de concilier poursuite de la croissance et décarbonation de nos économies, tandis que les adaptations majeures qu'elle exige vont remodeler les marchés du travail. Ces transformations questionnent la capacité de nos économies à pouvoir durablement créer et répartir équitablement la valeur, mais aussi la pérennité d'une classe moyenne apparue pendant les Trente Glorieuses à la faveur d'un meilleur partage des fruits de la croissance. Sur un marché du travail déjà fortement polarisé, les emplois décents (stables, correctement rémunérés) survivront-ils à ces nouvelles mutations ?

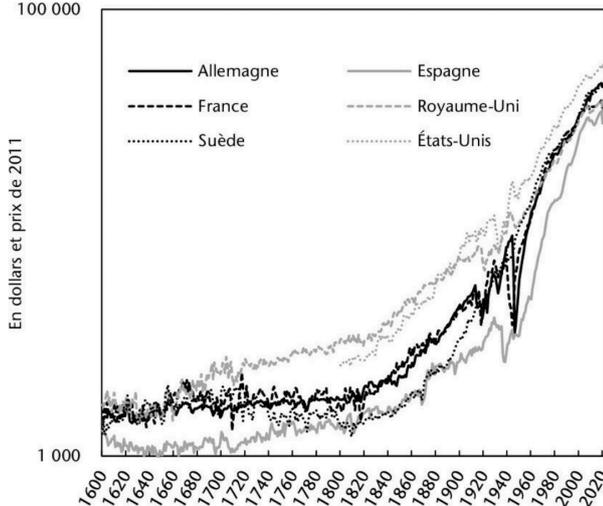
De la création de valeur...

La révolution industrielle, qui s'amorce à la fin du XVIII^e siècle au Royaume-Uni, permet une très forte augmentation de la productivité du travail grâce à des innovations comme la machine à vapeur et le métier à tisser mécanique. Elle marque le début d'un développement économique sans commune mesure avec les époques antérieures. La crois-

sance accélère à partir de 1820 au Royaume-Uni : au cours des deux siècles précédents (1600-1820), la richesse créée par habitant avait doublé (de 1 691 dollars à 3 300), il faudra ensuite moins de soixante-dix ans pour qu'elle double à nouveau (graphique 1).

Cependant, cette nouvelle richesse a mis du temps à se matérialiser pour les travailleurs. Les salaires réels chutent même de 10 % en Angleterre entre 1770 et 1810 [Clark, 2005]. Dans l'emblématique industrie du coton, la première à installer largement des machines dans les usines dès les années 1770, des centaines de milliers de tisserands, qui étaient des artisans qualifiés et bien rémunérés, sont remplacés par un nombre bien moindre de travailleurs utilisant les métiers à tisser mécaniques. Ces derniers reçoivent des salaires plus faibles tout en travaillant dans des conditions dangereuses. La rareté des emplois alternatifs et la difficulté de reconversion font s'effondrer les salaires réels des tisserands manuels, qui baissent de moitié entre 1806 et 1820.

Graphique 1. PIB par habitant
100 000



Note : échelle logarithmique.

Source : Bolt et Van Zanden [2024].

L'idée qu'une forte augmentation de la productivité puisse entraîner une amélioration rapide des niveaux de

vie n'apparaît alors plus si évidente aux économistes de l'époque. David Ricardo, initialement convaincu des bienfaits de ces nouvelles machines et des gains de productivité en résultant, déclare à la Chambre des communes en 1819 : « Les machines n'ont pas réduit la demande de travail. » Mais, deux ans plus tard, une fois membre de la Commission sur les pauvres, il change d'analyse après avoir constaté les effets négatifs des métiers à tisser mécaniques sur la demande de main-d'œuvre : « Si la machinerie pouvait faire tout le travail que la main-d'œuvre fait actuellement, il n'y aurait pas de demande de main-d'œuvre. »

Outre la baisse des salaires pour de nombreux travailleurs, les conditions de vie et de travail des emplois offerts au sein de ces nouveaux bastions industriels sont épouvantables dans les années 1820-1830. Les travailleurs sont contraints, faute de sources de revenus alternatives viables, de travailler de longues heures dans des conditions malsaines, tout en vivant dans des villes surpeuplées et insalubres. Le rapport de force leur est très défavorable : en quittant leurs métiers traditionnels ou leurs activités agricoles pour travailler à l'usine, les travailleurs sont deve-

non économiquement dépendants de leurs employeurs. Une dépendance qui limite leur pouvoir de négociation et augmente leur vulnérabilité face aux décisions des employeurs.

Comme le soulignent Daron Acemoglu et Simon Johnson [2024], même les développements technologiques favorables à la main-d'œuvre ne suffisent pas à garantir que les travailleurs en bénéficieront ; des institutions appropriées sont nécessaires pour assurer un partage plus juste de la valeur créée. Lorsque les travailleurs n'ont pas la capacité de négocier collectivement et que le pouvoir politique est entre les mains d'une élite, les salaires et les conditions de travail peuvent ne pas s'améliorer. Moins de 10 % de la population masculine adulte britannique était autorisée à voter avant 1832 et les lois de l'époque empêchaient les travailleurs de se regrouper sous forme de syndicats. Privés de voix politique et du droit de négocier collectivement, les travailleurs britanniques n'ont pas pu bénéficier des gains de productivité réalisés au début de la révolution industrielle.

À partir des années 1850, ces derniers commencent à voir s'améliorer leurs conditions de vie grâce à la croissance économique conjuguée, cette fois, à un essor du mouvement

la chaîne), les employeurs augmentent régulièrement les salaires. Il en résulte un cercle vertueux : des salaires plus élevés augmentent la capacité de dépense des travailleurs, stimulant ainsi la demande pour les produits manufacturés et permettant une croissance économique soutenue.

Ce compromis fordiste n'aurait pas été possible sans le développement de la négociation collective, qui permet un meilleur équilibre des pouvoirs entre les employeurs et les travailleurs. Ainsi, aux États-Unis, le *National Labor Relations Act* de 1935 instaure les droits des travailleurs à s'organiser, à former des syndicats et à négocier collectivement avec leurs employeurs. Les syndicats peuvent désormais négocier des augmentations salariales régulières et des améliorations des conditions de travail. L'émergence des assurances sociales participe également à ce rapport de force plus équilibré, tout en contribuant à maintenir la croissance économique : le *Social Security Act* de 1935 introduit les pensions de vieillesse pour les futurs retraités et les prestations pour les chômeurs, renforçant le pouvoir de négociation des travailleurs.

Le compromis fordiste se généralise après la Seconde

syndical et à des réformes sociales et législatives régulant notamment les heures de travail ou instituant des inspections régulières dans les usines.

... à son partage

Mais ce n'est qu'au xx^e siècle que l'augmentation de la richesse créée bénéficie véritablement aux travailleurs. Le compromis fordiste et le développement des États-providence transforment les sociétés industrielles en assurant une répartition plus équitable de la valeur économique créée grâce à une augmentation des salaires et à l'institution de filets de sécurité sociale.

Le compromis fordiste, dérivé des pratiques industrielles d'Henry Ford, émerge aux États-Unis dans les années 1920. Un accord tacite entre employeurs et travailleurs se forge alors grâce auquel les gains de productivité sont mieux partagés [Aglietta, 1982]. Ce mode de régulation capitaliste repose à la fois sur une production et une consommation de masse. En échange de l'acceptation par les travailleurs de méthodes de production intensives (comme le travail à

Guerre mondiale dans la plupart des pays avancés, les Trente Glorieuses marquant son apogée. Il permet l'essor des classes moyennes (graphique 2) : pendant la première moitié du xx^e siècle, la part des revenus des classes populaires et des classes moyennes augmente dans le total des revenus, avec une hausse particulièrement forte dans l'entre-deux-guerres en France et aux États-Unis. Cet enrichissement d'une partie de la population s'accompagne d'emplois plus stables. En France, les années 1960 marquent l'âge d'or de l'emploi stable, à temps plein, et à forte protection sociale [Marchand et Minni, 2019]. Le modèle dominant est à cette époque celui de la grande entreprise industrielle dans laquelle le salarié réalise l'ensemble de sa carrière.

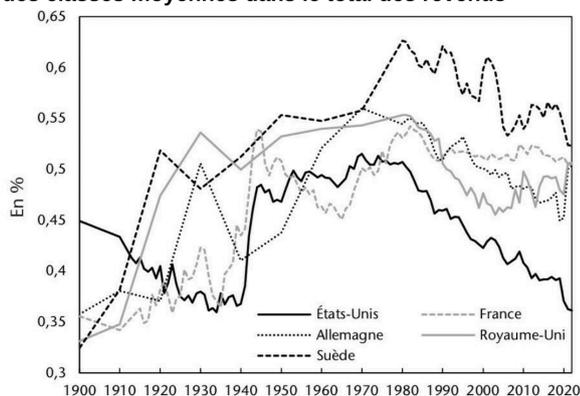
Un modèle qui se fissure : fragmentation du marché du travail et chômage de masse

Dans les années 1970, la croissance ralentit, sous l'effet notamment des chocs pétroliers. Le compromis fordiste des Trente Glorieuses et les institutions liées se délitent progressivement. Les marchés du travail des pays développés se

polarisent : les moins « bons » emplois et les emplois les plus avantageux (en matière de rémunération) deviennent plus nombreux, au détriment des emplois intermédiaires.

Source : World Inequality Database.

Graphique 2. Part des revenus des classes populaires et des classes moyennes dans le total des revenus



Note : part des revenus des 80 % les moins rémunérés dans le total des revenus. Le total des revenus comprend à la fois les revenus du travail (salaires, revenus d'activité non salariée, retraites, allocations chômage) et les revenus du capital (profits, dividendes, intérêts, loyers, plus-value, etc.).

La polarisation signifie-t-elle pour autant une disparition des « classes moyennes » ? Les études ne l'indiquent pas clairement. Andrea Salvatori et Thomas Manfredi [2019] observent une progression, mais peu marquée, de la part des ménages aux revenus intermédiaires (compris entre 75 % et 200 % du salaire médian d'un pays donné), entre 1995 et 2015, dans onze des dix-huit pays de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) de leur échantillon. En France, cette classe moyenne reste quasi stable, avec une hausse de sa part de moins d'un point de pourcentage. Mais la part des travailleurs qualifiés au sein de cette classe moyenne augmente pour ces dix-huit pays de 35 % à 47 %, ce qui signifie un déclassement de ces emplois.

Dans la période qui suit les chocs pétroliers, la plupart des pays de l'OCDE connaissent une forte hausse du chômage. En France, on passe du plein emploi dans les années 1960 avec un taux de chômage frictionnel de 2 % à un chômage de masse : le nombre de chômeurs est multiplié par 10 entre 1960 et 2019 [Marchand et Minni, 2019]. Le taux de chômage atteint 9 % en 1987, dépasse plusieurs

Au Royaume-Uni, cas emblématique, la part dans l'emploi des 10 % des professions les mieux rémunérées et celle des 10 % les moins bien rémunérées augmentent de respectivement 88 % et 17 % entre 1979 et 1999, tandis que celle des emplois intermédiaires décline entre 7 % et près de 40 % selon les déciles [Goos et Manning, 2007]. Les emplois « en or », dont la part s'accroît, sont ceux des secteurs de la finance ou des services aux entreprises, et les moins rémunérés, eux aussi en croissance, ceux des secteurs de l'action sociale et de l'éducation. Ces évolutions, que l'on retrouve dans la plupart des pays européens, traduisent le glissement des économies développées vers les services, au détriment de l'industrie, autrefois pourvoyeuse d'emplois intermédiaires pour la classe moyenne. L'essor des services crée des emplois moins bien rémunérés et plus précaires (restauration, transport, sécurité, nettoyage), à côté d'emplois mieux rémunérés dans la finance ou le conseil notamment, mais qui requièrent des compétences sanctionnées par des diplômes et qui sont donc moins accessibles.

fois les 10 % et ne redescendra plus en dessous de 7,5 %. La menace du chômage affaiblit le pouvoir de négociation des salariés contraints d'accepter de nouvelles formes d'emploi. On assiste à un véritable éclatement de l'emploi à travers une multiplication des statuts à la frontière entre chômage et activité, formant un « halo » autour du chômage. Cette précarisation des emplois fragilise la classe moyenne. Les emplois atypiques, ceux qui « dévient de la norme du contrat à temps plein, à durée indéterminée, avec un employeur unique », se multiplient à travers les emplois temporaires, les contrats à durée déterminée (CDD), l'intérim ou encore les statuts de travailleurs indépendants. Autant de formes d'emplois précaires car moins bien couverts par la réglementation du travail et les régimes de protection sociale.

Commerce international et robotisation : de la recherche de profits à la dégradation du marché du travail

Comment expliquer cette polarisation et cette précarisa-

tion accrues des marchés du travail ? Au-delà de l'impact des chocs pétroliers, la croissance des Trente Glorieuses bute sur les limites de la dynamique capitaliste et notamment la baisse tendancielle du taux de profit, résultant de la saturation des marchés, de la suraccumulation de capital, et de la baisse des rendements des investissements productifs [Aglietta, 1982]. L'épuisement de la croissance mène alors à une recherche de profits sous deux formes principales : le déplacement de la production vers des pays à plus bas salaire et le remplacement de nombreux travailleurs par du capital *via* l'automatisation. Ces deux phénomènes contribuent à la dégradation du marché du travail observée depuis les années 1970.

Autour des années 2000, l'essor du commerce avec la Chine a accéléré le processus de mondialisation. Dans une série d'articles, les économistes David Autor, David Dorn et Gordon Hanson [2021] ont montré que, aux États-Unis, les marchés locaux du travail les plus exposés à la concurrence chinoise sont également ceux où les conditions d'emploi se sont le plus détériorées : chômage plus fort, salaires plus bas, baisse de la population active. Avec également des effets

plus élevé et le marché de l'immobilier le plus en tension. Ainsi, les régions les plus touchées par le choc chinois, aux États-Unis tout particulièrement ou même en France dans une moindre ampleur, n'ont pas vu les travailleurs se déplacer vers des régions plus dynamiques. Au sein même des régions les plus touchées, la mobilité a été faible des secteurs sinistrés vers d'autres secteurs. C'est ce qui explique que les pertes d'emplois dans l'industrie liées au choc chinois se soient presque entièrement converties en baisse du taux d'emploi et donc en pertes nettes. Plus surprenant, les effets, au lieu de se résorber avec le temps, ont subsisté, voire se sont accentués. Aux États-Unis, c'est le cas même après 2012, alors que l'intensité du choc chinois diminue. Les emplois perdus dans l'industrie ne se sont pas transformés en de nouveaux emplois dans d'autres secteurs : même deux décennies plus tard, les ajustements n'ont pas eu lieu [Autor *et al.*, 2021].

Le spectre de l'automatisation – du métier à tisser à l'ordinateur – a toujours fait planer la menace d'une disparition du travail humain, ravivée aujourd'hui par l'irruption de l'IA. Toute innovation technologique redistribue les cartes

sociaux importants : pauvreté, mortalité supérieure liée à la consommation de drogue ou d'alcool. Cet ensemble d'effets délétères liés à l'essor des importations en provenance de Chine a été qualifié de « choc chinois ». L'ampleur de ce choc est à relier à sa forte concentration géographique : les industries les plus vulnérables à l'intensification de la concurrence des pays à bas salaires étaient concentrées dans certaines régions, qui n'ont pas pu rebondir faute d'un tissu productif suffisamment diversifié.

Ces effets défavorables sur l'emploi auraient pu être limités par la mobilité géographique et professionnelle des travailleurs : un ouvrier du textile licencié dans la région lyonnaise aurait pu théoriquement retrouver un emploi dans une usine fabriquant des robots à Toulouse. Avec de tels ajustements, les effets du choc chinois n'auraient été que temporaires. En pratique cependant, la mobilité géographique est limitée dans la plupart des pays avancés. Outre des facteurs culturels, le coût du logement et la difficulté à se loger peuvent constituer un sérieux frein à la mobilité des travailleurs, en particulier parce que les zones les plus productives sont aussi celles où le coût du logement est le

entre travailleurs, en modifiant la demande des entreprises pour certains types de tâches.

Avec le développement des machines, les tâches principales de beaucoup d'ouvriers ont ainsi disparu, impliquant des baisses de salaire ou des suppressions de poste, tandis que les tâches de l'ingénieur, impliqué dans la conception ou la maintenance de ces machines, ont pu s'enrichir et les salaires correspondants augmenter. La technologie a pour effet de remplacer certaines tâches en les automatisant (substitution du capital au travail) et d'en créer de nouvelles pour lesquelles le travail demeure nécessaire et devient plus productif grâce à la nouvelle technologie (complémentarité entre capital et travail). Un équilibre entre ces deux forces antagonistes se réalise si l'automatisation fait baisser le coût du travail suffisamment pour réduire les incitations à davantage d'automatisation et encourager la création de nouvelles tâches, posant alors la question des rémunérations des emplois préservés.

En outre, les innovations créent de nouveaux emplois, comme les informaticiens ou les *data scientists*, apparus avec la capacité des ordinateurs à gérer des bases de données

massives. Aux États-Unis, entre 1980 et 2015, les emplois dont les effectifs ont le plus augmenté sont effectivement ceux qui comportaient de nouvelles fonctions.

Le progrès technique fait-il se fragmenter le marché du travail ? Dans les années 1980 et 1990, la thèse dominante était celle d'un progrès technique biaisé en faveur des plus qualifiés. L'irruption des technologies de l'information et de la communication (TIC) aurait renforcé la polarisation des emplois, les postes les plus susceptibles d'impliquer l'usage d'un ordinateur étant également ceux qui à l'époque requerraient le plus de diplômes. Une analyse plus fine des effets hétérogènes du progrès technique a, par la suite, conduit à penser que ces innovations n'étaient en réalité pas biaisées en faveur des *plus qualifiés* mais des tâches les *moins routinières* [Autor *et al.*, 2003]. Avec l'introduction des ordinateurs et des robots, certains emplois de bureau ou certains métiers manuels répétitifs ont vu leurs effectifs fondre. À l'inverse, de nombreux emplois demandant peu d'expertise et non automatisables se sont développés, notamment dans les services, comme les métiers de la restauration ou du soin. Puisque les tâches non routinières se trouvent en haut

leur demande, qui se traduit *in fine* par une augmentation de la demande de travail pour les emplois non automatisables. Au total, chaque nouveau robot a fait perdre entre 3,3 et 6 emplois selon que l'on considère ou pas les effets de la baisse des prix [Acemoglu et Restrepo, 2020].

L'emploi n'a en tout cas pas disparu. L'exemple des distributeurs automatiques peut même pousser à l'optimisme. Alors que le nombre de distributeurs automatiques a été multiplié par 4 entre 1995 et 2010, le nombre d'emplois de guichetier n'a pas diminué en valeur absolue. Si le nombre de guichetiers par branche a certes été réduit, le nombre de branches a augmenté, en partie grâce à la baisse de coût permise par l'introduction des distributeurs. Et ce métier s'est enrichi, incluant de nouvelles tâches commerciales permises par les TIC [Autor, 2024].

L'émergence de l'IA va-t-elle remettre en cause le travail humain ?

Cependant, l'IA pourrait être d'une nature différente de celle des vagues d'innovations qui l'ont précédée. Celle-ci

et en bas de la distribution des salaires, tandis que les tâches routinières sont plus susceptibles d'appartenir aux catégories intermédiaires (en matière de rémunération), l'arrivée des TIC a contribué à la polarisation des salaires.

Des travaux récents ont cherché à mesurer plus précisément les effets de la robotisation sur l'emploi. Entre 1993 et 2007, le nombre de robots a quadruplé aux États-Unis et en Europe de l'Ouest [Acemoglu et Restrepo, 2020]. Dans les secteurs où l'utilisation de robots a augmenté, la productivité et la valeur ajoutée ont également augmenté, mais cela s'est accompagné d'une baisse de la part des salaires dans la valeur ajoutée et du nombre d'emplois. Entre 1990 et 2007, l'introduction d'un robot pour 1 000 employés a entraîné une diminution de l'emploi de 0,4 point de pourcentage et une baisse des salaires de 0,8 % dans les zones touchées comparées aux zones non touchées par la robotisation. Ces effets négatifs sont presque divisés par 2 si l'on prend en compte les effets sur l'ensemble de l'économie : les gains de productivité engendrés par la robotisation permettent une baisse du prix des produits dans les secteurs concernés et donc une hausse de

désigne des technologies qui permettent de former des prédictions grâce au traitement de données par des méthodes statistiques et algorithmiques, et de prendre des décisions en présence d'incertitude. Grâce aux techniques d'apprentissage (*machine learning*), un algorithme peut accéder au savoir implicite qui permet aux humains d'accomplir certaines tâches. Ces technologies permettent de dépasser le paradoxe énoncé par Michael Polanyi [1966] selon lequel les connaissances humaines dites tacites sont difficilement transférables. Autrement dit, avec l'IA, les tâches non routinières, préservées de la première vague d'automatisation, ne sont désormais plus à l'abri.

L'IA aura en effet des conséquences différentes de celles de l'automatisation, qui affectait essentiellement les métiers aux qualifications intermédiaires : ce sont désormais les emplois dont la composante cognitive est la plus élevée qui sont les plus exposés. Tous les métiers ne seront cependant pas touchés de la même façon, renvoyant encore aux notions de substituabilité et de complémentarité entre travail et innovation technologique. Certains métiers risquent de disparaître, comme les traducteurs, tandis que d'autres

émergeront. Au sein d'un même métier, les effets pourraient aussi être hétérogènes : un *data scientist* peu qualifié pourrait être purement et simplement remplacé, tandis qu'un *data scientist* très qualifié pourrait au contraire utiliser l'IA pour augmenter sa productivité et donc son salaire.

Environ 60 % des emplois des pays développés, autrefois protégés, seraient potentiellement exposés à l'IA et la moitié de cette part, soit un tiers de l'emploi total, le serait négativement [FMI, 2024]. Pour évaluer l'impact possible de l'IA, les études économiques utilisent la même approche que pour l'automatisation : chaque métier est décomposé en un ensemble de tâches et la possibilité que chacune d'entre elles soit effectuée par une machine est évaluée. Résultat : la moitié des tâches effectuées par des humains pourrait être automatisée avec le développement de l'IA. Si seuls 5 % des emplois risquent d'être intégralement automatisés, 60 % pourraient voir un tiers environ des tâches qui les composent automatisées [McKinsey, 2017].

Cependant, l'IA n'en est qu'à ses balbutiements et ses effets sur l'économie ne seront sans doute pas linéaires (il faut probablement s'attendre à des sauts), ce qui rend

prier cette technologie, l'écart avec les plus hauts salaires en serait réduit. Les infirmières pourraient par exemple utiliser les outils offerts par l'IA, notamment de diagnostics, pour proposer des traitements aux patients sans l'intervention d'un médecin.

Optimiste lui aussi, l'économiste Erik Brynjolfsson [2019] soutient que la plupart des métiers ne seront pas remplacés par des machines, mais plutôt profondément transformés : il évoque le métier de radiologue dont vingt-cinq des vingt-six tâches ne sont pas menacées par l'IA. Cependant, on peut s'interroger sur le devenir de ce métier dès lors que l'IA remplacerait la tâche constituante de cette profession, l'analyse des images médicales.

S'il est trop tôt pour annoncer la fin du travail humain – l'automatisation ayant plutôt transformé les emplois que détruit le travail humain en tant que tel –, les ajustements à venir seront colossaux. Ils risquent de laisser de nombreux salariés démunis face à des changements qui, dans le passé, ont été mal accompagnés par les politiques économiques.

Et, si le travail humain devenait inutile, au moins pour une large frange de la population, se poserait alors une

à ce stade difficile de prévoir ses effets sur l'emploi. C'est l'ensemble des processus de production et de l'activité économique en général qui pourrait être bouleversé par son introduction, de telle sorte que l'usage que quelques entreprises commencent à en faire ne dit pas grand-chose de ce qu'il adviendra. L'IA appartient, au même titre que la machine à vapeur, l'électricité ou les ordinateurs, à la classe des technologies dites à usage général. Ses effets pourraient prendre du temps à se matérialiser dans l'économie et sur les marchés du travail car ce type de technologies nécessite une vague d'innovations « complémentaires » pour atteindre son plein potentiel. Il est donc fort possible que le passé ne puisse guère éclairer la révolution à venir tant sa nature est différente, et qu'il faille au mieux s'en tenir à des scénarios prospectifs.

En particulier, l'IA pourrait-elle servir à « reconstruire les emplois de la classe moyenne » et à réduire la polarisation ? C'est ce que suggère David Autor [2024], pour qui l'IA pourrait davantage bénéficier aux salariés ayant relativement moins d'expertise, réduisant les inégalités sur le marché du travail. Si les salariés les moins qualifiés pouvaient s'appro-

question cruciale pour nos économies de marché : comment redistribuer les fruits d'une croissance portée par des machines depuis ceux qui les possèdent et en tirent des profits vers le reste de la société ? L'émergence d'un équilibre requerrait une refonte drastique de la fiscalité et de nouvelles formes de rémunération hors du travail salarié, soit tout un système économique à repenser.

Peut-on concilier transition écologique et création de valeur ?

Autre défi majeur pour le travail, la transition écologique soulève la question cruciale de la création de valeur, condition nécessaire dans le système économique actuel pour pouvoir bien rémunérer le travail, et de sa croissance. Mais est-il possible de concilier croissance et décarbonation ? Deux grands scénarios peuvent être envisagés : la croissance verte, qui repose sur un découplage entre croissance économique et émissions de CO₂, et la décroissance ou post-croissance, si un tel découplage se révélait impossible. Bien que le GIEC n'ait pas pris position sur le scénario à privilégier,

il a pour la première fois évoqué l'hypothèse de la décroissance dans son sixième rapport d'évaluation en 2022 et indiqué que la poursuite des politiques économiques actuelles pourrait entraîner un réchauffement de 3,2 °C d'ici la fin du siècle, rendant le monde invivable.

Les partisans de la décroissance remettent en question la faisabilité d'un découplage à une échelle et un rythme suffisants pour atteindre les objectifs de l'accord de Paris (2015). Le découplage absolu, cas dans lequel les émissions diminuent tandis que le produit intérieur brut (PIB) croît, reste rare et généralement observé seulement pendant les récessions ou les périodes de faible croissance économique. La norme au xx^e siècle a été le découplage *relatif*, c'est-à-dire que l'utilisation des ressources a pu croître à un rythme plus lent que le PIB.

Les partisans de la croissance verte mettent en avant les progrès significatifs vers la réalisation du découplage absolu à l'échelle nationale ou régionale. Récemment, certains pays industrialisés ont réussi à découpler leur PIB des émissions de CO₂ fondées sur la production et, de manière plus faible, sur la consommation [Le Quéré *et al.*, 2019]. L'empreinte

présente en France près de 20 % des émissions nationales de gaz à effet de serre. En rapprochant les lieux de production et de consommation, la réindustrialisation pourrait réduire à la fois les importations en provenance de pays où les normes environnementales sont moins strictes et le bouquet énergétique plus carboné, ainsi que les émissions de GES et la pollution liées au transport de marchandises sur de longues distances. En France, par exemple, près de la moitié des émissions liées à la consommation sont produites en dehors du territoire national. Un tiers environ de l'empreinte de l'UE correspond à des processus de production localisés en dehors de son territoire [Insee, 2022].

Une réindustrialisation verte implique de transformer le tissu industriel en décarbonant les industries existantes et en développant de nouvelles industries vertes. Pour être compatible avec nos objectifs environnementaux, cette réindustrialisation ne doit pas s'accompagner d'une surconsommation de biens industriels (*a fortiori* importés), un objectif de sobriété difficile à accepter dans les pays dont le modèle de croissance repose sur la consommation.

Au-delà même de la faisabilité d'une croissance verte

carbone de l'Union européenne (Royaume-Uni compris, mesurée à partir des seules émissions de CO₂) a toutefois baissé d'environ 20 % entre 2007 et 2019 [Cotterlaz et Gouel, 2024] : cette empreinte inclut non seulement les émissions directes sur le territoire, provenant de la production de biens et des émissions directes des ménages, mais aussi celles associées aux biens et services importés. Ce découplage historique (et absolu) entre PIB et gaz à effet de serre (GES) devrait cependant être considérablement approfondi pour parvenir à la neutralité carbone à l'horizon 2050, tout en maintenant une croissance significative du PIB. Les réductions d'émissions observées sont en effet encore loin de conduire aux objectifs de l'accord de Paris. Au cours des vingt dernières années, le rythme de réduction annuel moyen des émissions françaises a été de 1,9 % alors qu'il devrait être de 5 % pour parvenir à les réduire de moitié d'ici 2030 (objectif intermédiaire).

La transformation de l'industrie et la réindustrialisation dans le cas français sont l'une des conditions pour atteindre l'objectif de neutralité climatique tout en créant la valeur nécessaire pour bien rémunérer le travail. L'industrie re-

soutenable d'un point de vue environnemental, la transition écologique pourrait bouleverser profondément les marchés du travail en raison des réallocations sectorielles qu'elle induira. Les transformations requises impliqueront de nouvelles spécialisations, certains pays développant avec succès des industries vertes performantes et de nouveaux secteurs énergétiques, tandis que d'autres n'y parviendront pas. L'émergence de ces nouvelles industries et le déclin des plus anciennes nécessiteront ce faisant une réallocation des travailleurs tant entre les secteurs qu'en leur sein.

Les effets sur le marché du travail dépendront des capacités d'ajustement. L'expérience de la désindustrialisation a montré que les salariés et les territoires sont durablement affectés par un choc défavorable sur le marché du travail et qu'il a été très difficile, voire impossible, pour les politiques publiques de réellement cibler les personnes touchées. En conséquence, compenser les « perdants » de la transition écologique, comme on espérait pouvoir le faire dans les années 2000 pour les « perdants » de la mondialisation, pourrait se révéler difficile et insuffisant. L'enjeu de la transition écologique qui se dessine consiste surtout à dévelop-

per des politiques permettant de concilier décarbonation et augmentation des investissements, de façon à renforcer les tissus productifs décarbonés tout en permettant la création de valeur nécessaire pour bien rémunérer le travail.

Reste à savoir cependant, face à la finitude des ressources, et à moins d'une rupture technologique difficile à imaginer, combien de temps encore le système économique pourra reposer sur la croissance sans rendre la planète inhabitable. Or sans croissance, les conflits de pouvoir autour d'une création de valeur déclinant risquent de se résoudre au détriment des classes moyennes et de leurs emplois.

Repères bibliographiques

- ACEMOGLU D. et JOHNSON S. [2024], « Learning from Ricardo and Thompson : machinery and labor in the early industrial revolution, and in the age of AI », *NBER Working Paper*, n° 32416.
- ACEMOGLU D. et RESTREPO P. [2020], « Robots and jobs : evidence from US labor markets », *Journal of Political Economy*, vol. 128, n° 6, p. 2188-2244.
- AGLIETTA M. [1982], *Régulation et crises du capitalisme. L'expérience des États-Unis*, Calmann-Lévy, Paris.
- AUTOR D. [2024], « Applying AI to rebuild middle class jobs », *NBER Working*

MARCHAND O. et MINNI C. [2019], « The major transformations of the French labour market since the early 1960s », *Économie et Statistique/Economics and Statistics*, n° 510-511-512, p. 89-107.

MCKINSEY [2017], « A future that works : automation, employment, and productivity », McKinsey Global Institute, janvier.

POLANYI M. [1966], *The Tacit Dimension*, University of Chicago Press, Chicago.

SALVATORI A. et MANFREDI T. [2019], « Job polarisation and the middle class »,

Paper, n° 32140.

AUTOR D., DORN D. et HANSON G. [2021], « On the persistence of the China shock », *IZA Discussion Papers*, n° 14804, Institute of Labor Economics.

AUTOR D., LEVY F. et MURNANE R. [2003], « The skill content of recent technological change : an empirical exploration », *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 118, n° 4, p. 1279-1333.

BOLT J. et VAN ZANDEN J. [2024], « Maddison-style estimates of the evolution of the world economy : a new 2023 update », *Journal of Economic Surveys*, p. 1-41.

BRYNJOLFSSON E. [2019], « Artificial intelligence and the future of work », témoignage devant le Congrès américain, 24 septembre.

CLARK G. [2005], « The condition of the working class in England, 1209-2004 », *Journal of Political Economy*, vol. 113, n° 6, p. 1307-1340.

COTTERLAZ P. et GOUEL C. [2024], « Structural decomposition analysis of French GHG footprint », *CEPII Working Paper*, à paraître.

FMI [2024], « Gen-AI : artificial intelligence and the future of work », *IMF Staff Discussion Notes*, n° 2024/001.

GOOS M. et MANNING A. [2007], « Lousy and lovely jobs : the rising polarization of work in Britain », *The Review of Economics and Statistics*, vol. 89, n° 1, p. 118-133.

INSEE [2022], « Un tiers de l'empreinte carbone de l'Union européenne est dû à ses importations », *Insee Analyses*, n° 74, juillet.

LE QUÉRÉ C., KORSBAKKEN J. I. et WILSON C. [2019], « Drivers of declining CO₂ emissions in 18 developed economies », *Nature Climate Change*, vol. 9, p. 213-217.

Documents de travail de l'OCDE sur les questions sociales, l'emploi et les migrations, n° 232, Éditions de l'OCDE, Paris.

[7](#) Axelle Arquié est économiste au CEPII. Thomas Grjebine est responsable du programme « Macroéconomie et finance internationales » au CEPII.

II- « La mutation industrielle du système productif »

La mutation industrielle du système productif

La crise mondiale qui s'est ouverte au moment du premier choc pétrolier en 1973 a affecté la France et particulièrement son industrie. La hausse du prix du pétrole, couplée à la montée du dollar et à l'indexation des salaires sur les prix, a fortement accru les coûts de production dans l'industrie et a profondément détérioré les marges des entreprises. Des secteurs entiers de l'industrie française ont été touchés, notamment la sidérurgie et le textile, ou ont connu des restructurations profondes, comme l'automobile. Parallèlement, l'État s'est désengagé des activités productives à partir de 1986 en privatisant progressivement les entreprises publiques créées depuis la Libération et lors de l'arrivée de la gauche au pouvoir en 1981.

Entre 1980 et 2023, la part de l'industrie dans la valeur ajoutée marchande a diminué de plus de 10 points, atteignant 19 % en 2023. Dans le même temps, l'industrie a détruit plus de 2 millions d'emplois, réduisant ses effectifs

à 2023 et vu leurs effectifs tripler, notamment sous l'effet du recentrage des entreprises industrielles sur leur cœur de métier et de la hausse des dépenses de tourisme.

La récession qui s'est enclenchée en 2008-2009 a particulièrement touché l'industrie, secteur très exposé aux fluctuations du commerce mondial. L'industrie a connu sa pire chute d'activité depuis la Seconde Guerre mondiale, perdant plus de 10 % de sa valeur ajoutée au cours des années 2008-2009. La valeur ajoutée industrielle n'a retrouvé son niveau d'avant la crise qu'en 2019 alors que le produit intérieur brut (PIB) était supérieur de 12 %.

La crise de la Covid-19 puis la crise énergétique ont fortement impacté le tissu productif, avec une situation sectorielle très hétérogène. Début 2024, la valeur ajoutée industrielle n'était pas encore tout à fait revenue à son niveau pré-Covid alors que celle des services marchands était près de 7 % au-dessus. À plus long terme, l'enjeu de relocalisation industrielle et l'accélération de la transition énergétique sont susceptibles de modifier la composition sectorielle du tissu productif français. Le rapport sur les incidences économiques de l'action pour le climat [Pisani-Ferry et Mah-

de 41 %. Outre les pertes entraînées par les délocalisations, une partie des emplois de l'industrie (liés aux activités juridiques ou financières, à l'informatique, à la publicité, à l'entretien, à la sécurité) ont été externalisés vers le secteur des services aux entreprises. Par ailleurs, en raison d'une intensité capitaliste plus élevée, les gains de productivité sont plus dynamiques dans l'industrie que dans les services, ce qui conduit à substituer l'emploi tertiaire à l'emploi manufacturier. Étant moins soumis à la concurrence internationale et à la hausse des prix du pétrole, les services ont pris le pas sur l'industrie, profitant de plus de l'accroissement tendanciel de la part de la consommation de services dans les dépenses des ménages, phénomène commun à tous les pays qui ont des niveaux de vie élevés¹.

La part des services marchands dans la valeur ajoutée marchande est passée de 57 % en 1980 à 72 % en 2023 et leur nombre d'emplois a doublé sur cette période, augmentant de près de 7 millions. Les deux branches qui profitent le plus de cette expansion en termes d'emplois sont celle des « services aux entreprises » et celle de l'« hébergement-restauration » qui ont créé 3,7 millions d'emplois de 1980



fouz, 2023] parle d'une « mutation d'ampleur comparable à une révolution industrielle, mais plus rapide et orientée par les choix publics ». Pour atteindre l'objectif 2030 « Fit for 55 » d'environ 35 % de réduction de CO₂ en dix ans, l'investissement supplémentaire requis serait de 66 milliards par an, dirigés vers les secteurs du bâtiment, de l'énergie, de l'industrie, des transports et de l'agriculture.

Enfin, selon La Fabrique de l'industrie [Guillou *et al.*, 2023], les entreprises industrielles se heurtent en France et en Europe à trois éléments en lien avec la décarbonation : les prix de l'énergie durablement élevés en Europe, la taxe carbone aux frontières européennes (MACF) et la suppression des quotas gratuits d'émissions de CO₂, et enfin l'instauration de l'*Inflation Reduction Act* (IRA) aux États-Unis qui subventionne un certain nombre de secteurs liés à la transition énergétique. Selon cette étude, 145 000 emplois industriels seraient menacés par ces trois phénomènes conjugués.

III- « La nouvelle économie, nouvelle révolution industrielle ? »

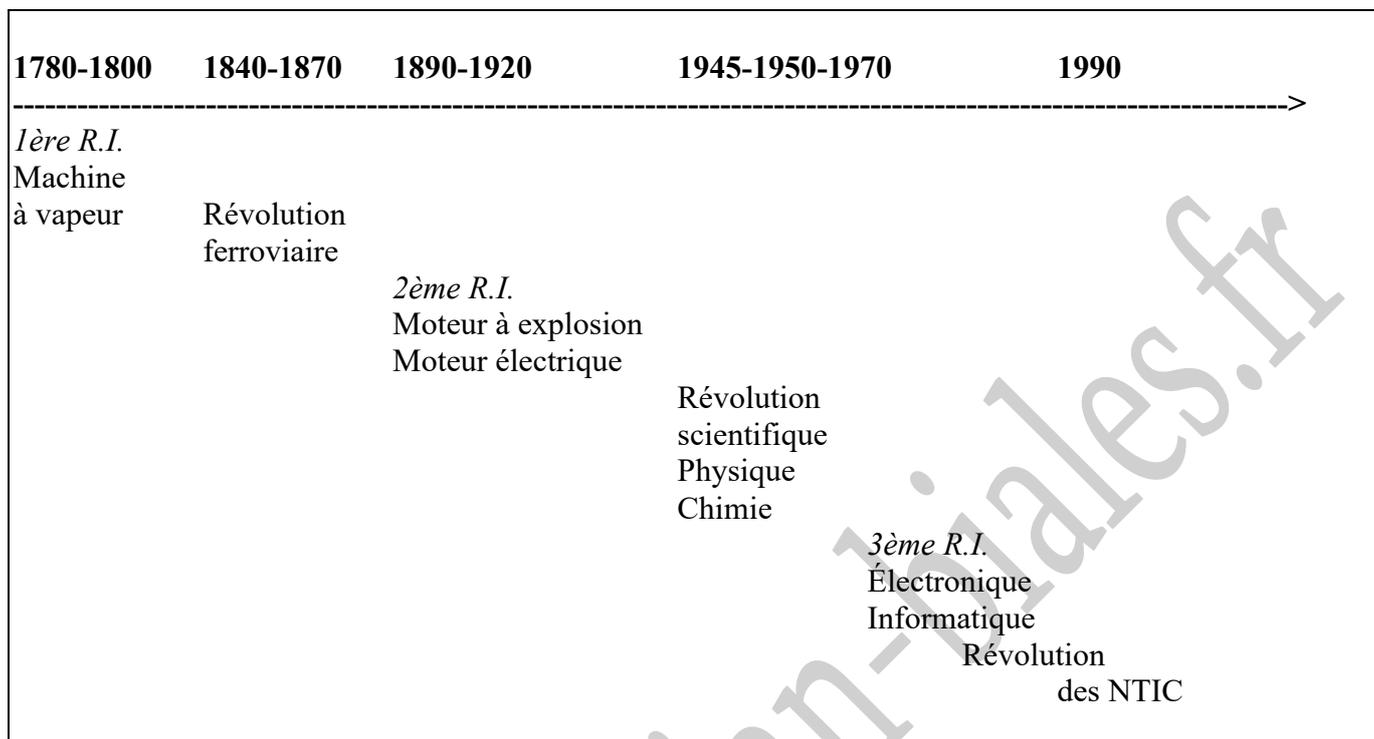
Le concept de croissance économique et le problème de sa mesure sont nés avec les révolutions industrielles : car, c'est sous l'impulsion des révolutions industrielles que la croissance se traduit par la progression de la production par tête (donc du niveau de vie à long terme), par celle aussi de l'accumulation de capital, de la productivité et des échanges internationaux, ainsi que par la transformation des structures non seulement économiques (notamment le phénomène de déversement sectoriel) mais aussi sociaux (par exemple le phénomène d'urbanisation).

Le concept de révolution industrielle exprime le basculement dans une ère nouvelle d'économies et de sociétés considérées a posteriori et a contrario comme traditionnelles.

Cette sorte de définition soulève une double question : en quoi la révolution est-elle industrielle ? Et le basculement dont il s'agit est-il révolutionnaire au sens de brusque et même brutal ? L'histoire économique nous apprend que la profonde mutation de l'économie et de la société anglaises au 18^{ème} siècle a commencé dans l'agriculture ; que par conséquent la "révolution industrielle" n'y aurait pas été possible sans la "révolution agricole" qui l'a précédée. Par conséquent, la révolution industrielle a eu le développement agricole pour condition nécessaire à son "décollage", comme dirait Rostow. Pour dire les choses autrement, toute révolution industrielle trouve sa racine dans le système technique existant et émerge lorsque ce système se heurte à des dysfonctionnements de plus en plus préjudiciables à son efficacité. Puis suit une période de consolidation (où très souvent se présentent plusieurs bifurcations possibles qui aboutissent à des abandons ainsi qu'une période de diffusion où s'affirment de plus en plus une complémentarité entre les interdépendances technologiques et les interdépendances sectorielles ainsi qu'une dynamique autant socio-économique que technologique : c'est alors que l'on change de système technique. (Exemples de bifurcations lors de la phase de consolidation : l'abandon de la stratégie du contenu-contenant qu'avaient choisie les entreprises Vivendi Universal, Bertelsmann et AOL Time Warner, et l'affaire des licences UMTS qui rappelle à certains la "tulipomanie" du 17^{ème} siècle).

Comme autres conditions nécessaires au développement d'une révolution industrielle, on trouve évidemment les grappes d'innovations techniques qui, par leur diffusion, transforment les divers domaines de la production : la révolution industrielle est une révolution technique. Il faut également un contexte institutionnel et social favorable : la révolution industrielle est de ce point de vue une révolution culturelle ; elle n'est pas seulement économique, elle est également sociale. De même, aujourd'hui, la révolution des NTIC s'appuie sur les progrès de l'informatique et des télécommunications, ces progrès se situant eux-mêmes dans le prolongement de ceux enregistrés depuis plus longtemps dans les domaines de l'électronique et de la téléphonie ; elle se développe aussi grâce à un contexte de libéralisation des marchés, de mondialisation des échanges et d'individualisation des comportements. Pour tenir compte de la continuité de ces phénomènes et de leur inscription dans le temps long cher à Braudel, il peut paraître souhaitable de parler d'industrialisation plutôt que de révolution industrielle. D'ailleurs, des auteurs comme A. Smith, D. Ricardo ou J.-B. Say, contemporains de la "1^{ère} révolution industrielle", n'en ont pas eu conscience. Il faut attendre 1837 pour qu'Adolphe Blanqui utilise le premier l'expression de "révolution industrielle", suivi en 1848 par J. Stuart Mill dans ses principes, en 1867 par Marx dans le livre premier du Capital, en 1884 par Arnold Toynbee dans ses "Conférences sur la révolution industrielle en Angleterre", en 1905 par Paul Mantoux dans sa "Révolution industrielle au 18^{ème} siècle", etc. On peut se demander si aujourd'hui, la perspective n'est pas inversée : alors que les contemporains parlent d'une révolution des NTIC, d'une révolution de l'Internet, avec le recul du temps, les générations qui viennent apprécieront peut-être différemment les présentes évolutions. D'ailleurs, pour les professeurs E. Brousseau et A. Rallet, auteurs d'un rapport du Commissariat général du Plan sur les TIC, "il vaut mieux abandonner la notion même de nouvelle économie. Cette vision d'Internet devenant le support d'un immense marché coordonné par les seules vertus de l'autorégulation et abattant toutes les formes antérieures d'organisation et d'institutions est trompeuse. Ces technologies sont en effet une des composantes d'une mutation, commencée de longue date, de l'ensemble de l'économie. Ce développement répond aux besoins accrus de coordination induits par l'approfondissement de la division du travail dans tous les secteurs et toutes les activités" (Alternatives économiques d'octobre 2000).

Le tableau suivant "positionne" sur l'axe des décennies la succession des trois grandes révolutions industrielles qui ont marqué l'histoire des économies développées, en considérant les différentes étapes comme des enchaînements plutôt que comme des ruptures :



Remarque : La féodalité a connu deux phases. Une première phase, du 8^{ème} au 11^{ème} siècles, est celle d'une stagnation économique et d'économies fermées, avec la fin du grand commerce méditerranéen des ères mésopotamienne, hellénistique et romaine. Puis, du 11^{ème} au 13^{ème} siècles, une seconde phase est marquée au contraire par des croissances économique et démographique soutenues, avec pour cause essentielle ce qui est pour F. Braudel la véritable première révolution industrielle : des progrès techniques importants ont en effet lieu tout spécialement dans le domaine des transports, d'où le développement du capitalisme commercial.

La "révolution des NTIC" fonde donc son essor sur les avancées scientifiques et techniques en matière d'électronique et d'informatique, de télécommunications aussi.

Et elle se déploie en plusieurs étapes en étendant progressivement son principe d'automatisation des opérations de production, de traitement et d'échanges d'informations :

- années 1960 : automatisation de la logistique administrative (comptabilité, paie, facturation, gestion des stocks) ;
- années 1970 : automatisation de la production industrielle (robotique, productique, ateliers flexibles) ;
- années 1980 : automatisation du travail individuel de bureau (passage de l'informatique centralisée à l'informatique répartie et distribuée) ;
- années 1990 : automatisation des processus de communication (mise en réseaux des systèmes informatiques et des micro-ordinateurs ; développement des EDI -échanges de données informatisés) ;
- années 2000 : automatisation des échanges économiques (commerce électronique).

Une question mérite d'être posée : y a-t-il nouvelle économie parce que la révolution industrielle en cours serait d'une nature particulière ?

Au préalable, il convient de repérer deux points communs à toutes les révolutions industrielles.

Le premier point commun est que chaque révolution industrielle a quelque chose d'un iceberg en ce sens qu'elle a toujours une partie visible, à court terme et une partie cachée qui concerne le long terme et qui est en général beaucoup plus importante. Cela pour deux raisons spatiotemporelles.

D'abord, un délai de plusieurs années s'écoule toujours d'une part entre l'invention initiale et les innovations qui en découlent et d'autre part entre le développement de ces innovations et le moment où elles ont un effet significatif sur l'économie : selon F. Caron (Les deux révolutions industrielles du XX^e siècle. Albin Michel. 1997), les différentes révolutions industrielles se sont à chaque fois traduites par l'épanouissement d'une société de masse en ce sens qu'une de leurs constantes est que la grande majorité de la population a toujours profité, au début de chaque révolution industrielle, des résultats des conquêtes de la révolution industrielle précédente (équipement généralisé en automobiles lors des années 60 et large diffusion aujourd'hui de l'équipement en ordinateurs personnels).

Ensuite cet effet se manifeste souvent au sein de l'économie assez loin du secteur à l'origine du processus d'innovation. Les économistes américains parlent des « General Purpose Technologies » (GPT) pour indiquer que les nouvelles technologies ont une portée très générale qui dépasse largement les applications imaginées au départ par leurs inventeurs, que leur développement répond certes initialement à un besoin relativement précis mais qu'il s'étend ensuite rapidement à une foule de besoins bien différents. C'est ainsi qu'à propos des NTIC, certains anticipent actuellement une nouvelle phase de leur développement grâce à des « applications technologiques émergentes ».

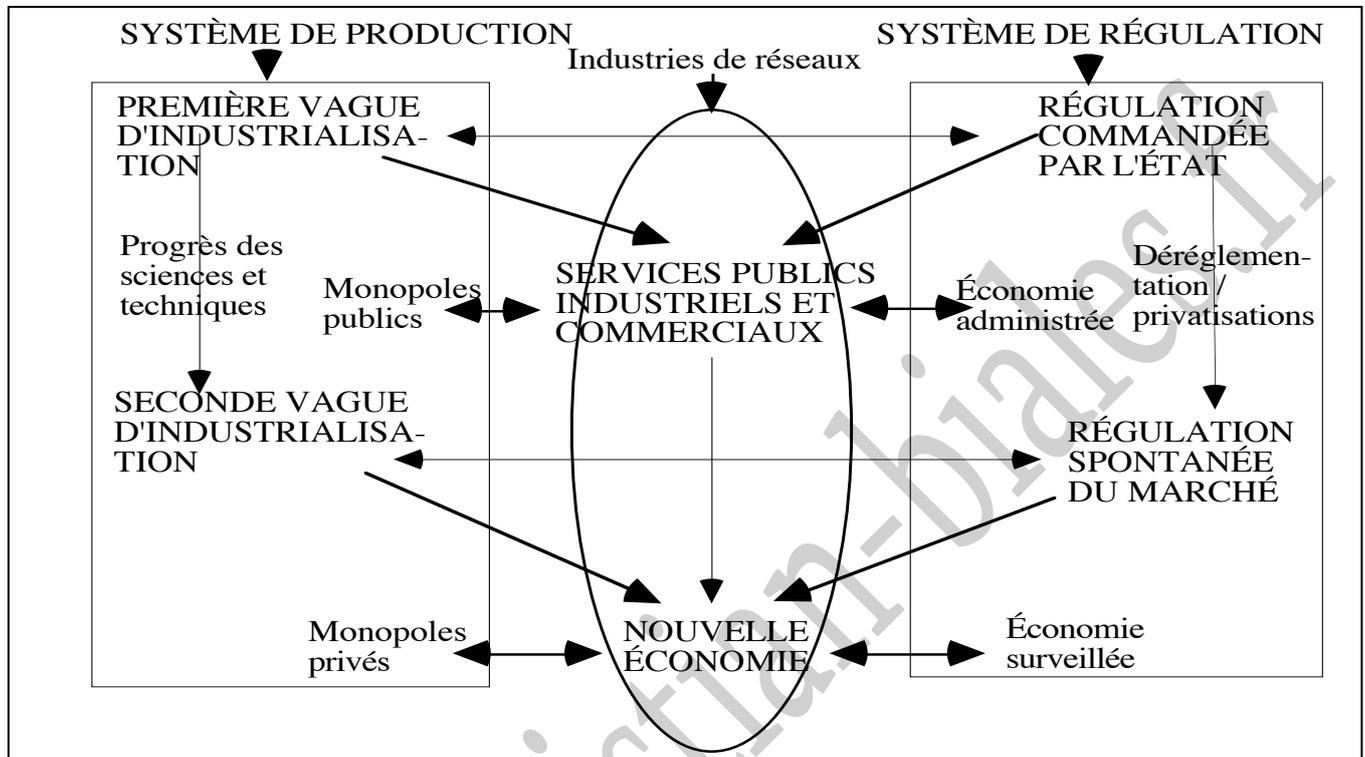
(Note terminologique : la distinction entre invention et innovation consiste à définir l'invention comme résultant d'une démarche économique rationnelle qui aboutit à une découverte destinée à être proposée sur un marché en vue d'abord d'innover et ensuite d'être diffusée, tandis que l'innovation est la décision d'exploiter économiquement une invention et, pour cela, de faire les investissements nécessaires ; une innovation majeure a pour effet direct d'introduire une rupture dans le système des techniques utilisé jusque là et pour effet indirect d'engendrer des flux d'innovations secondaires, qui constituent toutes ensemble une grappe d'innovations).

Le phénomène actuel de l'Internet et des NTIC n'échappe pas à la règle : ces nouveaux outils vont se banaliser et se généraliser, si bien que les "valeurs technologiques", les valeurs "TMT" comme on dit (Technologies, Médias, Télécommunications), devraient disparaître en tant que telles comme ont disparu les "valeurs électriques" en leur temps ; la nouvelle économie correspond moins à un nouveau secteur en développement qu'un puissant facteur de développement de l'ensemble des secteurs de l'économie, à commencer par les secteurs traditionnels, ceux des entreprises "brick and mortar" (littéralement, des entreprises faites de briques et de mortier). Comme l'écrit P. Cohendet (Newbiz de nov. 2000), "une société classique s'efforce de gérer au mieux une chaîne d'activités (ou "briques"). "Préparer les avions", "enregistrer les bagages" ou "transporter les passagers" dans le cas d'une compagnie aérienne. Tout cela appelle un immense besoin d'informations (pour affréter les vols, il faut connaître l'état des réservations, l'itinéraire des passagers...). Le système d'information est ainsi le "mortier" qui lie toutes les activités de production. (...) L'entrée dans la nouvelle économie n'est donc pas réservée qu'aux start-up. Les "brick and mortar" peuvent réussir leur conversion en "click and mortar" à condition de savoir épouser le grand chambardement en cours. Celui-ci concerne tous les secteurs de l'ancienne économie, où les chaînes d'activités sont amenées à se recomposer". Elie Cohen (Le Revenu du 5 janvier 2001) estime lui aussi que "toutes les vagues d'innovation ont connu ce phénomène. Beaucoup de petites unités très dynamiques se créent. Plusieurs sont ensuite reprises par des entreprises traditionnelles. Celles-ci ont à la fois la capacité financière, le management et le marketing pour les développer et les rentabiliser. La dynamique du capitalisme est rythmée par de telles vagues qui suscitent un foisonnement entrepreneurial et un enrichissement du tissu économique. Viennent ensuite des phases de consolidation et de rationalisation. On peut même en arriver à la constitution de monopoles qui sont remis en cause par la vague suivante".

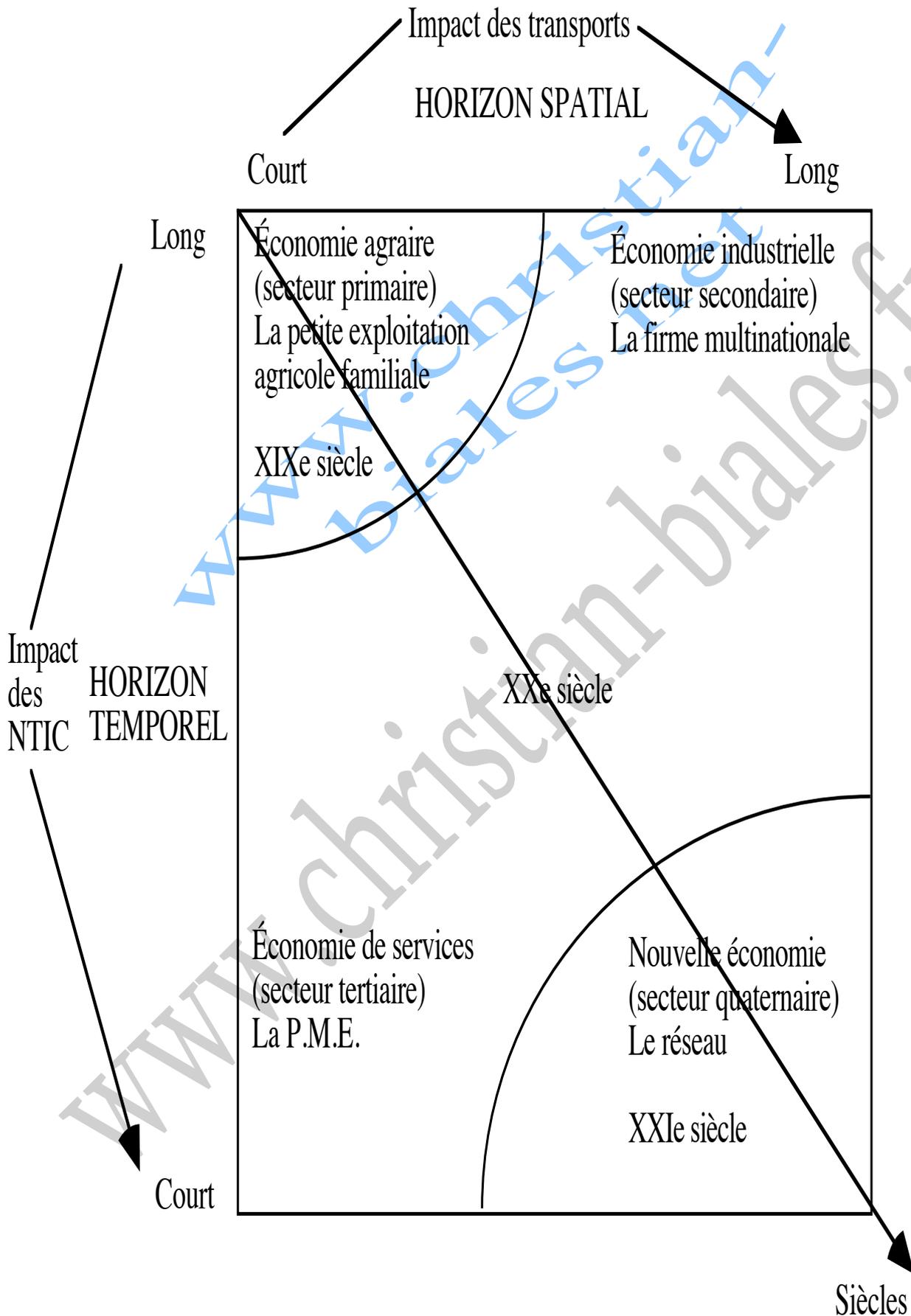
Le second point commun aux révolutions industrielles est que le phénomène de « rupture » ne concerne pas que le domaine technologique. Il concerne également quatre autres domaines : celui de l'organisation, du travail en particulier mais aussi de la société en général, celui de la finance macroéconomique et de la gouvernance microéconomique, et celui de la mondialisation. La révolution actuelle des NTIC se développe dans le cadre d'une « seconde » mondialisation, après une première mondialisation qui s'est développée entre 1860 et 1914 (de même que l'on peut défendre l'idée qu'il y a eu une première révolution industrielle lors de la deuxième phase de la féodalité – du 11^{ème} au 13^{ème} siècles-, il serait

concevable de parler de première mondialisation à cette époque-là ; de toute façon, il est clair que ces phases de mondialisation s'accompagnent toutes de progrès techniques décisifs, spécialement dans les domaines des transports et des communications).

Par ailleurs, le schéma suivant montre le lien historico-économique que l'on peut établir, pour la France du 20^{ème} siècle, entre la première vague d'industrialisation, marquée par l'interventionnisme étatique, et la seconde, qui s'est développée dans le cadre d'une économie de marché d'abord internationale puis carrément mondialisée :



Enfin, on peut établir un schéma d'évolution générale d'une révolution industrielle à l'autre qui retrace le passage successif de l'économie primaire du 19^{ème} siècle à l'économie quaternaire du 21^{ème} siècle en passant par l'économie industrielle et par celle des services du 20^{ème} siècle :



D'après O. Torrès-Blay (Économie d'entreprise. Économica. 2000)

"En ce début de XXI^e siècle, l'entreprise doit être capable de réagir de plus en plus vite (Temps court) et d'agir de plus en plus loin (Espace long). Dans cette nouvelle économie, le modèle du réseau est incontestablement le plus adapté car ce mode d'organisation permet de fonctionner dans un cadre spatial long et dans un cadre temporel court" (O. Torrès-Blay).

Mais au-delà de ces points communs aux différentes révolutions industrielles et de ces liens qui existent entre elles, il est possible de trouver de notables spécificités à la période actuelle.

Premièrement, les inventions se diffusent à un rythme beaucoup plus rapide aujourd'hui qu'hier : 46 ans ont été nécessaires pour qu'un quart des ménages américains soient raccordés à l'électricité (inventée en 1873) ; il en a fallu 35 pour le téléphone (1876), 55 pour l'automobile (1886), 22 pour la radio (1906), 26 pour la télévision (1926), 30 pour le micro-onde (1953). Alors qu'il aura suffi de 16 ans pour le PC (1975), 13 pour le téléphone cellulaire (1983) et 7 pour Internet (1991).

Deuxièmement, les NTIC se développent selon le nouveau modèle de la tornade : d'une part, plusieurs technologies -l'informatique, les télécommunications, l'audiovisuel, la robotique, ...- convergent vers le même standard technique, celui du numérique, et, d'autre part, la tornade progresse tout en déplaçant son centre de gravité qui est passé successivement de l'univers de la production industrielle à celui des activités tertiaires, à celui de la gestion des organisations puis, présentement, à celui des échanges (e-commerce) et des réseaux. Et les réseaux constituent en eux-mêmes un facteur de mutation extraordinaire au travers de ce que l'on pourrait appeler la quadruple logique de "l'inter" : intercommutabilité (qui favorise les relations entre outils appartenant à des plate-formes différentes), l'interopérabilité (qui autorise les connexions entre réseaux différents), l'intercréativité et l'interactivité.

Ce modèle de la tornade se poursuit par la multiplication des nouvelles applications des NTIC, comme l'identification par radiofréquence ou la géolocalisation et surtout l'Internet participatif comme le prouve l'extension formidable de la blogosphère (50 millions de blogs à la mi-2006). Il ne faut pas hésiter à parler de 2^{ème} génération de l'Internet : « à l'époque du Web première version, ou Web 1.0, on bâtissait sa page personnelle. Les internautes la consultaient et pouvaient la recommander à d'autres. Désormais, le contenu d'un blog est commenté, corrigé, repris globalement ou en partie sur d'autres blogs et d'autres sites. Avec la page personnelle, le format lui-même était imposé. Dans le Web 2.0, certains voient une révolution, une prise de pouvoir des internautes » (Le Monde du 23/11/2006. La multiplication des sites « collaboratifs » est l'un des aspects les plus significatifs et les plus intéressants de cette nouvelle version d'Internet. À cela s'ajoute depuis peu la première vague des « mondes virtuels », qui, au moyen de programmes informatiques, hébergent sous forme d'avatars les utilisateurs pour qu'ils s'y déplacent et interagissent. Ce nouveau média constitue selon certains le « web de demain » (voir Le Monde du 4/12/2006, p. 20).

Troisièmement, alors que les précédentes révolutions industrielles concernaient en priorité un secteur d'activité, la révolution des NTIC présente la propriété d'être transversale et de se diffuser à l'ensemble des secteurs de l'économie. D'ailleurs, on parle aujourd'hui par exemple de « bio-informatique ».

Quatrièmement, on constate une convergence des diverses nouvelles technologies entre elles : en particulier, la convergence entre les NTIC, les biotechnologies et les nanotechnologies annonce des progrès considérables en matière de santé et de production robotisée.

Cinquièmement, et selon à la fois M. Castells et A. Touraine, la technologie est dans la révolution industrielle actuelle un point de départ absolu pour les transformations de notre société alors que dans les révolutions précédentes, les changements techniques étaient intimement liés à l'organisation familiale, à l'organisation du travail, à la gestion publique et sociale et aux croyances religieuses. Autrement dit, ce ne sont pas tant les divers aspects de la vie sociale qui conditionnent la révolution des NTIC que ce sont les NTIC qui bousculent les différentes formes de la vie sociale. Il est à noter que Les NTIC se sont diffusées au sein de la population à un rythme encore jamais vu. En juin 2006, non seulement près de 3 adultes sur 4 sont équipés d'un téléphone mobile, plus d'un sur deux dispose d'un ordinateur à domicile et près d'un

sur deux est connecté à Internet, mais de plus les utilisateurs en maîtrisent de mieux en mieux les applications. Il faut cependant constater le maintien de fortes inégalités : 82% des cadres sont connectés chez eux à Internet contre 38% pour les ouvriers, malgré de grands progrès enregistrés en quelques années. Ce sont les jeunes qui sont les plus équipés et le plus souvent connectés.

Enfin sixièmement, la révolution industrielle des TIC modifie profondément la nature de la mondialisation qui l'accompagne.

D'abord, la mondialisation actuelle pousse au renouvellement et à l'approfondissement des théories du commerce international. Après les théories permettant de comprendre les échanges « interbranches » puis celles expliquant le commerce « intrabranche », il nous faut passer à celles qui concernent les échanges « intraproduits », parce qu'il y a aujourd'hui une « désintégration verticale » de la chaîne de production, autrement dit, une fragmentation de la chaîne de valeur. En effet, nous avons affaire à une nouvelle DIT : aux pays riches les deux extrémités de la chaîne, la conception et la commercialisation, et aux autres pays la production stricto sensu. Cette nouvelle DIT est une spécialisation non pas par types de produits mais par types de tâches ; les pays se spécialisent moins par niveau de gamme au sein des secteurs et davantage dans une étape donnée de la chaîne de valeur d'un produit déterminé. Cela se traduit pour les entreprises des pays riches par des stratégies qui privilégient d'une part le centrage sur les activités à forte valeur ajoutée et pour lesquelles les rendements d'échelle sont les plus élevés et d'autre part l'externalisation des autres tâches. On remarque précisément aujourd'hui une telle évolution en ce qui concerne les TIC : l'émergence de la Chine, de l'Inde et de plusieurs pays d'Europe orientale est à l'origine d'une nouvelle vague de mondialisation du secteur des TIC, avec la délocalisation de leur production, une intensification des échanges et des IDE manufacturiers et tertiaires dans ce secteur, dont l'orientation est de plus en plus marquée vers les pays en développement. L'offre de services à base de TIC se mondialise très rapidement, ce qui en accroît le caractère concurrentiel, non seulement en termes de prix mais aussi en termes de qualité.

Ensuite, les NTIC font que la mondialisation actuelle se donne à voir à tout le monde. « Chacun peut devenir spectateur d'un monde auquel, bien souvent, il ne peut participer comme acteur. (...) La moitié pauvre du monde, celle qui vit avec moins de 2\$ par jour, est privée des attributs du monde riche. Mais ses aspirations y sont indexées. (...) Cet écart constitue l'une des questions majeures du monde contemporain, pour les pays riches autant que pour les pays pauvres : comment réconcilier le monde vécu avec le monde attendu, à l'heure où les médiations sociales se font rares ? » (D. Cohen. « Trois leçons sur la société post-industrielle » Seuil 2006).

Remarques importantes :

1- Deux lois résument d'une certaine façon ces principales spécificités de la nouvelle économie. D'un côté, la loi de Moore selon laquelle il y a une progression exponentielle de la puissance des composants électroniques : le rapport performance / prix des composants double tous les 18 mois (au début des années 1970, un processeur Intel correspond à 2000 transistors ; à la fin des années 1990, un Pentium III correspond à 20 millions de transistors). De l'autre, la loi de Metcalffe selon laquelle l'activité d'un réseau maillé progresse comme le carré du nombre de personnes qui y sont reliées. Certains ajoutent une 3ème loi, celle dite d'Amdhal, qui est l'équivalente à la loi de Moore pour les progrès dans les télétransmissions. De toute façon, le jeu combiné de ces lois d'accélération a un rôle décisif dans la dynamique du monde Internet, surtout qu'il intervient à un moment où l'accumulation des savoirs permet un puissant progrès technique général ; d'où parfois l'impression d'un emballement des techniques et le sentiment d'être dépassé par elles. (Note : selon des experts, à l'instar de l'informatique, la génétique « double » aussi ses connaissances chaque année).

Cette progression vertigineuse des connaissances technoscientifiques et des possibilités techniques des matériels en matière de TIC s'accompagne de deux autres mouvements puissants : la baisse des prix des ordinateurs et le développement du transport des informations par fibre optique.

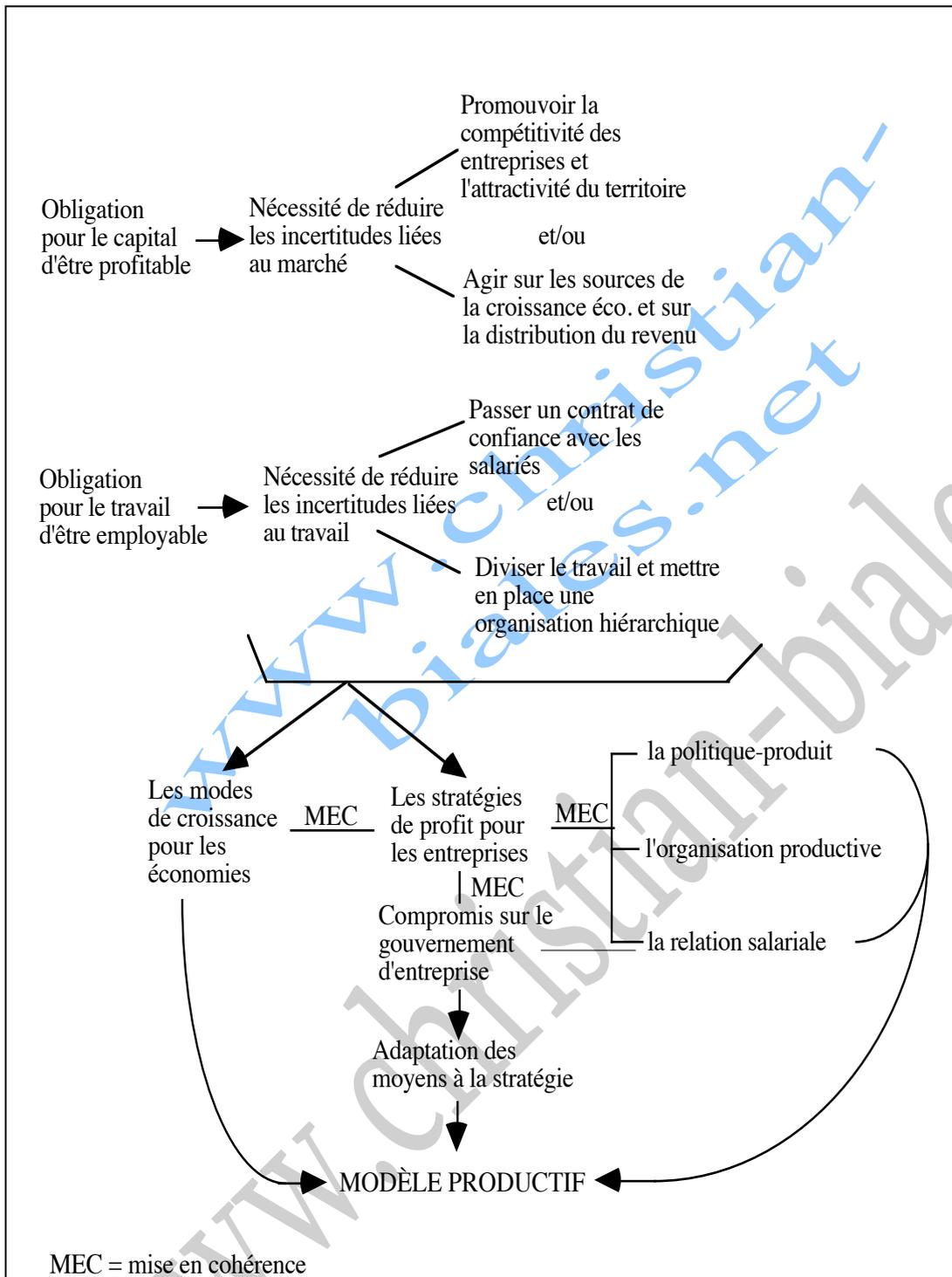
2- La transversalité des NTIC fait que la frontière entre ancienne économie et nouvelle économie ne passe pas par leur utilisation ou non dans la mesure où tous les secteurs ont vocation à les mettre en

œuvre, peu ou prou. Pour Ph. Lemoine, "la frontière est beaucoup plus précise. La nouvelle économie, c'est l'informatisation de l'échange par opposition à une ancienne économie où domine encore le modèle stratégique impliqué par l'informatisation de la production et de la gestion" (Conférence donnée le 27 mai 2000 à l'Université de tous les savoirs). Pour cet auteur, l'opposition entre ancienne économie et nouvelle économie se lit aussi dans la manière bien différente d'utiliser les gains de productivité et de gérer les entreprises : alors que pendant de nombreuses années, les gains élevés de productivité, réalisés en particulier grâce à l'informatisation des processus de production et de gestion, ne servaient pas à baisser les prix des biens et services mais à alimenter des budgets considérables de recherche, de publicité et autres dépenses commerciales (ce qui fait que l'âge de l'immatériel avait déjà débuté avec cette phase d'informatisation massive puisque 15 à 30 % seulement de la valeur finale des produits de consommation correspondent à un véritable traitement industriel), avec la nouvelle économie au contraire l'accent est mis sur la baisse des prix, fondée elle-même sur une innovation mercatique de proximité-client et de fidélisation de la clientèle -qui traduit une recherche permanente d'une meilleure adaptation de l'offre à la demande et du meilleur accès possible au client-, sur une accélération de la rotation de stocks, c'est-à-dire sur une meilleure rentabilité des capitaux circulants. Ph. Lemoine en déduit que de nouveaux mécanismes de création sont à l'œuvre et que le principe de la "shareholder value" s'en trouve sérieusement bousculé, ainsi que toutes les stratégies qui lui sont attachées, en particulier le re-engineering. Il trouve là une explication à ce qu'il appelle le paradoxe boursier.

3- Le développement au 18ème siècle de l'économie moderne (en tant qu'activité et donc en tant que science aussi) s'est essentiellement traduit par l'émergence d'un nouveau rapport social appelé depuis à devenir dominant : le rapport capital-travail. Avec pour chacun des deux une obligation spécifique : pour le capital, l'obligation d'être profitable et pour le travail celle d'être employable pour utiliser un mot à la mode.

Dans leur récent ouvrage (Les modèles productifs. La Découverte -Repères- nov. 2000), R. Boyer et M. Freyssenet font une analyse particulièrement éclairante : "Tout capital investi est en effet placé dans l'obligation de dégager sur moyenne période un profit au moins égal au profit moyen pour ne pas être un jour ou l'autre concurrencé, éliminé ou absorbé par plus profitable que lui. D'où la recherche incessante de marchés, de sources de profit et de moyens de production nouveaux. Les travailleurs, quant à eux, ont été contraints de faire évoluer, voire de changer, leurs compétences pour qu'elles soient achetables par les employeurs et de se déplacer au gré de la localisation du capital. Il en est résulté une accélération considérable du changement technique et de la mobilité professionnelle et géographique, qui se manifeste historiquement par grandes vagues, d'où le sentiment de révolutions industrielles successives".

Le schéma suivant tente d'articuler les principaux concepts utilisés par les deux auteurs, en renvoyant le lecteur à la lecture de leur ouvrage, spécialement aux pages 14, 15, 20, 21 et 111 qui comportent des tableaux récapitulatifs :



"Un modèle productif se constitue au terme d'un processus, largement inintentionnel, de mise en cohérence de la politique-produit, de l'organisation productive et de la relation salariale avec la stratégie de profit poursuivie. Ce terme n'est atteint qu'à deux conditions : la stratégie doit être pertinente dans le cadre du mode croissance qui est celui de l'entité économique et politique dans laquelle la firme déploie son activité ; un compromis durable de gouvernement d'entreprise doit être construit, entre ses acteurs (propriétaires, dirigeants, salariés, syndicats et fournisseurs), à propos des moyens employés pour mettre en œuvre de manière cohérente la stratégie retenue".

Pour présenter leur thèse sur les modèles productifs et l'évolution de ceux-ci sur longue période, R. Boyer et M. Freyssenet étudient le cas de l'industrie automobile dans le monde ; mais leurs observations et leurs analyses sont riches d'enseignements pour comprendre l'histoire économique des autres secteurs de "l'ancienne économie".

En ce qui concerne plus précisément l'impact des NTIC, les deux auteurs notent dans leur conclusion que celles-ci transformeront sans aucun doute la production, la gestion et la distribution, ce qui amène les constructeurs à explorer un nouveau modèle productif. Mais ils émettent en substance deux réserves sur l'importance de cet impact :

- Les NTIC se diffuseront comme l'a fait l'automatisation, c'est-à-dire de manière très différenciée selon le type de modèle productif existant et selon le type de stratégie privilégié (ainsi les NTIC serviront plutôt à mettre en concurrence les fournisseurs lorsque le modèle dominant est "fordien" ou "sloanien", et plutôt à améliorer la lutte contre les coûts inutiles si le modèle dominant est "toyotien").

- L'impact des NTIC sur la recomposition du modèle productif et sur la redéfinition des stratégies sera sans doute moins grand que celui des deux autres facteurs déterminants que sont l'internationalisation productive et la montée en puissance de la finance.

4- Non seulement il est possible de parler à propos des NTIC de révolution industrielle, mais certains n'hésitent pas à considérer qu'une nouvelle civilisation est née : la « *civilisation numérique* ». D'ailleurs, en octobre 2005 se sont ouverts dans le Bordelais, pour un cycle de trois ans, les « Entretiens des civilisations numériques ». Les thèmes retenus sont « conquêtes et conflits » pour 2005, « visions et décisions » pour 2006 et « négociation et action » pour 2007.