



VOIE GÉNÉRALE

2^{DE}

1^{RE}

T^{LE}

Sciences économiques et sociales

ENSEIGNEMENT

SPECIALITÉ

QUELS SONT LES SOURCES ET LES DÉFIS DE LA CROISSANCE ÉCONOMIQUE ?

Les objectifs d'apprentissage des élèves sont strictement définis par les programmes.

Cette fiche pédagogique, à destination des professeurs, vise à les accompagner dans la mise en œuvre des nouveaux programmes.

Sans prétendre à l'exhaustivité, ni constituer un modèle, chaque fiche explicite les objectifs d'apprentissage et les savoirs scientifiques auxquels ils se rapportent, suggère des ressources et activités pédagogiques utilisables en classe et propose des indications bibliographiques.

Objectifs d'apprentissage

- Comprendre le processus de croissance économique et les sources de la croissance : accumulation des facteurs et accroissement de la productivité globale des facteurs ; comprendre le lien entre le progrès technique et l'accroissement de la productivité globale des facteurs.
- Comprendre que le progrès technique est endogène et qu'il résulte en particulier de l'innovation.
- Comprendre comment les institutions (notamment les droits de propriété) influent sur la croissance en affectant l'incitation à investir et innover ; savoir que l'innovation s'accompagne d'un processus de destruction créatrice.
- Comprendre comment le progrès technique peut engendrer des inégalités de revenus.
- Comprendre qu'une croissance économique soutenable se heurte à des limites écologiques (notamment l'épuisement des ressources, la pollution et le réchauffement climatique) et que l'innovation peut aider à reculer ces limites.

Problématique d'ensemble

La croissance économique est un phénomène particulièrement complexe et instable. Non linéaire sur le moyen terme, elle dépend de l'accumulation et de la combinaison adéquate de nombreux facteurs et de l'action de nombreux acteurs, qui sont susceptibles de garantir un environnement favorable (cadre réglementaire préservé par des institutions idoines, en particulier au travers de droits de propriété adaptés) et de favoriser l'innovation (spécialement en stimulant la créativité des entrepreneurs qui sont incités à prendre des risques). De ce fait, ce processus de création contribue à détruire un certain nombre d'activités anciennes mais aussi des ressources non renouvelables, rendant sa soutenabilité à long terme incertaine. Ce processus contribue aussi à engendrer des inégalités de revenus, qui s'inscrivent également dans l'espace (marginalisation de certains territoires). D'où l'importance de la mise en place de politiques publiques stratégiques tant en matière économique (innovation sectorielle), environnementale (préservation) que socio-spatiale (compensation).

Savoirs scientifiques de référence

Comprendre le processus de croissance économique et les sources de la croissance : accumulation des facteurs et accroissement de la productivité globale des facteurs ; comprendre le lien entre le progrès technique et l'accroissement de la productivité globale des facteurs

La croissance est l'augmentation soutenue, pendant une période longue, de la production d'un pays, à la différence de l'expansion qui est l'accroissement de la production à court terme, momentané et réversible. La croissance n'est pas un processus identique dans tous les pays puisque les structures productives diffèrent. Elle peut être extensive et repose alors sur l'augmentation de la quantité de facteurs de production mis en œuvre, mais aussi intensive et dans ce cas elle s'explique principalement par une utilisation plus efficace des facteurs de production et repose alors sur l'augmentation de la productivité (gains de productivité). L'accroissement de la production est alors plus que proportionnel à l'augmentation de la quantité des facteurs de production. Les pays ont par ailleurs des types de croissance différents en fonction de leurs dotations en facteurs de production, en ressources naturelles et de leur spécialisation productive.

Pour appréhender de manière formelle le mécanisme de la production et de sa croissance, on utilise une « fonction de production », qui établit une relation entre le produit (l'*output*) agrégé et les intrants (les *inputs*) du processus de production. Elle indique donc quel est le niveau de production pour un niveau de capital et de travail donné, étant donné l'état de la technologie : un pays disposant d'une technologie plus avancée produira davantage avec une quantité donnée de travail et de capital qu'un pays avec une technologie moins avancée. L'accumulation de capital se fait grâce à l'investissement qui correspond à la création, l'acquisition de biens de production et/ou d'équipement. La fonction de production généralement utilisée dans les modélisations est celle dite « de type Cobb-Douglas ». C'est notamment le cas dans le modèle canonique de Robert Solow (« A Contribution to the Theory of Economic

Growth », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 70, n° 1, 1956, pp. 65–94). Elle a comme première propriété de supposer des *rendements d'échelle constants*, ce qui signifie que la productivité reste la même, quelle que soit la quantité produite (les modèles de croissance postérieurs au modèle de Solow introduisent la possibilité de rendements croissants). La deuxième propriété de la fonction de production est la présence de *rendements factoriels décroissants*. Si un seul des facteurs de production augmente, la production augmente, mais la même quantité de facteur supplémentaire va entraîner une augmentation de moins en moins importante de la production. Par exemple, les augmentations de capital par travailleur entraînent des augmentations de moins en moins importantes de la production par unité de capital.

La seule accumulation du capital ne peut donc pas garantir une croissance permanente de la production. En effet, en présence de rendements décroissants du capital, il faudrait de plus en plus de capital par travailleur pour permettre une croissance soutenue. Dans cette configuration, il arrivera un moment où la société ne voudra pas investir davantage (le taux d'épargne devrait être trop élevé) et la production cessera alors d'augmenter. Une croissance continue nécessite donc du progrès technique, puisque c'est ce dernier qui permet d'augmenter la productivité et de compenser la décroissance des rendements factoriels marginaux.

La fonction de production permet au total d'établir que la croissance peut résulter d'une augmentation du nombre de travailleurs (c'est-à-dire de la population active occupée), d'une augmentation du capital (par le biais de l'investissement) ou d'une amélioration de la technologie de production (c'est-à-dire du progrès technique mesuré par la hausse de la productivité globale des facteurs, la PGF). Pour déterminer la cause de l'augmentation de la croissance ou de son ralentissement, Angus Maddison (1991) a comparé les taux de croissance de la production par travailleur au taux de progrès technique.

Tableau 1 : Croissance de la production par habitant et taux de progrès technique (1950-1987)

	Croissance de la production par habitant			Taux de progrès technique		
	Croissance annuelle de la production par habitant (en %) 1950-1973	Croissance annuelle de la production par habitant (en %) 1973-1987	Variation de la croissance annuelle de la production par habitant entre les deux périodes (en points de %)	Croissance annuelle moyenne du progrès technique 1950-1973 (en %)	Croissance annuelle moyenne du progrès technique 1973-1987 (en %)	Variation du taux de progrès technique entre les deux périodes (en points de %)
France	4,0	1,8	- 2,2	4,9	2,3	- 2,6
Allemagne	4,9	2,1	- 2,8	5,6	1,9	- 3,7
Japon	8,0	3,1	- 4,9	6,4	1,7	- 4,7
Royaume-Uni	2,5	1,8	- 0,7	2,3	1,7	- 0,6
États-Unis	2,2	1,6	-0,6	2,6	,6	- 2,0
Moyenne	4,3	2,1	- 2,2	4,4	1,6	- 2,8

Retrouvez éducol sur



Source : Maddison A., *Dynamic Forces in Capitalist Development*, Oxford University Press, 1991.

Le tableau suggère trois conclusions :

1. La période de forte croissance de la production de 1950 à 1973 était due à une croissance rapide du progrès technique, *et non pas à une accumulation inhabituelle de capital.*
2. Le ralentissement de la croissance de la production depuis 1973 vient d'un ralentissement de la croissance du progrès technique, *et non pas d'une faible accumulation du capital.*
3. La convergence des productions par travailleur provient d'un taux de progrès technique plus fort, *plutôt que d'une importante accumulation de capital.*

On constate donc que certains pays sont plus pauvres (ont un niveau de production par habitant plus faible) parce qu'ils sont moins avancés techniquement. Au cours du temps, ils importent donc des technologies étrangères et/ou développent leurs propres technologies pour converger vers les pays les plus riches. Le Japon, la France, l'Allemagne ont ainsi eu une croissance supérieure à la croissance américaine après-guerre, parce que le progrès technique mesuré par la PGF a crû à un rythme plus rapide dans ces pays qu'aux États-Unis. Il est important à cet égard de bien faire la distinction entre taux de croissance et niveau de production (de richesse) par habitant. Les pays qui convergent vers les pays plus riches ont logiquement des taux de croissance plus élevés, nourri par le rythme d'un progrès technique « d'imitation ».

Il est possible de compléter cette analyse au travers d'une décomposition comptable de la croissance annuelle moyenne du volume du PIB. Si cette dernière repose sur des hypothèses fortes (fonction de production Cobb-Douglas à rendements d'échelle constants), elle permet cependant de bien distinguer cinq sources de la croissance : la population, le taux d'emploi (ici le rapport de l'emploi total sur la population en âge de travailler), la durée du travail, la productivité globale des facteurs et l'intensité capitaliste (la somme de ces deux dernières composantes correspondant à la contribution de la productivité du travail).

Durant l'essentiel du XX^e siècle, le pays ayant le leadership mondial (les États-Unis) a connu une contribution importante de la productivité à la croissance grâce à de nombreuses innovations qui ont constitué la « seconde révolution industrielle » (énergie électrique, moteur à explosion, chimie-pharmacie). Cette contribution est cependant dégressive au cours des décennies avant de connaître un sursaut entre 1995 et 2005 grâce aux technologies de l'information et de la communication (TIC, base de la « troisième révolution industrielle »). Si la première vague est bien présente dans les pays suiveurs (Japon, Royaume-Uni, zone euro) avec un décalage de plusieurs décennies qui se matérialise pendant les Trente glorieuses, la seconde vague ne se concrétise en revanche pas au début du XXI^e siècle pour ces pays, laissant penser à un décrochage.

Tableau 2 : Sources de la croissance aux États-Unis et dans la zone euro (1890-2015) ; contributions annuelles moyennes (points de pourcentage : pp)

	USA						Euro Area					
	1890-1913	1913-1950	1950-1975	1975-1995	1995-2005	2005-2015	1890-1913	1913-1950	1950-1975	1975-1995	1995-2005	2005-2015
GDP	3.8	3.3	3.5	3.2	3.4	1.4	2.4	1.0	5.1	2.5	2.0	0.6
Capital deepening	0.6	0.5	0.7	0.2	0.6	0.5	0.5	0.4	1.6	1.0	0.5	0.6
Population	1.9	1.2	1.4	1.1	1.0	0.8	0.8	0.4	0.7	0.3	0.4	0.4
Employment rate	0.5	0.0	0.1	0.8	0.1	-0.5	0.0	-0.5	-0.2	-0.1	0.8	-0.1
Hours worked	-0.4	-0.9	-0.4	0.0	-0.2	-0.1	-0.3	-0.5	-0.7	-0.6	-0.4	-0.3
TFP	1.3	2.5	1.8	1.1	1.8	0.6	1.4	1.2	3.6	1.8	0.7	0.2

Lecture : En moyenne, de 1890 à 1913, le PIB des États-Unis a crû de 3,8 % par an (contre 2,4 % dans la zone euro). Les contributions à cette croissance sont de 1,3 pp pour la PGF (TFP en anglais), 0,6 pp pour l'intensité capitaliste, 1,9 pp pour la population, 0,5 pp pour le taux d'emploi et -0,4 pp pour la durée du travail.

Source : Bergeaud, A., Cette G., Lecat R., « Total Factor Productivity in Advanced Countries: A Long-Term Perspective », *International Productivity Monitor*, p. 7, 2017.

Comprendre que le progrès technique est endogène et qu'il résulte en particulier de l'innovation

Le progrès technique présente plusieurs dimensions.

- Il peut permettre de produire de plus grandes quantités avec un même niveau de travail et de capital (d'où la hausse de la PGF), de créer de nouveaux produits, de produire des produits de meilleure qualité et de produire une plus grande variété de modèles pour un même bien.
- Le progrès technique est donc le résultat d'un processus d'innovation : il permet de créer ou d'améliorer les techniques de production (innovations de procédé) ou de créer ou d'améliorer les produits (innovations de produit). Les innovations de procédé correspondent à de nouvelles techniques de production ou à l'amélioration de techniques de production existantes. Elles permettent d'accroître la productivité (exemple : le toyotisme). Les innovations de produit représentent la création de nouveaux biens ou l'amélioration de biens existants (exemple : les smartphones).

Au niveau microéconomique, si l'on suit J.A. Schumpeter (1911), cette dynamique de l'innovation est assumée par l'entrepreneur, qui reçoit en contrepartie un profit plus important, en lien avec la prise de risque qu'elle induit. L'entrepreneur-innovateur se trouve en effet dans une situation de monopole temporaire. Monopole, parce qu'il est le seul offreur sur le marché du nouveau produit ou de la nouvelle variété, ou bien encore parce qu'il est le seul à utiliser la nouvelle technique de production. Temporaire, jusqu'à ce que des concurrents soient capables d'offrir un produit similaire ou un produit plus innovant. Ce monopole temporaire peut évidemment être régénéré. Par exemple, Intel a réussi depuis 1965 à doubler la puissance de calcul des microprocesseurs tous les 18 mois en moyenne (loi de Moore), lui permettant ainsi de maintenir son monopole temporaire à chaque nouvelle génération de microprocesseur.

Au niveau macroéconomique, à la différence du modèle de Solow (1957), au sein duquel le progrès technique était réputé exogène (il ne résulte pas de raisons économiques), les théories de la croissance endogène, qui se développent à partir des années 1980, cherchent à expliquer le rythme et l'orientation du progrès technique. Dans ces théories, le progrès technique résulte d'investissements qui vont permettre d'augmenter la productivité globale des facteurs. Ces investissements sont des dépenses en recherche et développement (R&D), en formation, en capital physique (machines) et aussi en infrastructures publiques, dans la mesure où chacun de ces investissements génère des externalités positives. Comment ces investissements peuvent-ils agir sur la productivité globale des facteurs ?

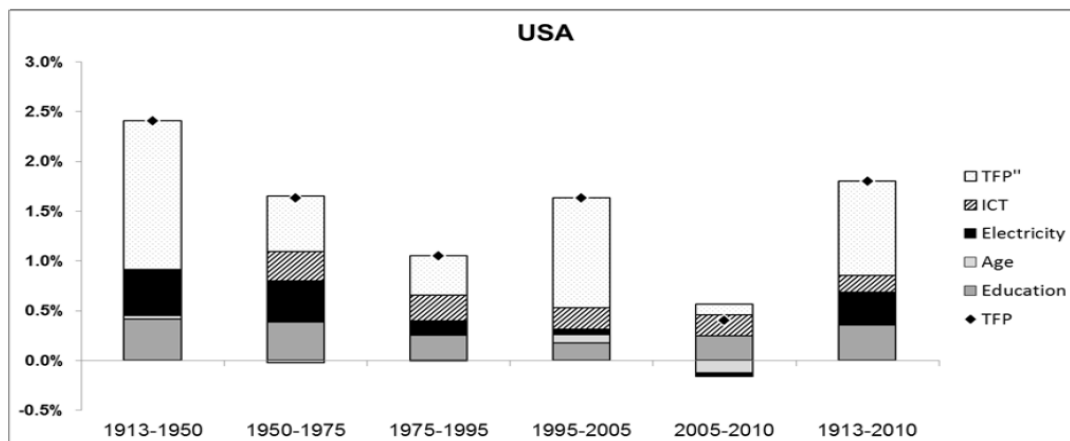
En augmentant leurs dépenses de R&D (investissement immatériel), les entreprises augmentent la probabilité de découvrir et de mettre en vente un nouveau produit ou une production réalisée avec une nouvelle technique de production permettant d'augmenter la productivité ou la qualité de la production et par là-même d'augmenter leur valeur ajoutée et leurs profits. En améliorant le niveau de compétences de la population active (capital humain), l'État (grâce à la formation initiale) et les entreprises (par le biais de la formation continue) augmentent la productivité des travailleurs et leur capacité à adopter de nouvelles techniques de production. Les entreprises investissant dans des machines (investissement matériel) augmentent leur capacité de production ou leur productivité et génèrent des goulots d'étranglement qui vont à leur tour nécessiter de nouveaux investissements. Ainsi, une hausse de la productivité à une étape de la chaîne de valeur entraîne un manque de biens intermédiaires, par exemple si la productivité n'a pas été augmentée au même rythme en amont. L'entreprise ou ses fournisseurs doivent alors investir dans de nouvelles machines pour répondre à la demande et éviter un ralentissement de la production. De la même manière, des infrastructures numériques de qualité (investissement public) génèrent des externalités en permettant aux entreprises bénéficiant par exemple de la fibre pour leurs communications de doper leur productivité.

Pour bien comprendre les processus de croissance, il convient donc d'endogénéiser de nouveaux facteurs (tels le niveau d'éducation ou l'âge moyen du stock des équipements) et les chocs technologiques (en particulier les révolutions de l'énergie électrique et des TIC). Les pays à plus forte croissance (et/ou à plus fort niveau de richesse) vont être ceux qui investissent davantage dans tous les facteurs qui augmentent la PGF : la croissance devient pour partie endogène.

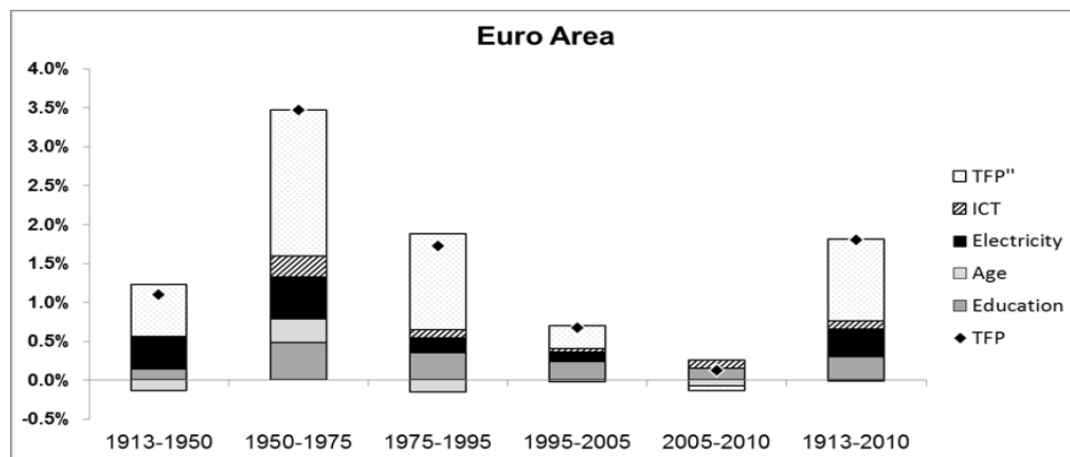
Antonin Bergeaud et *al.* (2017) se sont efforcés d'expliquer la faiblesse de la croissance de la productivité sur la période récente (2005-10) au travers de cette addition de facteurs.

Tableau 3 : Facteurs affectant la croissance de la PGF (ou TFP) aux États-Unis et dans la zone euro (1913-2010) ; (en points de pourcentage)

Panel A:



Panel B:



Source : Bergeaud, A., Cetté G., Lecat R., « Total Factor Productivity in Advanced Countries: A Long-Term Perspective », *International Productivity Monitor*, p. 15, 2017.

Les théories de la croissance endogène considèrent donc que la croissance est un phénomène cumulatif. Ainsi, le progrès technique favorise la croissance, qui elle-même permet de financer les investissements à l'origine du progrès technique. Par ailleurs, un investissement supplémentaire engendre toute une série d'externalités positives. Dans la plupart des cas, grâce à ces investissements, le niveau des connaissances progresse, un savoir-faire nouveau est développé. Les clusters (pôles de compétitivité) illustrent par ailleurs les externalités positives liées aux effets d'agglomération (A. Marshall, 1920).

Comprendre comment les institutions (notamment les droits de propriété) influent sur la croissance en affectant l'incitation à investir et innover ; savoir que l'innovation s'accompagne d'un processus de destruction créatrice

Les entreprises engagent des dépenses de R&D pour les mêmes raisons qu'elles achètent de nouvelles machines et de nouvelles usines : pour doper leur profit. En augmentant leurs dépenses de R&D, elles renforcent la probabilité d'innover (renouveler leur gamme de produits ou utiliser une nouvelle technique de production), détruisant ou abandonnant par là-même les précédent(e)s, et ainsi d'augmenter leurs profits. Les résultats de la R&D sont surtout des idées. Or, si une nouvelle machine ou une nouvelle usine ne peut se faire voler, une idée peut se faire copier par une autre entreprise. La protection apportée par les brevets, qui permet d'exclure quiconque de l'utilisation d'une innovation, est alors déterminante.

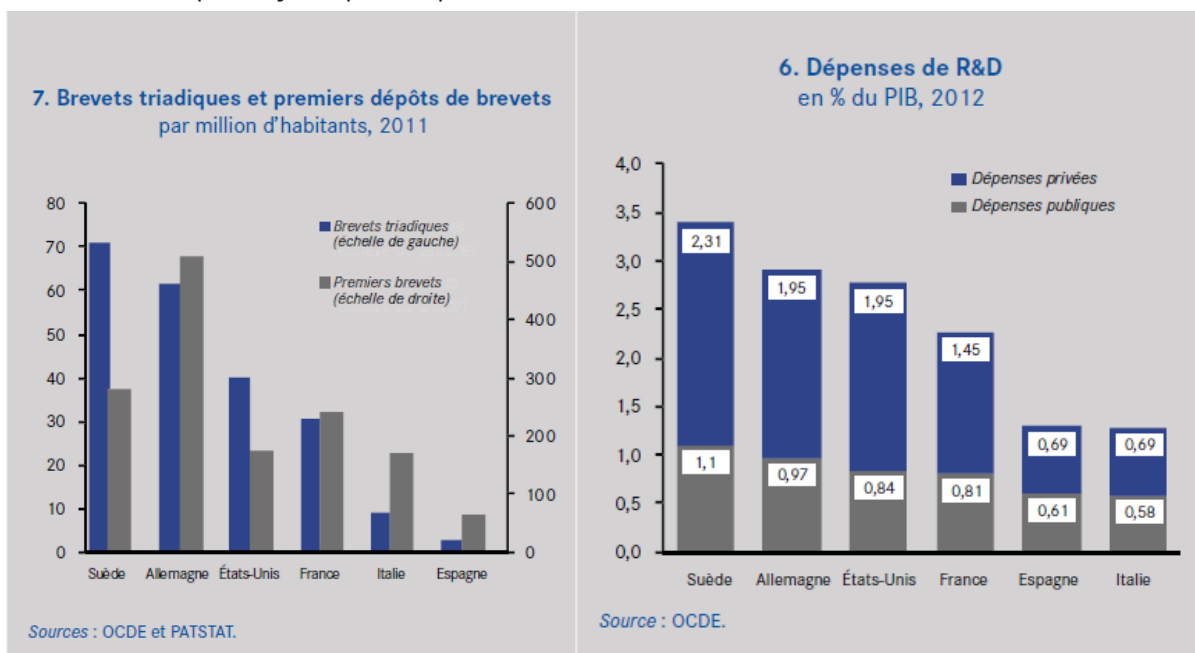
L'entrepreneur sera d'autant plus incité à innover qu'il espère pouvoir prolonger une situation de monopole temporaire le plus longtemps possible, augmentant d'autant ses profits. En revanche, si l'entreprise ne peut pas s'approprier les profits résultant du développement de ses nouveaux produits, elle n'engagera pas de dépenses de R&D et le taux de progrès technique sera faible. C'est pourquoi les pays développés ont édicté des lois sur la propriété intellectuelle et attribuent des brevets. Un brevet donne à l'entreprise qui, la première, a réalisé une innovation (un nouveau produit ou une nouvelle technique) le droit d'exclure quiconque (les autres producteurs) de la production ou de l'utilisation de cette innovation pour une durée définie.

Pour autant, il ne faut pas à l'inverse que le brevet soit un frein à la diffusion du progrès technique. Par exemple, le brevet qui permet de rémunérer la prise de risque de l'innovateur dans l'industrie pharmaceutique ne doit pas être un frein à la diffusion des médicaments aux populations défavorisées. Ainsi, dans certains cas, comme pour le traitement du Sida, des accords permettent à la fois le financement de la R&D des industries pharmaceutiques et la vente de médicaments à prix plus faible dans les pays émergents.

Les institutions des pays démocratiques assurent le respect de la propriété et notamment de la propriété intellectuelle. Elles permettent par conséquent aux agents économiques de former des anticipations, de réaliser des investissements en R&D puisque leurs droits de propriété seront garantis. Elles fournissent ainsi un cadre institutionnel favorable à la croissance. *A contrario*, dans les pays les moins avancés, faute d'institutions adaptées, de règles de la protection de la propriété intellectuelle clairement établies, mais aussi de marchés financiers développés (permettant le drainage de l'épargne nécessaire au financement des investissements d'innovation), de stabilité politique (rassurant sur la stabilité du cadre juridique et notamment des droits de propriété), les investissements, notamment en R&D, ne peuvent être réalisés et la croissance s'en trouve limitée.

On remarque par ailleurs que les pays les plus innovants, c'est-à-dire les pays dans lesquels le nombre de brevets « triadiques » (des brevets conjointement déposés dans les trois pôles économiques mondiaux afin de garantir la protection de l'innovation à l'échelle planétaire) rapporté à la population est le plus élevé (voir activité pédagogique 1 proposée dans cette ressource), sont ceux qui ont établi de nombreux

liens entre recherche fondamentale, recherche appliquée et développement expérimental. Ainsi, en Suède, en Allemagne et aux États-Unis, les liens entre entreprises et universités sont nombreux et la part des dépenses de R&D financée par les entreprises y est plus importante.



Source : Artus, P. et al. (2014), [*Redresser la croissance potentielle de la France*](#), Note du CAE n°16 (2014).

Finalement, en même temps qu'elle est génératrice de progrès technique et de croissance, l'innovation détourne des facteurs de production de leur emploi habituel et conduit à un processus qualifié de « destruction créatrice », c'est-à-dire un processus de destruction d'activités anciennes et de création d'activités nouvelles du fait des innovations. De manière progressive, les structures de production existantes deviennent donc obsolètes (en raison d'une moindre rentabilité) et disparaissent au profit de nouveaux produits et/ou marchés, de nouvelles matières premières et/ou sources d'énergie, voire de nouveaux types d'organisation industrielle. Cela implique en même temps des réallocations dans l'emploi du facteur travail : destruction d'emplois et créations de nouveaux, disparition de métiers et émergence de nouveaux. La question de l'accompagnement de ces réallocations (notamment au moyen des dispositifs de formation) est donc essentielle. La dimension discontinue des innovations (qui apparaissent souvent « en grappe ») donne souvent à la croissance économique une allure cyclique d'autant plus marquée que l'innovation est plus importante.

Comprendre comment le progrès technique peut engendrer des inégalités de revenus

La transformation des structures de production qui résulte de ces innovations n'est donc pas sans conséquence sur la « structure des emplois » et les niveaux de rémunération. Il y a des gagnants et des perdants du progrès technique.

À l'échelle macroéconomique, qui plus est lorsque les chaînes de valeur sont optimisées à l'échelle mondiale, une majorité des emplois détruits (en particulier dans les pays développés) sont des emplois peu qualifiés, qui exigent des politiques d'accompagnement des pouvoirs publics afin d'éviter un chômage de long terme pour cette catégorie de travailleurs.

À l'échelle mésoéconomique, en présence d'innovation radicale, ce sont des pans sectoriels entiers qui sont susceptibles de disparaître et nécessitent une restructuration/conversion industrielle.

À l'échelle microéconomique, les entreprises innovantes qui s'accaparent un marché sont en mesure de rémunérer davantage leurs actionnaires soit par le versement de dividendes plus élevés, soit par des rachats d'actions dans des proportions plus importantes. Cette rente permet aux entrepreneurs innovants et aux actionnaires de ces entreprises de percevoir des revenus conséquents issus de cette situation de monopole. Dans le cas des « entreprises superstars » (D. Autor *et al.*, 2017), la part des salaires dans la valeur ajoutée diminue en faveur des profits, ce qui contribue à l'accroissement des inégalités dans la mesure où leurs revenus et/ou leurs patrimoines croissent à un rythme plus important que ceux du reste de la population. Ces écarts de progression des revenus (tableau suivant) sont particulièrement visibles aux États-Unis et une lecture plus fine à l'échelle des comtés montre ainsi que les habitants des comtés de la Silicon Valley ont un revenu médian nettement plus élevé que ceux habitant dans des comtés californiens plus éloignés (il est de 126 000 \$ à Santa Clara contre 41 000 \$ à Trinity, pour une moyenne californienne de 75 000 \$ et étatsunienne de 62 000 \$ en 2018).

Tableau 4 : États-Unis : revenu réel moyen des ménages perçu par chaque quintile (en dollars constants, 2017)

Année	Quintile le plus bas	Deuxième quintile	Troisième quintile	Quatrième quintile	Cinquième quintile	Les 5 % des ménages dont les revenus sont les plus élevés
1990	13 072	32 889	54 325	81 907	158 951	253 111
1995	13 372	32 683	54 648	84 007	175 310	302 560
2000	14 498	36 201	60 285	93 716	203 081	360 286
2005	13 407	34 423	58 259	91 635	200 800	353 772
2010	12 387	32 148	55 397	88 872	190 856	323 594
2013	12 220	32 477	56 644	91 144	203 796	352 531
2014	12 102	32 220	56 012	91 037	201 129	344 465
2015	12 889	33 762	58 803	95 223	209 384	363 039
2016	13 221	35 246	60 421	97 225	218 542	383 154
2017	13 258	35 401	61 564	99 030	221 846	385 289

Sources : Artus, P. (2019). *Rééquilibrer les politiques économiques : politique monétaire, politique budgétaire, politique salariale, politique commerciale*, 23 septembre, Flash 1271, Natixis et US Census Bureau.

Ainsi, la croissance est confrontée au défi de la progression des inégalités au sein de la population, notamment aux États-Unis, où les entrepreneurs des TIC de la Silicon Valley voient leurs revenus progresser à un rythme soutenu alors que les Américains percevant les revenus les plus modestes n'ont pas eu d'augmentation de leurs revenus depuis plusieurs décennies, et où la part du revenu national perçue par les 1 % des individus dont les revenus sont les plus élevés progresse également fortement.

Pour autant, si le progrès technique peut engendrer des inégalités de revenu, il permet avant tout de créer davantage de richesses, de répondre aux défis technologiques, environnementaux, sanitaires auxquels les pays sont confrontés et il est du ressort des politiques publiques de limiter les inégalités perçues comme les plus injustes (concentration des hauts revenus et polarisation des emplois qualifiés sur les territoires déjà les plus dynamiques), qui pourraient remettre en cause la croissance, le développement et la stabilité politique des pays.

Comprendre qu'une croissance économique soutenable se heurte à des limites écologiques (notamment l'épuisement des ressources, la pollution et le réchauffement climatique) et que l'innovation peut aider à reculer ces limites

La croissance est par ailleurs confrontée à un autre défi : celui de sa soutenabilité.

La production de biens et de services consomme des ressources naturelles qui ne sont pas toutes renouvelables (par exemple le pétrole) et produisent des externalités négatives sur l'environnement (pollution de l'air, des sols, de l'eau) dont les conséquences sur l'économie mais aussi sur la santé peuvent être importantes. Par exemple, la pollution de l'eau par les rejets issus de l'industrie peut occasionner l'arrêt des productions utilisant l'eau en aval de ces rejets. De même, les conséquences sur la santé (troubles respiratoires) et le risque climatique liés à la hausse de la pollution de l'air sont aussi des conséquences d'une croissance majoritairement carbonée qui posent la question de sa soutenabilité. Plus particulièrement, les émissions de gaz à effet de serre (GES), liées à l'activité économique, font peser un risque climatique et par voie de conséquence une menace sur la croissance économique à venir en cas de réalisation de ce risque.

Afin de permettre à la croissance de devenir soutenable, les innovations seront déterminantes pour assurer une transition énergétique (moteurs électriques ou à hydrogène pour les voitures, amélioration de l'efficacité de la production d'énergie solaire...). Cette transition suppose non seulement des dépenses en R&D, des investissements considérables dans les énergies renouvelables et dans des usines dont les modes de production et dont les productions mêmes permettront de diminuer les émissions de GES, mais aussi la destruction d'une partie du capital productif actuel comme des centrales à charbon, des usines produisant des voitures à moteur thermique..., c'est-à-dire un processus de destruction créatrice.

Ainsi, la réponse à apporter à ces externalités environnementales de la croissance passe par des innovations qui permettent dans le même temps de produire davantage de biens à même de satisfaire les besoins des populations tout en diminuant leur impact environnemental.

Ressources et activités pédagogiques

Activité pédagogique 1 : Comprendre le processus de croissance économique et les sources de la croissance : accumulation des facteurs et accroissement de la productivité globale des facteurs ; comprendre le lien entre le progrès technique et l'accroissement de la productivité globale des facteurs

Objectif : Identifier les différentes sources de l'accroissement de la PGF (productivité globale des facteurs)

L'activité est construite à partir de la note du CAE, intitulée *Redresser la croissance potentielle de la France*, publiée en septembre 2014 sur le site du Conseil d'analyse économique (<http://www.cae-eco.fr/Redresser-la-croissance-potentielle-de-la-France>).

Étapes et ressources préconisées

- **Étape 1 :** À partir des encadrés 6 et 7 de la page 7, on peut établir une corrélation entre les dépenses de R&D et les brevets triadiques.
- **Étape 2 :** À partir des encadrés 2 et 4 des pages 3 et 5, on peut établir une corrélation entre l'investissement et la PGF.
- **Étape 3 :** À partir du tableau 2 de la page 8 et de l'encadré 2 de la page 3, on peut établir une corrélation entre les compétences de la population et la PGF.
- **Étape 4 : Synthèse :** Après avoir identifié dans un tableau récapitulatif les pays dont les performances sont les plus élevées pour les compétences des jeunes et de la population active, l'investissement, les dépenses de R&D, la PGF et la croissance, on peut rédiger un paragraphe argumenté mettant en évidence les corrélations entre formation, investissements (matériels et immatériels), PGF et croissance.

Activité pédagogique 2 : Comprendre comment le progrès technique peut engendrer des inégalités de revenus : l'exemple des TIC

Objectif : Utiliser plusieurs graphiques et tableaux pour compléter un schéma

L'activité est construite à partir de l'article de Dominique GUELLEC et Caroline PAUNOV (2017) intitulé « Digital Innovation and the Distribution of Income », accessible sur <https://www.nber.org/papers/w23987>.

Étapes et ressources préconisées

- **Étape 1 :** À partir du document 1 de la page 1, on peut mettre en évidence le mécanisme par lequel les innovations dans les TIC contribuent à l'augmentation des inégalités.
- **Étape 2 :** À partir du document 2 de la page 5, on peut trouver et expliciter le lien entre la progression des revenus des plus riches et le mécanisme étudié à l'étape 1.
- **Étape 3 :** À partir du document 3 de la page 6 (par pays) et du document 7 de la page 12 (par secteur d'activités), on peut compléter le schéma du document 1 à l'aide de données du document 3 et du document 7 pour mettre en évidence les facteurs de progression des revenus.

Activité pédagogique 3 : Comprendre qu'une croissance économique soutenable se heurte à des limites écologiques (notamment l'épuisement des ressources, la pollution et le réchauffement climatique) et que l'innovation peut aider à reculer ces limites

Objectif : Mettre en relation les risques du réchauffement climatique et les solutions que les innovations pourraient apporter

L'activité est construite à partir du rapport de synthèse sur les changements climatiques 2014 du GIEC, accessible sur https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_fr.pdf.

- **Étape 1 :** À partir de la figure 5 de la page 9, on peut expliquer respectivement les données 430-480 et 720-1000 dans les graphiques a et b et leurs conséquences en matière de hausse de la température.
- **Étape 2 :** À partir de la figure 8 de la page 14, on peut s'interroger sur les risques que le réchauffement climatique fait peser sur la croissance d'une part, sur l'espérance de vie d'autre part.
- **Étape 3 :** À partir du tableau 3 de la page 28, on peut relever des exemples d'innovations qui pourraient limiter les causes du réchauffement climatique.
- **Étape 4 : Synthèse :** À partir d'un exemple d'innovation, on peut montrer comment il est possible de reculer les limites économiques de la croissance, tout en limitant son impact sur l'environnement.

Bibliographie et sitographie indicatives

- Aghion, P. Bergeaud, A. Boppart, T. Kelenow, P. Li, H. (2019), *A Theory of Falling Growth and Rising Rents*, Federal Reserve Bank of San Francisco, Working Paper Series, n°2019-11. <https://www.frbsf.org/economic-research/files/wp2019-11.pdf>
- Aghion, P. Akcigit, U. Bergeaud, A. Blundell, R. Hemous, D. (2019), *Innovation and Top Income Inequality*, The Review of Economic Studies, Volume 86, Issue 1. <https://academic.oup.com/restud/article/86/1/1/5026613>
- Artus, P. (2019), *Rééquilibrer les politiques économiques : politique monétaire, politique budgétaire, politique salariale, politique commerciale*, Flash 1271 (23 septembre), Natixis. <https://www.optionfinance.fr/blogs-analyses/le-blog-de-patrick-artus/reequilibrer-les-politiques-economiques-monetaire-budgetaire-salariale-commerciale.html>
- Artus, P. Garcia-Penalosa, C. Mohnen, P. (2014), *Redresser la croissance potentielle de la France*, Note du CAE, n°16, <http://www.cae-eco.fr/Redresser-la-croissance-potentielle-de-la-France>
- Autor, D. Dorn, D. Katz, L. Patterson, C. Van Reenen, J. (2017), *The Fall of the Labor Share and the Rise of Superstar Firms*, NBER Working Paper Series, n° 23396. <https://www.nber.org/papers/w23396>
- Bergeaud, A. Cette, G. Lecat, R. (2017), *Total Factor Productivity in Advanced Countries: A Long-Term Perspective*, International Productivity Monitor, pp. 6-24. http://www.csls.ca/ipm/32/Bergeaud_Cette_Lecat%20Version%202.pdf
- Blanchard, O. Cohen, D. (2020), *Macroéconomie*, Pearson, 8^e édition.
- Guellec, D. Paunov, C. (2017), *Digital Innovation and the Distribution of Income*, NBER Working Paper Series, n° 23987. <https://www.nber.org/papers/w23987>

- Guellec, D. Ralle, P. (2003), *Les nouvelles théories de la croissance*, La Découverte, Collection Repères, 5^e édition.
- Maddison, A. (1991), *Dynamic Forces in Capitalist Development*, Oxford University Press.
- Marshall, A. (1890), *Principles of Economics*, MacMillan.
- Marshall, A. (1920), *Industry and Trade*, Third Edition, <https://socialsciences.mcmaster.ca/econ/ugcm/3ll3/marshall/Industry&Trade.pdf>
- Solow, R. (1957), *Technical Change and the Aggregate Production Function*, The Review of Economics and Statistics, Vol. 39, n° 3. <http://www.piketty.pse.ens.fr/files/Solow1957.pdf>
- Schumpeter, J.A. (1911), *Théorie de l'évolution économique : recherche sur le profit, le crédit, l'intérêt et le cycle de la conjoncture*.

Données statistiques :

- Pour la France : INSEE : <https://www.insee.fr/fr/accueil>
- Pour les pays européens : Eurostat : <https://ec.europa.eu/eurostat/fr/home>
- Pour les États-Unis : <https://www.census.gov/> et <https://www.bea.gov/>
- Pour les comparaisons internationales : <https://www.oecd.org/fr/> , notamment les enquêtes PISA et PIAAC.

Recherche :

- National Bureau of Economic Research NBER : <https://www.nber.org/>
- Centre for Economic Policy Research CEPR : <https://cepr.org/>
- <http://www.longtermproductivity.com/>