



Une société post-croissance pour le XXI^e siècle

Peut-on prospérer sans attendre le retour de la croissance ?

Damien Demailly, Lucas Chancel (Iddri),
Henri Waisman, Céline Guivarch (Cired)

LA CROISSANCE, UNE OBSESSION POLITIQUE

Dans les discours politiques, de droite comme de gauche, la croissance économique est invoquée comme la solution aux problèmes économiques et sociaux, i.e. une condition sine qua non de la prospérité individuelle et collective. Pour les tenants de ces discours, une forte croissance est non seulement souhaitable, mais elle est également un objectif atteignable pour peu que l'on s'en donne les moyens.

DES TAUX DE CROISSANCE EN BAISSÉ DEPUIS QUARANTE ANS ET UN AVENIR INCERTAIN

La littérature académique montre qu'au-delà de la crise actuelle, il existe de nombreux doutes sur la capacité des pays à renouer avec une croissance élevée. De nombreux facteurs, comme la tertiarisation des économies, le rythme et la nature des innovations technologiques ou les évolutions démographiques, impliquent que la croissance moyenne au sein de l'Union européenne pourrait être plus faible dans les prochaines décennies qu'au cours des trente dernières années.

LA PROBLÉMATIQUE ENVIRONNEMENTALE RENFORCE CETTE INCERTITUDE

La gravité des enjeux environnementaux est tantôt vue comme une opportunité de provoquer une nouvelle révolution industrielle porteuse de croissance, et tantôt perçue comme une contrainte qui ralentirait plus encore l'économie. L'exercice de modélisation mené dans ce rapport étudie les liens entre climat et macroéconomie. Il renforce le diagnostic d'incertitude sur l'avenir de la croissance économique. Dans le cadre d'hypothèses pessimistes, mais plausibles, pour les décennies à venir (sur les ressources énergétiques, le coût des énergies renouvelables ou l'évolution des modes de vie), l'environnement réduit significativement la croissance.

PROSPÉRER SANS CROISSANCE, UNE AMBITION POLITIQUE

Cette étude montre que des taux de croissance très faibles dans le futur n'imposent pas de renoncer à la prospérité telle qu'on la conçoit dans les démocraties européennes. Les liens entre emploi, protection sociale, équité, bien-être d'une part, et croissance économique d'autre part, sont moins solides qu'on ne le pense. En matière d'emploi, certains auteurs soutiennent qu'au-delà des crises économiques, ce n'est pas la croissance qui génère de l'emploi, mais l'inverse. En matière de bien-être déclaré ou de performances sanitaires, une fois un certain niveau de vie atteint, les politiques d'égalité sont une puissante force de progrès, pas la croissance. Néanmoins, la réduction des inégalités économiques ainsi que le financement de la protection sociale sont rendus plus difficiles dans un contexte de croissance faible qui appelle donc à délibérer et à arbitrer davantage. Prospérer dans un monde post-croissance impose de faire plus de politique.

Copyright © 2013 IDDRI

En tant que fondation reconnue d'utilité publique, l'Iddri encourage, sous réserve de citation (référence bibliographique et/ou URL correspondante), la reproduction et la communication de ses contenus, à des fins personnelles, dans le cadre de recherches ou à des fins pédagogiques. Toute utilisation commerciale (en version imprimée ou électronique) est toutefois interdite.

Sauf mention contraire, les opinions, interprétations et conclusions exprimées sont celles de leurs auteurs, et n'engagent pas nécessairement l'Iddri en tant qu'institution ni les individus ou les organisations consultés dans le cadre de cette étude.

Citation : Demailly, D., Chancel, L., Waisman, H., Guivarch, C. (2013). *Une société post-croissance pour le XXI^e siècle - Peut-on prospérer sans attendre le retour de la croissance ?*, Studies n°08/13, Iddri, Paris, France, 80 p.

Contexte :

Ce travail a bénéficié du soutien financier du groupe des Verts-ALE au Parlement européen.



☆☆☆

Les auteurs tiennent à remercier Pierre Barthélémy, Tancrède Voituriez, Thomas Spencer, Sébastien Treyer, Michel Colombier, Laurence Tubiana (Iddri), Xavier Timbeau, Gérard Cornilleau, Jean-Charles Hourcade, Jean Gadrey, Robert Boyer, Patrick Verley, Dominique Meda, Pierre Cahuc, Fridolin Kraussman, Dan O'Neill, Stéphane Hallegatte.

☆☆☆

Ce travail a bénéficié d'une aide de l'État gérée par l'Agence nationale de la recherche au titre du programme « Investissements d'avenir » portant la référence ANR-10-LABX-01.

☆☆☆

Pour toute question sur cette publication, merci de contacter les auteurs :

Damien Demailly – damien.demailly@iddri.org

Lucas Chancel – lucas.chancel@iddri.org

Henri Waisman – waisman@centre-cired.fr

Céline Guivarch – guivarch@centre-cired.fr

ISSN 2258-7535

Une société post-croissance pour le xxi^e siècle

**Peut-on prospérer sans attendre
le retour de la croissance ?**

Damien Demailly, Lucas Chancel (Iddri),
Henri Waisman, Céline Guivarch (Cired)

RÉSUMÉ EXÉCUTIF

CONTEXTE : UN DISCOURS INAUDIBLE SUR LA CROISSANCE

Depuis les années 1970, les taux de croissance des pays européens les plus riches sont atones, voire en baisse, et l'Europe n'est pas la seule concernée. Pour les générations post-Trente Glorieuses, nées à partir des années 1970, le discours politique sur le retour de la croissance devient de plus en plus désuet.

Certains responsables espèrent un retour des Trente Glorieuses ou l'avènement d'une nouvelle révolution industrielle, quand d'autres se satisferaient d'une croissance de 2 % par an une fois la crise passée¹. Par ailleurs, pour la très grande majorité des politiques, la croissance est synonyme de prospérité : il faut plus de croissance pour créer plus d'emplois, réduire les inégalités, maintenir la qualité des États-providence et, au final, rendre les gens heureux.

Ces discours politiques sur la croissance sont doublement insatisfaisants. Malheureusement, les auteurs qui développent une pensée alternative à la croissance ne répondent pas non plus à cette insatisfaction. D'une part parce que la démonstration d'une fin de la croissance économique rendue

inéluçtable par la finitude des ressources du monde nous semble fragile, tout comme les espoirs d'une nouvelle vague de croissance portée par les technologies vertes. D'autre part, la littérature sur les indicateurs alternatifs au PIB discute des objectifs sociaux et environnementaux qui doivent primer, mais elle en dit souvent trop peu sur le rôle que joue la croissance du PIB dans l'atteinte de ces objectifs, que ce soit en matière d'emploi, d'égalité de revenus ou d'accès aux services essentiels comme la santé ou l'éducation.

OBJECTIFS DU RAPPORT

Afin de répondre à cette insatisfaction relative au discours politique mais aussi médiatique sur la croissance, nous tentons d'apporter dans ce rapport des éléments de réponse à ces deux questions :

1. Peut-on avoir des certitudes sur l'avenir de la croissance ?
2. Dans l'hypothèse d'une croissance faible pour les décennies à venir, oscillant par exemple entre 1 % de croissance annuelle et la stagnation du PIB, peut-on prospérer ?

Pour répondre à ces questions, nous avons étudié la littérature académique en économie, organisé des séminaires réunissant des praticiens, politiques et experts² et procédé à un exercice de modélisation pour étudier dans le détail les liens entre la problématique énergie-climat et l'économie.

2. Les enseignements de ce rapport découlent en partie des séminaires « croissance et prospérité » organisés par l'Iddri en partenariat avec l'OFCE, le CIREN, la FNH et l'Institut Veblen.

1. Y a-t-il un « biais » des politiques à l'optimisme envers la croissance ? Nous pensons que c'est souvent le cas à moyen et long termes, comme en témoignent les espoirs de nouvelle vague de croissance, ainsi qu'à court terme (voir par exemple les prévisions de croissance du gouvernement français depuis dix ans qui ont surestimé la croissance pour l'année suivante de près d'un point - soit autant que la croissance moyenne sur la période). Est-ce grave de surestimer la croissance ? Evidemment à court terme : voir par exemple le creusement des déficits pendant les dernières décennies. À plus long terme ? Pas tant que les actions politiques engagées aujourd'hui ne rendent pas la croissance forte indispensable.

LA CROISSANCE A-T-ELLE UN AVENIR DANS LES PAYS DÉVELOPPÉS ?

La croissance supérieure à 1 % par an est un phénomène récent dans l'histoire de l'humanité, et les taux observés après la Seconde Guerre mondiale en Europe notamment constituent eux-mêmes une exception. La croissance est le résultat de mécanismes complexes pouvant être liés à des facteurs comme la composition de l'économie (tertiarisation), la diffusion de nouvelles technologies avec un fort potentiel transformateur, l'énergie ou encore le compromis social. Force est de constater que les économistes sont bien incapables de faire des prévisions robustes sur plusieurs décennies.

La croissance économique est en baisse depuis quarante ans dans la plupart des pays riches, et la situation de croissance faible pourrait bien perdurer, voire s'accroître. En effet, il n'est pas inenvisageable que les nouvelles technologies d'aujourd'hui soient moins « radicales » que celles qui ont impulsé les révolutions industrielles, ou que le processus de tertiarisation à l'œuvre dans les pays industrialisés ralentisse durablement les gains de productivité, en particulier dans les pays qui font le choix de modèles de développement reposant sur l'éducation, la santé, la prise en charge des personnes âgées, et plus généralement sur des services à fort contenu « relationnel ».

Il faut ajouter à cela le défi de la raréfaction des ressources énergétiques et de la réduction des émissions mondiales de gaz à effet de serre. Là encore, les controverses sont nombreuses. Si pour certains la décroissance économique est inéluctable, pour d'autres ces défis environnementaux constituent une réelle opportunité pour relancer la croissance, et initier une nouvelle révolution industrielle. Comme nous l'avons vu, l'état des ressources naturelles est parfois inquiétant. Néanmoins, pour savoir quel pourrait être l'impact macroéconomique de la raréfaction des ressources énergétiques ou de la réduction des émissions, il faut avoir recours à un modèle économie-énergie-climat comme celui du CIREN que nous utilisons. Il en ressort que si les hypothèses les plus pessimistes se confirment (sur les ressources énergétiques, l'évolution du coût des technologies bas carbone ou des modes de vie), l'impact macroéconomique peut être de l'ordre de plusieurs dixièmes de point de croissance annuelle en moins pendant la transition, dans les vingt prochaines années. Si la croissance est par ailleurs déjà faible, c'est très substantiel.

Il existe donc une incertitude « radicale » sur l'avenir de la croissance économique. Les choix politiques que nous prendrons et les technologies que nous inventerons demain demeurent incertains. Cela ouvre par conséquent une large gamme

de futurs économiques possibles avec autant de résultats en matière de croissance. Et l'hypothèse d'une croissance faible, oscillant péniblement autour de 1 %, d'une stagnation ou pire, ne peut être écartée.

PEUT-ON PROSPÉRER SANS CROISSANCE ?

Dans les discours politiques, croissance et prospérité sont souvent synonymes. Pour autant, il ressort de ce rapport que s'adapter à des taux de croissance très faibles n'impose pas de renoncer aux objectifs poursuivis par les puissances publiques en matière d'emploi, de réduction des inégalités économiques, de protection sociale ou encore de bonheur déclaré.

Les liens entre croissance et prospérité sont beaucoup moins forts qu'on peut généralement le penser. Ainsi, il n'y a plus de corrélation entre bonheur déclaré et croissance de long terme dans les pays les plus riches, pas plus qu'entre emploi et croissance de long terme. Emploi et croissance apparaissent très corrélés à court terme, mais pour de nombreux économistes c'est moins la croissance qui tire l'emploi que le retour de l'emploi qui ramène la croissance : pas besoin de croissance pour faire de l'emploi donc, mais plutôt un besoin tautologique de « politiques de l'emploi » (marché du travail, stratégie industrielle, politique salariale, emplois publics, etc). De même, si bonheur et croissance sont bien corrélés à court terme, cela passe essentiellement par l'emploi : ce ne serait pas tant de croissance mais d'emploi dont les gens ont besoin pour être heureux.

En revanche, les liens entre croissance, inégalités de long terme ou protection sociale sont beaucoup plus présents. Une croissance plus faible creuse les inégalités de revenu sur le long terme, alors même que celle-ci apparaît comme essentielle au bonheur déclaré ou à l'efficacité des systèmes de santé. Une société de croissance faible doit donc redoubler d'efforts en matière de redistribution.

De même, nous observons que la croissance faible complique les arbitrages à réaliser pour assurer le financement des systèmes de retraite par répartition : sans croissance, il faut d'autant plus augmenter les prélèvements et/ou travailler plus longtemps et/ou baisser *relativement* les pensions. De même avec le secteur de la santé : sans croissance aussi forte du reste de l'économie, il faut d'autant plus augmenter les prélèvements et/ou couper les dépenses et/ou réformer en profondeur le système. Au final, sans la « bulle d'air » de la croissance, il faut d'avantage réformer, faire davantage de politique.

Malheureusement, que ce soit pour réduire les inégalités ou réformer la protection sociale, le contexte de croissance faible est un puissant frein politique. Le gâteau ne grandissant plus aussi vite qu'avant, il est intuitivement plus difficile de modifier la répartition entre travailleurs et rentiers, actifs et inactifs, ou d'arbitrer collectivement entre des services de santé publics et de la consommation privée. Un régime de croissance plus faible impose donc davantage d'arbitrages et rend ces arbitrages encore plus délicats politiquement.

Rappelons pour finir ce que nous esquissions plus haut. Il ressort de l'analyse que ce n'est pas tant le taux de croissance de l'économie d'une société qui importe en matière de prospérité, mais plutôt les choix individuels et collectifs que nous effectuons : adopter ou non un modèle de développement reposant sur des services « relationnels », atteindre ou non nos objectifs climatiques. De ces choix résultent différents niveaux de prospérité et de croissance économique. Le niveau et la croissance du PIB sont avant tout le résultat de ces choix de trajectoires de développement, ils ne déterminent pas la prospérité des pays industrialisés. Cette conclusion pourra paraître triviale pour certains, elle n'en est pas moins fondamentale. Le « détour » par la croissance du PIB³ pour atteindre la prospérité, opéré dans de nombreux discours politiques, semble à bien des égards inutile et – après des décennies de croissance faible – désuet.

3. Il est fait dans les discours, est-il fait dans la réalité ?

Il est temps aujourd'hui pour les responsables politiques de porter un nouveau regard sur la croissance, d'accepter l'incertitude radicale qui pèse sur elle et de construire d'abord une narration positive de l'avenir sans faire y faire référence, ensuite une société qui s'en émancipe concrètement : une société post-croissance. Nous espérons leur avoir donné quelques éléments de réflexion pour redevenir audibles auprès de la génération post-Trente Glorieuses. Nous espérons par ailleurs avoir incité les chercheurs à approfondir les questions laissées en suspens : une macroéconomie post-croissance reste encore à construire. ■

Peut-on croître économiquement dans un monde fini ?

La rarefaction des ressources énergétique ou les politiques climatiques constituent-elle un frein à la croissance ? L'étude des quantités de pétrole, de gaz et de charbon à la disposition des sociétés nous donne le cadre matériel dans lequel l'économie doit opérer. Mais pour comprendre les évolutions complexes à l'intérieur de ce cadre, il est utile de passer par un exercice de modélisation économique.

Nous avons fait appel au modèle économie-énergie-climat du CIRED, IMACLIM, également utilisé par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), pour discuter de l'impact macroéconomique des enjeux environnementaux que sont l'énergie et le climat. Il ressort de l'analyse que si les hypothèses les plus pessimistes se confirment (sur les ressources énergétiques, l'évolution du coût des technologies bas carbone ou des modes de vie), l'impact macroéconomique des politiques de lutte contre le changement climatique et/ou de la rarefaction énergétique serait de plusieurs dixièmes de point de croissance. Si la croissance est par ailleurs déjà faible (cf. chapitre 1), cela est substantiel.

Il faut évidemment prendre avec précaution les résultats chiffrés des modèles. Tout d'abord parce qu'en prenant les hypothèses les plus optimistes et non les plus pessimistes, le coût macroéconomique devient quasiment négligeable. Ensuite parce que ce sont des ordres de grandeur et non des prédictions exactes, et que la confiance que chacun peut avoir dans ces ordres de grandeurs dépend de la confiance qu'il a dans la façon dont IMACLIM représente les interactions entre l'économie, l'énergie et le climat.

De manière plus générale, IMACLIM, comme tous les modèles du même genre, n'est pas construit pour dire si nous pouvons croître malgré la contrainte énergétique ou malgré la contrainte climatique, mais pour explorer différentes trajectoires possibles de développement. Ainsi, alors que le débat politique et médiatique en matière d'environnement nous semble se focaliser sur les nouvelles technologies, nous montrons dans ce rapport que l'évolution des modes de vie apparaît comme encore plus déterminante. On peut prolonger les modes de vie non durables d'aujourd'hui et faire le pari de l'innovation purement technologique : mais cette « stratégie » pourrait se révéler très coûteuse d'un point de vue macroéconomique, ne serait-ce qu'à cause de sa plus grande sensibilité à l'effet rebond.

Liste des encadrés

Peut-on croître économiquement dans un monde fini ?	5
Encadré 1.1. Mesure du revenu et de la croissance économique sur le temps long	12
Encadré 1.2. La faiblesse des mesures de productivité dans les services	20
Encadré 2.1. Ressources énergétique et unités de mesure	28
Encadré 2.2. Représentations du futur et modèles d'évaluation intégrée	41
Encadré 2.3. Trajectoires d'émissions de carbone et augmentation de température	46
Encadré 3.1. Croissance faible et chômage au Japon	57
Encadré 3.2. Croissance faible, inégalités et système de santé	65

Liste des figures

Figure 1.1. 2000 ans de croissance économique	13
Figure 1.2. Évolution du revenu des 90 % les plus pauvres en France, en Allemagne, au Royaume-Uni et aux États-Unis	15
Figure 1.3. Évolution de la productivité horaire dans l'UE	16
Figure 1.4. Taux de croissance de la productivité en Suède	17
Figure 1.5. Taux de croissance de la productivité aux États-Unis	17
Figure 1.6. Croissances comparées de la productivité du travail dans les services et dans l'industrie manufacturière	19
Figure 2.1. Consommation de ressources naturelles au niveau mondial (1900-2005)	27
Figure 2.2. Consommation de ressources naturelles en Europe de l'Ouest (1950-2010)	27
Figure 2.3. Réserves, ressources et potentiel de charbon au niveau mondial	27
Figure 2.4. Réserves mondiales de pétrole en 2010	29
Figure 2.5. Découvertes de pétrole et de gaz dans le monde (1900-2020)	29
Figure 2.6. Réserves mondiales de gaz naturel en 2010	29
Figure 2.7. Répartition géographique des gaz de schiste	30
Figure 2.8. Réserves mondiales de charbon en 2010	30
Figure 2.9. Ressources mondiales d'uranium en 2010	31
Figure 2.10. Origine géographique des importations d'uranium vers l'UE	31
Figure 2.11. Part des importations d'énergie primaire en 2005	31
Figure 2.12. Énergie importée ou exportée dans le monde de manière indirecte	32
Figure 2.13. Risque d'approvisionnement et importance économique pour l'Union européenne	33
Figure 2.14. Évolution des ressources mondiales en eau par habitant et par région (1960-2010)	34
Figure 2.15. Importations de produits agricoles dans l'UE (1999-2008)	35
Figure 2.16. Éventail des futurs modélisés	43
Figure 2.17. Impact des ressources de pétrole sur l'économie en Europe (2010-2050)	44
Figure 2.18. Émissions mondiales de CO ₂ sous politiques climatiques (2010-2100)	45
Figure 2.19. Impacts des 432 scénarios sur le PIB mondial et prix du CO ₂ associé (2010-2100)	45
Figure 2.20. Écarts moyens entre le scénario climat et le scénario tendanciel	47
Figure 2.21. Coût de la transition et diffusion des nouvelles technologies à l'échelle mondiale (2010-2100)	48
Figure 2.22. Coût de la transition et modification des comportements à l'échelle mondiale (2010-2100)	48
Figure 3.1. Extrait de la <i>Richesse des Nations</i> (<i>The Wealth of Nations</i> , 1776), Adam Smith	51
Figure 3.2. Extrait de <i>Perspectives économiques pour nos petits-enfants</i> (<i>Economic Possibilities for our Grandchildren</i> , 1930), J.-M. Keynes	51
Figure 3.3. Écart à la croissance potentielle et bonheur déclaré	53
Figure 3.4. Revenu moyen et bonheur déclaré	53
Figure 3.5. Évolution du bonheur déclaré dans le temps (France, Allemagne, Italie, Pays-Bas, Royaume-Uni, 1973-2004)	54
Figure 3.6. Corrélation entre bonheur et niveau de revenu	54
Figure 3.7. Évolution du taux de chômage et croissance du PIB aux États-Unis (1951-2012)	55
Figure 3.8. Emploi, croissance et heures travaillées en Allemagne	56
Figure 3.9. Croissance et chômage au Japon (1971-2012)	57
Figure 3.10. Effet d'appariement vs. rigidités	59
Figure 3.11. Lien entre chômage et croissance à moyen terme	59
Figure 3.12. Évolution des inégalités entre 2007 et 2011 dans les pays de l'OCDE	60
Figure 3.13. Croissance et rendements du capital	61
Figure 3.14. Part des dépenses totales de santé dans le PIB (1960-2006)	64
Figure 3.15. Santé, croissance et inégalités	65

RÉSUMÉ EXÉCUTIF	3
INTRODUCTION	9
CHAPITRE I	
LA CROISSANCE ÉCONOMIQUE : RETOUR VERS LE FUTUR	11
1. Qu'est-ce que la croissance économique ?	11
2. Retour historique sur la croissance	12
3. Du décollage de la croissance à l'âge d'or	14
4. Comment expliquer la baisse des taux de croissance de la productivité depuis la fin des années 1960 ?	16
5. Relativiser la baisse ?	17
6. Incertitudes radicales sur le futur de la croissance: l'impact de la désindustrialisation	18
7. Incertitudes radicales sur le futur de la croissance : la frontière technologique	21
8. Incertitudes radicales sur le futur de la croissance : la problématique environnementale	22
9. Conclusion du chapitre I	23
CHAPITRE II	
PEUT-ON CROÎTRE ÉCONOMIQUEMENT DANS UN MONDE FINI ?	25
PARTIE A. ÉVALUER LES STOCKS DE RESSOURCES	26
1. La consommation de ressources naturelles au cours du xx ^e siècle	26
2. Des flux aux stocks	28
3. Les ressources pétrolières	28
4. Les ressources de gaz naturel	29
5. Les ressources de charbon	30
6. Les ressources en uranium	30
7. Énergies fossiles importées et énergie grise	31
8. Les matériaux de construction	32
9. Les ressources de métaux	32
10. L'état des ressources en eau	34
11. Les ressources agricoles et l'enjeu des sols	35
12. Des données physiques aux dynamiques socio-économiques	36
PARTIE B. ÉNERGIE, CLIMAT ET CROISSANCE : UN EXERCICE DE MODÉLISATION	37
1. Les modèles économie-environnement standards	38
2. Un modèle d'évaluation intégrée pour l'analyse du découplage : IMACLIM	39
3. Méthodologie	41
4. Croissance économique et ressources énergétiques	43
5. Croissance économique et climat	45
6. Conclusion du chapitre II	49
CHAPITRE III	
PEUT-ON « FAIRE SOCIÉTÉ » DANS UN MONDE DE CROISSANCE FAIBLE ?	51
1. Croissance et bonheur : <i>can't buy me love?</i>	52
2. Emploi, croissance et productivité : le nœud gordien ?	55
3. Croissance et inégalités de revenus	59
4. Croissance et système de protection sociale	62
5. Conclusion du chapitre III	66
CONCLUSION	69
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	71

INTRODUCTION

CONTEXTE : UN DISCOURS INAUDIBLE SUR LA CROISSANCE

Depuis quarante ans, les taux de croissance des pays européens les plus riches sont faibles, voire en baisse, et l'Europe n'est pas la seule concernée. Pour les générations post-Trente Glorieuses, nées à partir des années 1970, le discours politique sur le retour de la croissance devient de plus en plus désuet.

Certains responsables politiques espèrent le retour d'un âge d'or de la croissance, ou l'avènement d'une nouvelle révolution industrielle, quand d'autres se satisferaient d'une croissance de 2 % par an une fois la crise passée⁴. Par ailleurs, pour la très grande majorité des politiques, la croissance est synonyme de prospérité : il faut plus de croissance pour créer plus d'emplois, réduire les inégalités, maintenir la qualité des États-providence et, au final, rendre les gens heureux.

Ces discours politiques sur la croissance sont doublement insatisfaisants. Malheureusement, les auteurs qui développent une pensée alternative à la croissance ne répondent pas non plus à cette insatisfaction. D'une part parce que la démonstration d'une fin de la croissance économique rendue inéluctable par la finitude des ressources du monde nous semble fragile, tout comme les espoirs

d'une nouvelle vague de croissance portée par les technologies vertes. D'autre part, la littérature sur les indicateurs alternatifs au PIB discute des objectifs sociaux et environnementaux qui doivent primer, mais elle en dit souvent trop peu sur le rôle que joue la croissance du PIB dans l'atteinte de ces objectifs, que ce soit en matière d'emploi, d'égalité de revenus ou d'accès aux services essentiels comme la santé ou l'éducation.

OBJECTIFS DU RAPPORT

Afin de répondre à cette insatisfaction relative au discours politique mais aussi médiatique sur la croissance, nous tentons d'apporter dans ce rapport des éléments de réponse à ces deux questions :

1. Peut-on avoir des certitudes sur l'avenir de la croissance ?

2. Dans l'hypothèse d'une croissance faible pour les décennies à venir, oscillant par exemple entre 1 % de croissance annuelle et la stagnation du PIB, peut-on prospérer ?

Nous traiterons tout d'abord de la première question, l'avenir de la croissance à moyen et long termes, dans le chapitre 1, par une revue de la littérature qui cherche à comprendre le phénomène de croissance, et en exposant les controverses académiques qui existent sur : la possibilité de croître dans un monde fini, la tertiarisation ou l'innovation technologique. Il nous semble important en effet de ne pas poser la question de l'avenir de la croissance économique uniquement dans le contexte des enjeux environnementaux.

La problématique de la croissance dans un monde où l'énergie se raréfie et où les émissions de gaz à effet de serre doivent être réduites drastiquement sera par ailleurs traitée dans le chapitre 2 dans le cadre d'un exercice de simulation à l'aide

4. Y a-t-il un « biais » des politiques à l'optimisme envers la croissance ? Nous pensons que c'est souvent le cas à moyen et long termes, comme en témoignent les espoirs de nouvelle vague de croissance, ainsi qu'à court terme (voir par exemple les prévisions de croissance du gouvernement français depuis dix ans qui ont surestimé la croissance pour l'année suivante de près d'un point - soit autant que la croissance moyenne sur la période). Est-ce grave de surestimer la croissance ? Evidemment à court terme : voir par exemple le creusement des déficits pendant les dernières décennies. À plus long terme ? Pas tant que les actions politiques engagées aujourd'hui ne rendent pas la croissance forte indispensable.

du modèle économie-énergie-climat du CIRED. Ce chapitre fera également l'état des lieux sur la « contrainte environnementale » et la raréfaction des ressources naturelles.

La question de la prospérité sans croissance, pour paraphraser Tim Jackson (2009), sera quant à elle traitée dans le chapitre 3, également par une revue de la littérature augmentée des conclusions de séminaires organisés sur ce thème, afin de mieux comprendre les liens de nature économique

entre la croissance, l'emploi, l'égalité ou encore le financement des États providence. Faut-il de la croissance pour atteindre ces objectifs constitutifs de la prospérité d'un pays ? Le chapitre 3 consiste à « remettre la croissance à sa juste place », à comprendre en quoi elle est nécessaire, en quoi elle ne l'est pas. L'objectif de ce rapport est – *in fine* – d'inviter les politiques à développer un discours politique crédible et souhaitable qui ne repose pas sur la croissance. ■

CHAPITRE I LA CROISSANCE ÉCONOMIQUE : RETOUR VERS LE FUTUR

1. QU'EST-CE QUE LA CROISSANCE ÉCONOMIQUE ?

Avant de nous intéresser à l'histoire de ce phénomène, il nous faut passer par quelques définitions essentielles. La *croissance économique* (ou par simplification *croissance*), est la variation, année après année, de la production d'une économie, c'est-à-dire de l'ensemble des biens et services finaux échangés via un système de prix dans un territoire donné⁵. Cette définition se limite à ce qui s'échange avec de la monnaie et ne comprend pas les biens et services non-monnaies. Nous ne nous intéressons donc ici qu'à la richesse économique d'un pays ou d'un individu et à son évolution – deux composantes parmi de nombreuses autres du bien-être⁶.

La croissance économique de long terme est le résultat de hausse de la production par heure travaillée – croissance intensive – et/ou de la hausse du volume total d'heures travaillées – croissance extensive. Le volume total d'heures travaillées dépend de la démographie (la croissance démographique induit donc généralement une croissance de la production), des normes en matière de temps de travail hebdomadaire, et du taux d'activité.

La productivité par heure travaillée (ou *productivité horaire*) dépend de l'organisation du travail et

du contrat social⁷, des techniques mises à disposition des travailleurs (qualité et type de machines), etc. C'est un concept difficile à mesurer ou à comparer sur le long terme (voir les encadrés 1.1 et 1.2). Il est toutefois central, car la productivité détermine l'évolution du revenu monétaire par personne sur le long terme. La hausse de la productivité traduit également notre capacité à produire de plus en plus de biens et de services marchands ou à en produire de meilleure qualité. C'est ce qui fait dire au prix Nobel d'économie Paul Krugman (1992) qu'« à court terme, la productivité n'explique presque rien mais à long terme elle explique presque tout ». Pour cet auteur, la capacité d'un pays à accroître son niveau de vie moyen au fil du temps dépend presque entièrement de sa capacité à accroître la production par travailleur. On observe en effet que les gains de productivité expliquent 60 % de la croissance aux États-Unis depuis 1960 et 100 % de la croissance en zone Euro entre 1980 et 2005 (Jorgenson *et al.*, 2010 ; Gomez-Salvador *et al.*, 2006)⁸.

Alors qu'elle fait l'objet d'un intérêt médiatique et politique de premier ordre, la croissance économique est un phénomène encore relativement mal compris des économistes et des chercheurs en sciences sociales – à court terme et plus encore à long terme. Le cadre conceptuel par lequel les économistes décrivent la croissance de long terme reste fondé sur celui établi par Robert Solow, à la fin des années 1950 : la productivité à long terme

5. Il convient de distinguer ici biens et services finaux et biens et services intermédiaires. Afin d'éviter les doublons, les comptes nationaux retirent les biens et services intermédiaires de leur mesure du PIB, i.e. utilisés par les entreprises pour produire des biens et services finaux.

6. Il convient de noter néanmoins que la croissance économique ne nous donne qu'une information limitée sur l'évolution de la richesse économique. En effet, la croissance se limite à présenter l'évolution du revenu ou de la production (un flux), alors que la richesse est un stock.

7. L'ensemble des normes - juridiques ou non - encadrant les relations entre travailleurs et employeurs.

8. Sur les 3,58 points de croissance moyenne aux États-Unis (entre 1959 et 2005), 2,2 sont liés à la croissance de la productivité du travail et 1,38 à la croissance des heures travaillées. En zone euro, sur la période 1980-2005, la croissance de productivité du travail contribue à hauteur de 1,97 point alors que les heures travaillées contribuent négativement (-0,18 point).

est soutenue par le progrès technique. Mais il s'agit là d'une « boîte noire » qui est-elle mal définie. Ce socle théorique a été affiné depuis les années 1950, des chercheurs ont tenté d'ouvrir la boîte noire du progrès technique (Aghion et Howitt, 1998) ou d'intégrer de nouveaux facteurs explicatifs, en s'intéressant au rôle des institutions politiques, de la culture, des normes (North, 1990 ; Acemoglu, 2004). Toujours est-il que les causes de la croissance économique, les dynamiques à l'œuvre et leurs conséquences restent sujettes à controverses au sein de la théorie économique.

Par ailleurs, notons que la prise en compte de la complexité du phénomène de croissance économique, qui appelle à croiser les approches en biologie, archéologie, physique, histoire, sociologie et sciences politiques est un champ d'étude naissant et prometteur⁹ – mais il faudra attendre encore quelques années avant de mieux comprendre ces interactions.

2. RETOUR HISTORIQUE SUR LA CROISSANCE

Les travaux d'Angus Maddison (2001) permettent de retracer l'évolution de la croissance économique sur le long terme. Rendre compte de telles évolutions requiert d'utiliser des bases de données historiques, qui reposent sur de nombreuses hypothèses méthodologiques et des informations parcellaires (voir encadré 1.1).

Grâce à de telles estimations, nous pouvons montrer que pendant des millénaires la production par habitant a stagné ou augmenté de manière presque imperceptible au niveau mondial. Le revenu par habitant aurait même diminué entre l'an 0 et l'an mille en Europe¹⁰. Au cours du second millénaire, l'essor du commerce de certains États européens, la « réouverture » de la Méditerranée comme voie d'échange par la République de Venise, les conquêtes et le pillage des ressources du Nouveau Monde par les futures puissances coloniales, permettent une croissance moyenne de 0,14 % en Europe de l'Ouest, quand le reste du monde croît lui à 0,05 % par an¹¹. Les taux de

9. Voir notamment les travaux de l'Institute for New Economic Thinking (INET).

10. En effet, à la Pax Romana qui garantissait une stabilité politique et économique, dans un Empire Romain disposant de 60 000 km de routes pavées, succède un système politique fragmenté, fragile et instable. La dislocation de l'Empire s'accompagne notamment d'un déclin des villes, d'un repli sur soi des systèmes féodaux locaux et de l'essoufflement du commerce. Ces grandes tendances contribuent à expliquer une décroissance de la production en Europe au cours de la seconde moitié du premier millénaire.

11. Les taux de croissance de la productivité sont alors identiques à la croissance.

Encadré 1.1.

Mesure du revenu et de la croissance économique sur le temps long

La construction des séries temporelles

Afin de retracer l'évolution de la production et du revenu des populations sur le très long terme, il est nécessaire de recourir à différents types de données. Les comptes des recettes fiscales des autorités publiques constituent un moyen utilisé par l'historien de l'économie Angus Maddison pour mesurer l'évolution de la richesse économique de différentes régions du Monde. Lorsque celles-ci de tels livres ne sont pas disponibles, pour des époques lointaines ou pour des pays qui ne disposaient pas d'administration centrale, d'autres méthodes existent, comme la mesure de l'évolution des stocks de grains dans les villes.

Lorsqu'aucune donnée n'est disponible, les chercheurs doivent estimer la richesse et le revenu d'un pays en faisant des hypothèses sur la base des données observées dans les pays voisins. C'est le principe de la démarche utilisée par Maddison : produire des données de très long terme, même lorsqu'il existe de fortes incertitudes, afin de générer la controverse et inciter à de nouvelles recherches.

La signification des données

Les biens produits par les économies évoluent avec le temps. Sur le long terme, comparer des niveaux de revenu revient à comparer des ensembles de biens et de services très différents. Pour rendre compte de ces discontinuités liées aux inventions ou améliorations des biens et services, les statisticiens ont notamment recours à la méthode des prix hédonique, afin d'associer un prix à valeur de l'innovation (Gordon, 1990). Néanmoins, un prix ne peut contenir toutes les formes de progrès contenus dans un bien ou un service produit (*i.e.* comment mesurer les gains liés à des innovations radicales, comme un médicament permettant de guérir d'une nouvelle maladie ?). En résumé, plus les gains sont liés à des bénéfices non-monnaires plus la méthode touche à ses limites. Toutefois, l'analyse des taux de croissance permet de comparer des évolutions marginales à différents points du temps. Il y a une différence entre la comparaison de deux niveaux de revenu à cinquante ans d'écart et la variation des revenus entre 1950 et 1951 d'une part et celle entre 2000 et 2001 d'autre part. En comparant les évolutions marginales (les taux de croissance), il y a moins de risque que le message soit brouillé par des bouleversements technologiques ou sociaux d'ampleur.

Mais un autre problème se pose : les données disponibles sont sous une forme moyennée. Or les moyennes ne nous indiquent en rien sur la répartition des revenus à une époque donnée. Un revenu moyen en augmentation peut cacher une quasi-stagnation pour la plus grande partie de la population, comme c'est le cas aux États-Unis depuis 1976 (Atkinson *et al.* 2007). C'est en prenant en compte de toutes ces limites qu'il faut lire les données de long terme.

croissance restent toutefois limités au regard de ce que connaîtront plus tard les sociétés industrielles.

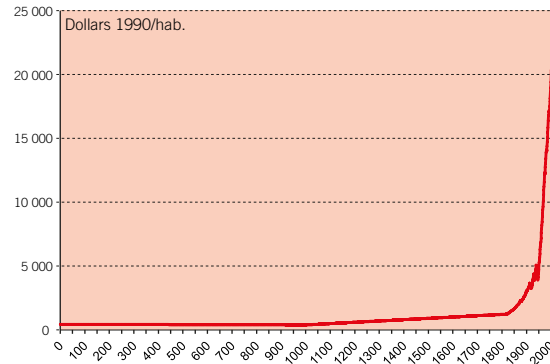
Il faut en effet attendre la révolution industrielle pour observer un décollage des taux de croissance (figure 1.1). Selon Maddison, entre 1820 et 2006, le revenu par habitant a cru en moyenne de 1,5 % par an en Europe de l'Ouest et 1,75 % dans les pays d'immigration européenne. Le taux de croissance du revenu atteint même de 2 % au Japon, alors que ce pays ne se démarquait pas de la moyenne mondiale pendant les siècles précédents.

C'est la hausse des gains de productivité qui explique la plus grande partie de cette croissance (Galor, 2011). Grâce aux innovations techniques (machines à tisser, machine à vapeur, chimie, électricité, etc.) il est possible de produire davantage en une journée de travail¹². Ces technologies permettent une réorganisation profonde des processus de production et de distribution. La machine à vapeur, en se substituant à l'énergie hydraulique, ne fournit pas uniquement une source énergétique moins chère : elle ouvre la porte à la concentration géographique des usines et leur localisation près des ressources primaires et des lieux de consommation. La « fée électricité » permettra plus tard de réduire encore davantage le lien entre gisements énergétiques et localisation industrielles. Et grâce au moteur électrique, la réorganisation spatiale peut désormais avoir lieu à l'intérieur des usines, afin de rendre les processus de production plus efficaces.

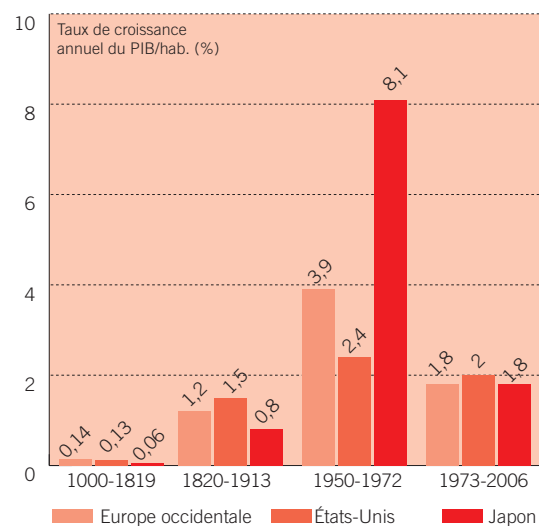
Mais les gains de productivité ne sont pas que technologiques. Les innovations techniques vont de pair et interagissent avec d'autres types de transformations, que l'on peut qualifier de « sociales »¹³. Les grandes usines et le travail à la chaîne sont typiques de nouvelles organisations du travail qui apparaissent. Par ailleurs, le « décollage de la croissance », selon l'expression de Rostow (1960) a eu lieu dans des contextes où il existait des systèmes des institutions économiques et sociales avancées. Par exemple, l'importance des systèmes d'éducation est mise en avant par Oded Galor (2011), qui soutient que la formation des individus aux nouvelles machines a joué un rôle clef pour développer le potentiel du progrès technologique

Figure 1.1. 2000 ans de croissance économique

A - Évolution du revenu moyen dans les pays industrialisés



B - Taux de croissance de la production par personne de l'an 1000 à nos jours



Source : Maddison, 2001*. Mise en forme des auteurs.

*Note : nous ne présentons pas les taux de croissance de la période 1914-1950, marquée par les deux guerres mondiales. Ils étaient de 0,9 % en Europe et au Japon et de 1,8 % aux États-Unis. Avant 1820, le taux de croissance américain est confondu avec celui des autres colonies européennes.

pendant la première révolution industrielle¹⁴. Les banques, les marchés de change ou les systèmes d'assurance ont également joué un rôle central (Wagener, 2009), ainsi que la diplomatie orientée vers le commerce, pratiquée par la République de Venise dès le xv^e siècle. Ces innovations sociales se diffuseront ensuite progressivement dans le reste de l'Europe (Maddison, 2001). Les sources

12. La hausse de la productivité horaire, de manière schématique, permet également de libérer du temps pour s'adonner à des activités non-agricoles. C'est ce que Sauvy (1980) appelle le *déversement* : le nombre d'agriculteurs requis pour nourrir la société diminue, certains (ou leurs enfants) se reconvertissent alors dans l'industrie.

13. Nous appellerons transformation sociale la modification des normes juridiques, du cadre politique ou des rapports sociaux.

14. L'impact de la scolarisation sur la croissance fait consensus dans la littérature. Mankiw (2011) souligne que le taux de scolarisation des 12-17 ans a un effet positif sur le revenu agrégé, en contrôlant pour d'autres facteurs sur des données en coupe transversale.

de la révolution industrielle européenne remontaient donc plusieurs siècles avant l'invention de la machine à vapeur.

Enfin, il ne faut pas ignorer la dimension politique et militaire du développement économique et notamment les effets de la colonisation qui a permis aux puissances européennes d'accroître leur capital et d'accélérer un processus de spécialisation, tout en bénéficiant de main d'œuvre à bas coût avec l'esclavage (Pomeranz, 2000)¹⁵.

3. DU DÉCOLLAGE DE LA CROISSANCE À L'ÂGE D'OR

Avec l'avènement de la révolution industrielle, la croissance de la production marchande atteint des niveaux à la fois élevés et soutenus, pour la première fois dans l'histoire de l'humanité. Les taux de croissance en Europe de l'Ouest et aux États-Unis sont en moyenne de 1,5 % et 1,2 % respectivement par an de 1820 à 1913. À l'aube de la Seconde Guerre mondiale, le revenu monétaire par tête en France a presque triplé par rapport à un siècle plus tôt, alors qu'auparavant il avait fallu attendre plus de sept cent ans pour observer une telle évolution.

Mais la croissance économique n'a pas encore atteint ses niveaux record au sein des pays industrialisés. C'est en effet après la seconde guerre mondiale que l'on observe les taux de croissance les plus élevés dans l'histoire économique des pays développés. La période de « l'âge d'or » ou des « Trente Glorieuses » en France est associée à des taux de croissance du PIB supérieurs à 2 %. Les États-Unis, pionniers de l'âge d'or, croissent à un rythme de 2,4 % par an. La croissance moyenne du revenu par tête en Europe de l'Ouest approche les 4 % et ces taux atteignent même 8% au Japon.

Pourquoi les taux de croissance ont-ils été si élevés pendant « l'âge d'or » européen ou japonais ? Les deux épisodes de guerre mondiale contribuent, paradoxalement, à accroître le taux de croissance des pays ayant subi le plus de destruction. À ce titre, la croissance des pays européens dans la période d'après-guerre est tirée par « l'accumulation du capital physique », avec la reconstruction des immeubles (près d'un logement sur deux détruit ou hors d'usage en Allemagne), des usines ou des machines mises hors service pendant la

guerre^{16, 17}. Une seconde explication tient aux innovations technologiques et organisationnelles. Elles sont fortes aux États-Unis et les pays européens et le Japon bénéficient du « rattrapage économique » vis-à-vis des États-Unis. Les États-Unis fabriquaient en effet en 1945 des technologies ou avaient développé des modes d'organisation industrielle que les Européens vont déployer après la guerre, comme l'aéronautique, l'agriculture intensive ou la production de masse (Cohen, 2006)¹⁸.

Une troisième explication à l'âge d'or européen, japonais mais aussi américain tiendrait au type de partage des gains de productivité dans les secteurs agricoles et industriels. Ce partage conduit à la fois à une hausse des salaires, au maintien de taux de profits élevés et à une baisse relative des prix dans ces secteurs (Giraud, 1996). Ceci rend possible le développement de la consommation de masse via la hausse des salaires ainsi que de nouveaux investissements, pour augmenter les capacités et leur productivité (les entrepreneurs cherchent à favoriser les machines par rapport aux travailleurs dont le salaire augmente)¹⁹.

On notera ici le double rôle joué par les États-providence dans le soutien au « compromis social-fordiste ». Les États interviennent d'une part sur le partage des gains de productivité, indirectement via des normes encadrant le code du travail et directement en fixant le niveau des prélèvements. Et d'autre part, grâce aux prélèvements obligatoires, l'État va permettre l'essor du tertiaire public, qui viendra épauler le secteur tertiaire privé pour absorber les emplois libérés dans les autres secteurs et créer de nouvelles formes de richesse (comme l'éducation, la santé ou encore les PTT).

Cette croissance soutenue est donc à la fois à la source de, et stimulée par, une élévation rapide du niveau de vie de la plus grande partie de la population. La figure 1.2 met en évidence la formidable progression des revenus du travail

15. Alors que les pays et territoires colonisés ont bien souffert vu leur revenu décroître.

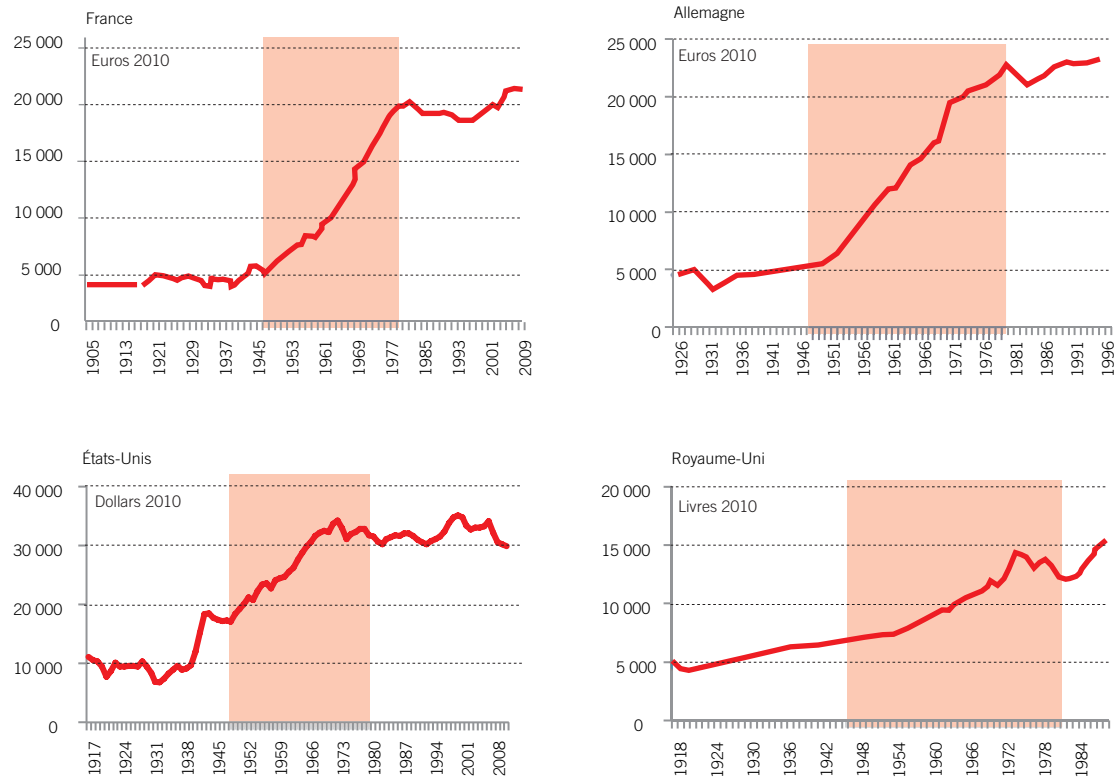
16. En France, les destructions matérielles coûtent environ une année de PIB. En Allemagne les pertes s'élèvent à une année et demie (Piketty, 2013)

17. Notons que l'on peut compter sur une mesure de la production relativement fiable à partir des années 1950.

18. Ce rattrapage technologique, encouragé par la reconstruction qui permet la modernisation du système productif, entraîne une hausse des gains de productivité dans les secteurs industriels et agricoles: entre 1895 et 1974, le prix d'une bicyclette a été divisé par un facteur 20. Le nombre d'heures de travail pour en produire a été divisé d'au moins autant.

19. Par ailleurs, la baisse du prix des biens agricoles et industriels permet de libérer une partie du revenu qui pourra être dirigé vers la consommation des services. Le secteur tertiaire vient ainsi absorber les emplois libérés dans les secteurs agricoles et industriels, ce qui permet le plein emploi.

Figure 1.2. Évolution du revenu des 90 % les plus pauvres en France, en Allemagne, au Royaume-Uni et aux États-Unis



Note : Il s'agit du revenu moyen, à l'exception des 10 % les plus riches. La période de l'âge d'or de la croissance est surlignée en rose. Évolution du revenu brut du travail, hors transferts sociaux. Source : www.topincomesdatabase.org

(avant redistribution) des 90 % les plus pauvres en France, en Allemagne, aux États-Unis et au Royaume-Uni. Ces courbes mettent en avant une dynamique similaire dans chacun des quatre pays : celle d'une lente progression du revenu jusqu'à la seconde guerre mondiale, suivie d'une progression très rapide de la fin de la guerre jusqu'au second choc pétrolier suivie par une nouvelle phase de progression beaucoup plus lente, voir stagnante (aux États-Unis) jusqu'à nos jours – à l'exception du Royaume-Uni.

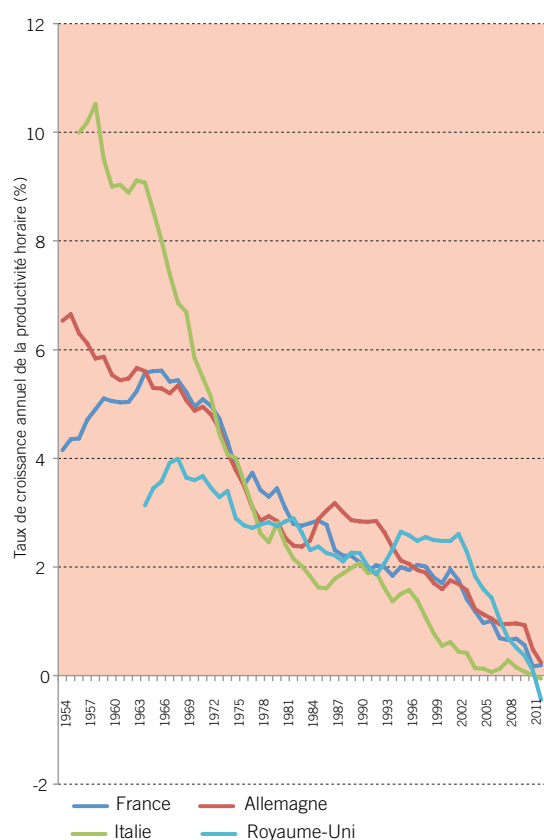
Comme on le voit également sur ces graphiques, à partir des années 1970, le cercle vertueux de la croissance touche à sa fin. On observe en effet une baisse des gains de productivité horaire dans la plupart des économies européennes ainsi qu'une progression beaucoup plus lente du revenu. La baisse des gains de productivité est particulièrement marquée en France, mais aussi visible

en Allemagne, en Finlande ou au Royaume-Uni – des régimes de capitalisme et d'État-providence (Esping Andersen, 1990)²⁰ aux caractéristiques pourtant bien distinctes²¹.

20. Esping Andersen (1990) distingue trois types de régimes d'État-providence, le régime libéral (Royaume-Uni), le régime social-démocrate (pays nordiques) et le régime corporatiste ou conservateur (France, Allemagne, Italie).

21. Par souci de clarté, nous ne présentons pas tous les pays européens. Mais à quelques exceptions près, la tendance est assez nette partout. Notons cependant que la crise économique depuis 2007 influence largement l'allure des courbes.

Figure 1.3. Évolution de la productivité horaire dans l'UE



Note : moyenne mobile sur 10 ans. Source : TED (2013). Mise en forme des auteurs.

4. COMMENT EXPLIQUER LA BAISSÉ DES TAUX DE CROISSANCE DE LA PRODUCTIVITÉ DEPUIS LA FIN DES ANNÉES 1960 ?

La fin du rattrapage vis-à-vis de l'économie américaine explique une grande partie de la baisse observée dans la majorité des autres pays industrialisés. En 1980, les systèmes agricoles ont été mécanisés, les usines modernisées et réorganisées. Les économies européenne et américaine se ressemblent davantage qu'à la fin de la guerre. Les pays européens vont donc croître désormais au rythme de leurs propres innovations (voir Aghion, 1998). Mais la fin de ce rattrapage par rapport aux États-Unis explique-t-elle tout ? À en croire Gordon (2012), ces derniers aussi souffrent d'une baisse de leurs gains annuels de productivité ; nous y reviendrons. Quelles sont dès lors les autres explications données à cette baisse ? La tertiarisation de l'économie fait partie des explications données à la baisse des taux de croissance de la productivité. En effet, les gains sont plus forts dans l'industrie que dans les services (cf section 1.6). Or la part de l'industrie dans la production totale a

considérablement baissé depuis les années 1970. En effet, l'industrie représentait 40 % de la production en France en 1970 contre 28 % quarante ans plus tard, et les services sont passés de 44 % à 63 % de la production totale.

La mondialisation de l'économie est parfois avancée pour expliquer le ralentissement des gains de productivité dans les pays industrialisés. Deux arguments peuvent être mis en avant : l'incapacité des États-nations à adapter leurs outils de régulation de l'économie (politiques salariales, stratégies industrielles, etc.) à un nouveau cadre (voir notamment Boyer, 2004). Par ailleurs, l'épuisement des économies d'échelle permises par la mondialisation du commerce à partir des années 1980-1990 et l'atteinte d'un plancher inférieur en matière de droits de douane pourraient également contribuer à ralentir les taux de croissance (voir Rodrick, 1997).

Pour Gordon (2012), un facteur pouvant expliquer la baisse dans l'ensemble des économies tient aux caractéristiques des innovations. Celles-ci n'auraient pas un contenu transformateur aussi important qu'au début du xx^e siècle. Les inventions de la seconde moitié du xx^e siècle ne seraient pas aussi révolutionnaires que celles qui les ont précédées : les sanitaires et l'électricité ont un potentiel « vital » plus important que Facebook ou la téléphonie mobile.

La hausse de la variabilité et du niveau des prix de l'énergie depuis les années 1980 est également mise en avant pour expliquer le ralentissement des gains de productivité. Les pays industrialisés avaient bénéficié de ressources énergétiques bon marché depuis le début du xx^e siècle – le prix des matières premières et de l'énergie a largement baissé entre la fin du xix^e siècle et le milieu du xx^e siècle avec la découverte de nouvelles techniques d'extraction et de nombreuses ressources (McKinsey, 2011). La hausse des prix du pétrole depuis le début des années 1980 a pu contribuer à freiner les gains de productivité en renchérissant le coût des produits manufacturés et des services (transport, chauffage, etc.) qui en consomment (cf section 1.8).

L'atteinte d'un plateau en matière éducative peut également jouer un rôle. Nous avons vu qu'il existe un lien entre niveau d'éducation et hausse du revenu. Or le taux d'accès à l'éducation primaire et secondaire stagne depuis les années 1980 aux États Unis et dans de nombreux pays européens. Cette stagnation pourrait se traduire en ralentissement des gains de productivité. C'est ce que Jorgensen *et al.* (2006) soutiennent : le plateau atteint en matière de scolarisation induirait une baisse de 0,2 point de croissance par an²².

22. Ces calculs sont faits pour les États Unis.

Par ailleurs, les inégalités de revenu augmentent depuis les années 1970 dans la plupart des pays européens²³. S'il existe une large littérature sur le lien entre croissance et inégalités, il est difficile toutefois d'en tirer des conclusions générales, tant la relation joue dans les deux sens et dépend des contextes socio-économiques donnés. Notons néanmoins que les inégalités salariales peuvent jouer sur la productivité au travail (Cohn *et al.*, 2011), avec des effets de frustration et de démotivation et plus encore avoir des effets en matière de santé ou d'insécurité (Wilkinson et Pickett, 2009) – qui peuvent en retour peser sur l'activité économique. Les inégalités en matière éducative peuvent également empêcher le développement de capacités des moins bien lotis, au détriment de la société et de l'économie dans son ensemble (Stiglitz, 2013).

Enfin, l'évolution de la démographie joue sur l'évolution des taux de croissance²⁴ du revenu par habitant. Le revenu moyen d'une économie dépend du nombre d'actifs par rapport aux nombre inactifs. En effet, ce sont les revenus des actifs qui soutiennent ceux des inactifs. Lorsque le nombre d'inactifs augmente plus rapidement que le nombre d'actifs, le revenu moyen diminue – toutes choses égales par ailleurs. Or les sociétés européennes font face à la hausse du nombre de retraités par rapport aux actifs en raison de l'allongement de la durée de vie et de l'arrivée en retraite des générations du baby-boom. Dans les pays de l'OCDE, le rapport entre actifs et inactifs est passé de 7,2 en 1950 à 4,1 en 2010 (OCDE, 2011). Selon les analyses de Bloom *et al.* (2011), si le rapport entre actifs et inactifs avait été aussi faible en 1950 qu'en 2010, les pays de l'OCDE auraient crû à un rythme sensiblement plus faible que celui enregistré depuis soixante ans (soit 2,1 % de moyenne annuelle contre les 2,8 % réalisés).

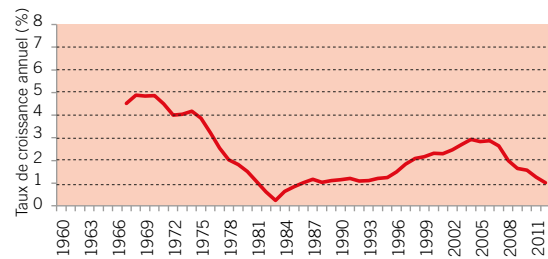
5. RELATIVISER LA BAISSSE ?

Si certains auteurs s'inquiètent de la baisse des gains de productivité, d'autres soutiennent qu'elle ne reflète en réalité que l'incapacité de nos indicateurs à mesurer l'évolution de la richesse réelle produite. Ainsi, un tel déclin ne traduirait pas l'évolution de la qualité réelle des biens et services produits, non prise en compte dans les mesures de

23. À l'exception de la France, de la Grèce et de Belgique (OCDE, 2012).

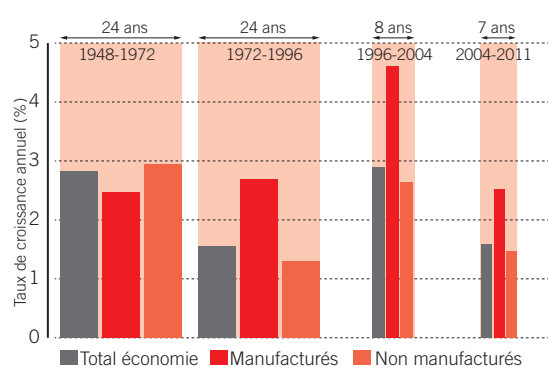
24. Ce facteur ne joue pas directement sur la croissance de la productivité mais sur le taux de croissance par habitant.

Figure 1.4. Taux de croissance de la productivité en Suède



Note : Productivité horaire. Moyenne mobile sur 10 ans. Source : TED (2013). Mis en forme des auteurs.

Figure 1.5. Taux de croissance de la productivité aux États-Unis



Source : Gordon, 2013.

la productivité horaire du travail (Gadrey, 2012)²⁵. Cela appelle à questionner le concept de productivité et de sa mesure (cf. encadré 1.2).

Par ailleurs, dans certains pays la baisse n'est pas perceptible. La Suède ne suit pas la même évolution que ses voisins continentaux (figure 1.4)²⁶. En effet, la baisse observée des années 1960 aux années 1990, est suivie par une hausse des taux de croissance des gains de productivité jusqu'à la crise financière mondiale de 2007-2008, principalement dans le secteur manufacturier. Aux États-Unis, la baisse est également plus difficile à caractériser. On observe notamment un rebond à partir des années 1980. Ces pays sont-ils une exception à la règle, qui peut s'expliquer par des

25. La probabilité avec laquelle un verre de lait pouvait tuer en 1960 était non négligeable alors qu'elle est quasiment nulle aujourd'hui. Or ce changement en qualité du produit n'est pas pris en compte dans les mesures de croissance ou de productivité.

26. Certains pays, comme la Finlande, la Suisse, le Luxembourg ou le Royaume-Uni, voient la croissance de la productivité horaire stagner depuis le milieu des années 1970, mais on n'observe pas pour autant de hausse aussi nette qu'en Suède chez d'autres pays européens au revenu par habitant similaire.

facteurs nationaux spécifiques ? Plusieurs explications ont été données au cas suédois. L'une des plus convaincantes soutient que le rebond à partir des années 1980 découle de la combinaison entre un compromis social égalitariste et une industrie de pointe en matière de nouvelles technologies. Le compromis social garantit un revenu relativement élevé chez les classes populaires et aurait permis d'orienter leur consommation sur des biens novateurs, à fort contenu en recherche et développement - stimulant la productivité de cette industrie et de l'ensemble de l'économie. Néanmoins, il est encore trop tôt pour dire si ce regain est durable (voir Equest, 2004)²⁷.

Aux États Unis, l'explication du rebond observé à la fin des années 1990 – après une phase de plateau – tiendrait également de l'essor des NTIC (mais sans la dimension égalitariste). Gordon montre cependant que la période faste fut de très courte durée et laisse planer l'idée d'un « feu de paille » (figure 1.5).

En France, en Allemagne, Italie, ou encore au Japon, la baisse des taux de productivité de ces deux dernières décennies peut également être liée à un décrochage vis-à-vis de la frontière américaine. Si le taux de productivité relative aux États-Unis s'est accru jusqu'aux années 1990, il repart ensuite à la baisse dans ces pays (OCDE, 2013). Des facteurs nationaux peuvent alors être mis en avant, tels que le niveau des salaires et des profits, le fonctionnement du marché du travail ou la composition des différents secteurs de l'économie.

Les évolutions économiques récentes être suivie d'un nouvel âge d'or pour les pays industrialisés, ou vont-ils connaître des niveaux de croissance de la productivité faibles ? Répondre à ces questions impliquerait une compréhension parfaite des dynamiques de croissance économique, ce qui est encore loin d'être le cas comme le montrent les controverses sur les explications données au ralentissement des années 1970.

Il est intéressant de noter que les perspectives de croissance de la productivité formulées par l'OCDE pour les pays européens sont de 1,3 % par an à partir de 2030. Ces hypothèses de croissance semblent relativement faibles. Néanmoins, ces perspectives de croissance ne sont autres que la prolongation de la tendance observée sur la période 1996-2006 pour les économies avancées (OCDE, 2012b). Les prévisions « standard » ne semblent donc pas prendre en compte la complexité des mécanismes à l'œuvre. Comme nous l'avons dit, les modèles

macroéconomiques ouvrant la boîte noire de la productivité restent balbutiants. Ce n'est pourtant pas pour cela qu'il faut se désintéresser du problème.

Nous étudions désormais en détail trois facteurs qui nourrissent les incertitudes sur l'avenir de la croissance: le passage à une économie de services, l'innovation technologique et la contrainte environnementale. Un travail approfondi sur les autres facteurs mentionnés précédemment et notamment sur les causes du décrochage relatif de nombreux pays européens vis-à-vis des États-Unis serait nécessaire mais ce n'est pas l'objet de ce rapport²⁸.

6. INCERTITUDES RADICALES SUR LE FUTUR DE LA CROISSANCE: L'IMPACT DE LA DÉSINDUSTRIALISATION

De nombreux pays industrialisés connaissent une désindustrialisation relative et plus ou moins marquée. Ainsi, entre 1990 et 2010, la part de l'industrie dans le PIB est passée de 20 à 13 % en France, 31 à 24 % en Allemagne, 23 à 17 % aux États-Unis²⁹. Une partie de cette désindustrialisation certes est fictive, les industries ayant eu tendance à externaliser certains services ou à « servicieriser » leurs offres, mais la désindustrialisation relative au PIB est néanmoins bien réelle (Demmou, 2010)³⁰. Notons cependant aussi qu'en absolu, le volume de production de l'industrie augmente dans ces pays³¹.

Il y a donc désindustrialisation – relative – dans la majorité des économies les plus avancées. Mais quelle en est l'origine ? La mondialisation est un suspect privilégié, mais l'ampleur de son effet reste très discutée³². Pour Demmou (2010), dans le cas

28. En particulier, l'impact de baisse de la durée du travail et du chômage, du type et de la qualification des emplois devraient être explorés.

29. Source: UNECE Statistical Database, compilé à partir de sources officielles nationales et internationales.

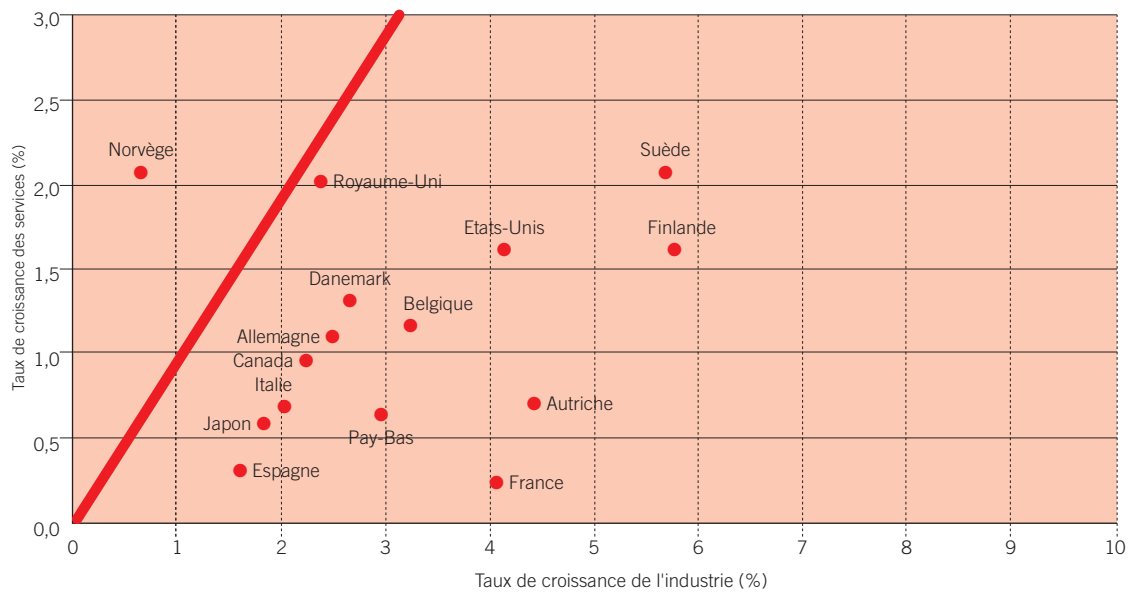
30. Selon Demmou, l'externalisation serait responsable à hauteur de 25 % de la désindustrialisation en France – mesurée en perte d'emplois – ces trente dernières années, et cet effet faiblit puisqu'il n'est que de 5 % sur une période plus récente.

31. Le PIB de l'industrie a augmenté en valeur réelle de 25 % en France entre 1990 et le milieu des années 2000, 12 % en Allemagne et 45 % aux États-Unis. Source: UNECE Statistical Database, compiled from national and international official sources.

32. Son effet est difficilement mesurable. Selon Demmou (2010), en France, il serait responsable de 30 % des pertes d'emplois dans l'industrie depuis 10 ans, un chiffre en forte augmentation par rapport aux décennies précédentes. Mais si l'estimation est faite non plus via le contenu en emploi des importations et des exportations, mais en ayant recours à l'économétrie, la

27. Il existe un débat sur la mesure de la productivité dans le secteur manufacturier en Suède, certains auteurs soutenant que la productivité a été surestimée à cause de la technique de calcul utilisée.

Figure 1.6. Croissances comparées de la productivité de travail dans les services et dans l'industrie manufacturière



Note : Croissance de la productivité horaire (1990-2000). Ligne rouge : points où la croissance de la productivité dans les services est égale la croissance de la productivité l'industrie. Source : OCDE, 2003.

français, la désindustrialisation est avant tout liée à une évolution de la demande : 30 % des pertes d'emplois industriels depuis 1980, mais surtout 65 % depuis 2000. La hausse du niveau de vie va en effet de pair avec une déformation de la structure de la demande vers une utilisation accrue des services. Les gains de productivité dans l'industrie sont plus forts que dans les services³³ (figure 1.6) et la baisse relative du prix des biens industriels ne génère pas une demande suffisante pour compenser la tendance lourde vers les services.

Le contenu des économies avancées se renforce donc en services. Du point de vue de la croissance du PIB, c'est un puissant facteur de ralentissement des gains de productivité. Un exemple simple permet de l'illustrer. Gardons l'idée simplificatrice d'une économie avec deux secteurs : un secteur industriel représentant 70 % de la valeur ajoutée et jouissant d'une croissance de la productivité de 4 % ; et un secteur des services représentant 30 % de la valeur ajoutée et avec une croissance de la productivité de 1 %. La croissance de la productivité de l'ensemble de l'économie est de 3 %. Invertissons les parts relatives des deux secteurs, sans changer

les gains de productivités de chacun. La croissance de la productivité tombe à 1,5 %. Ces chiffres ne sont pas si éloignés de la réalité, comme l'atteste le graphique ci-dessous issu du rapport de l'OCDE (2003) sur la productivité du secteur tertiaire³⁴. Le passage à une économie de services semble être un bon candidat pour expliquer le ralentissement des gains de productivité : l'industrie a contribué à hauteur de deux tiers des gains de productivité sur la période récente avec seulement 30 % du PIB.

Il est indispensable cependant, si on veut s'intéresser aux évolutions futures des gains de productivité, de désagréger les secteurs des services, cette catégorie fourre-tout qui regroupe tout ce qui n'est pas de l'extraction ou de la production de biens. On peut essayer de distinguer deux types de services selon leur potentiel de gains de productivité.

Sur la base du rapport de l'OCDE (2003), on peut mettre dans le type des services à gains de productivité élevés, en gardant à l'esprit que les disparités nationales sont fortes : les télécommunications, les transports ou le commerce, ainsi que les services directement liés aux TIC comme la production de logiciels³⁵. Les gains de productivité de ces services peuvent atteindre le niveau des meilleures

contribution du commerce est comprise, avec une confiance statistique de 95 %, entre 9 et 70 %. Retenons donc que l'effet de la mondialisation est incertain.

33. Nous verrons ci-dessous la grande hétérogénéité du secteur des services. En toute rigueur, il faudrait également mettre en avant la grande diversité au sein de l'industrie.

34. Et dont sont tirés les chiffres non référencés dans la suite de cette section.

35. Finance et assurance sont souvent citées en tête de peloton, et si les gains y sont réels, ils doivent cependant être corrigés par les pertes des épisodes de rééquilibrage.

industries. L'OCDE associe en particulier cette performance à l'effet de la concurrence internationale sur ces services plus souvent exposés. Quoiqu'il en soit, la dynamique positive à l'œuvre n'a pas a priori de raisons de s'inverser³⁶.

Dans la catégorie des services à faibles gains de productivité voire « stagnants », on trouve les hôtels et restaurants, les activités immobilières et les services liés aux particuliers, au social, à la santé, l'éducation et le commerce de détail. Ils ont des gains de productivité faibles voire négatifs pour ces derniers dans plusieurs pays. Il faut évidemment d'ores et déjà noter la difficulté d'évaluer la productivité de tels secteurs et de comparer différents secteurs entre eux.

Les secteurs « stagnants » peuvent-ils connaître, à l'avenir, une hausse notable de leur productivité ? Certains auteurs mettent en avant les plateformes d'appel pour les services aux particuliers (Debonneuil, 2009), la transformation de l'éducation par les NTIC, de la santé par les nanotechnologies, ou l'entrée de grandes entreprises sur ces marchés pour prendre la place des petites et moyennes entreprises ou des associations (OCDE, 2003). Autre argument : si la productivité ne peut augmenter dans le spectacle vivant, disons au théâtre, elle peut augmenter dans les services audiovisuels « individuels » en particulier avec les Box Internet-Télévision (Parienty, 2005). Évidemment, derrière toutes ces évolutions, il y a des choix de société implicites qu'il est bon de garder à l'esprit et de grandes incertitudes sur la mesure de la productivité.

À l'inverse, les auteurs qui ne croient pas dans l'existence d'un fort potentiel de productivité dans ces services « stagnants » mettent en avant le fait que les gains sont souvent synonymes de dégradation de la qualité du service. Ils peuvent ainsi signifier moins de temps effectif passé par les professeurs avec les enfants, par les personnels soignants avec les malades ou les personnes dépendantes. L'exemple de Baumol (1966) est bien connu : on ne peut pas exécuter plus vite *Didon et Énée*, ou alors ce n'est plus l'opéra composé par Purcell. Ces services ayant un fort contenu « relationnel », le temps passé avec les usagers ne peut être aisément comprimé, à moins d'accepter des évolutions qui ne sont pas neutres pour nos sociétés et doivent donc être explicitées : le gardiennage vidéo ou la

36. Il est intéressant de noter que les « services aux entreprises » – tels que comptabilisés par l'OCDE – n'ont pas les gains de productivité espérés. Les auteurs sont généralement dans l'attente d'un gros effet de la diffusion des TIC, quitte à insister sur la nécessaire réorganisation du travail – qui doit suivre l'informatisation – pour laisser s'exprimer le potentiel de productivité. Nous y reviendrons dans une autre section.

Encadré 1.2.

La faiblesse des mesures de productivité dans les services

La productivité en général et la productivité des services en particulier sont délicates à mesurer et font l'objet de débats entre statisticiens. En effet, outre les enjeux de qualité des biens et des services, il est conceptuellement difficile de mesurer le produit par unité d'intrant d'un secteur comme l'assurance, le jeu ou les affaires bancaires. Dans les services tels que l'éducation, la santé, la culture ou même les services à la personne, la mesure de la productivité se complexifie encore davantage et la réponse trouvée par les statisticiens est de mesurer le produit de ces secteurs en utilisant leur coût pour l'État et le nombre d'heures travaillées. Cela revient à mesurer l'output par l'input, le produit par les intrants, ce qui est quelque peu paradoxal. On retiendra que les services, et les services « publics » en particulier se prêtent encore très mal à des comparaisons intersectorielles à travers un indicateur unique de productivité.

La question de la mesure de la productivité renvoie aussi à celle des indicateurs traitée par la Commission Stiglitz Sen Fitoussi (2009) et à une problématique plus générale sur la notion même de valeur. La valeur d'échange est étrangère à de nombreuses externalités sur le fonctionnement de nos sociétés. Un service de santé qui protège tout le monde de la même manière est-il moins productif qu'un service inaccessible aux plus modestes ? Quelle est la productivité d'un service qui redonne de l'autonomie aux personnes dépendantes ? L'économie n'est pas séparée du reste de la société, elle est enchâssée dans l'ensemble des activités sociales (Polanyi, 1944). Elle affecte le lien social, la qualité de vie au sens large, et bien sûr l'environnement.

robotisation des services aux personnes âgées³⁷.

L'exemple de la Suède apporte, contrairement à l'intuition, de l'eau au moulin des pessimistes. La réforme permanente de l'État suédois est souvent décrite comme très positive, et on imagine de forts gains de productivité dans l'éducation ou la santé avec le maintien de services de qualité. Force est de constater néanmoins que, quel que soit l'impact sur la qualité, les gains dans ces services « publics » ont été de l'ordre de 0,7 % par an entre 1980 et 2000, période pendant laquelle les réformes n'ont pas faibli. Un chiffre assez décevant finalement, au regard de l'industrie ou des services les plus « dynamiques », et pas très éloigné du cas français.

Que tirer de cette désagrégation des services sur le futur des gains de productivité du secteur tertiaire ? L'OCDE (2003) conclut qu'il est difficile

37. Pour gagner toujours en productivité, les entreprises et l'État peuvent également mettre la pression sur les conditions de travail et/ou les salaires de travailleurs plus ou moins précarisés. Quitte à renforcer la critique de « néo-domesticité » que formulait Gorz à l'égard des emplois dans les services à la personne. L'expression alerte sur la dérive vers un système où les personnes les plus riches – un indicateur imprécis de leur productivité – rémunèrent faiblement des employés pour des tâches domestiques « peu » productives.

de conclure. Il y a d'une part des services à fort potentiel, et d'autres qui sont aujourd'hui stagnant et dont l'avenir est sujet à débat. Il n'est pas aisé d'évaluer le poids respectif de ces deux types de services mais aucun ne semble cependant dominer clairement l'autre. L'avenir est incertain mais rappelons, pour finir sur ce point, que nous partons d'une situation où, dans les pays les plus « performants », les gains dans les services considérés en agrégés n'excèdent pas aujourd'hui 2 % et la majorité des pays se situent entre 0,5 et 1 % (voir figure 1.6). L'avenir est d'autant plus incertain pour des pays faisant le choix du modèle que Robert Boyer (2002) qualifie « d'anthropogénétique », la reproduction de l'homme par le travail humain, et dans lequel une fraction croissante de la production et de la consommation vient de services « relationnels » comme la santé, le soin aux personnes âgées, l'éducation, la formation, les loisirs.

7. INCERTITUDES RADICALES SUR LE FUTUR DE LA CROISSANCE : LA FRONTIÈRE TECHNOLOGIQUE

Nombre d'économistes classiques prévoyaient la survenue d'une économie stationnaire). Pour beaucoup d'entre eux, le ralentissement de la croissance était lié à la logique de rendements décroissants. Parmi les facteurs clefs ayant permis de dépasser cette logique pendant plusieurs siècles, nous nous concentrons dans cette section sur le progrès technique au sens strict : les nouveaux produits, les nouveaux procédés de fabrication et, de manière superficielle à l'importance de l'éducation³⁸.

Le progrès technique étant avant tout une affaire de connaissances – notamment scientifiques –, il permet d'éviter la décroissance des rendements. Si en effet on postule que des idées produisent des idées et peuvent s'accumuler sans perte de rendement, alors rien n'interdit une croissance exponentielle. Et on peut espérer « facilement » relancer la croissance. Aghion *et al.* (2007) soutiennent ainsi qu'on peut avoir 0,5 point de croissance potentielle en plus chaque année en France en investissant à bon escient dans un enseignement supérieur réformé et la recherche.

Si personne ne remet en cause l'objectif

d'augmenter l'investissement dans la R&D et la formation, des auteurs nous disent qu'il est de plus en plus difficile d'augmenter le niveau d'éducation (Cowen, 2011) ou que le taux de rendement de la R&D diminue avec le niveau de vie (Maloney et Lederman, 2004). C'est le cas typique de l'industrie pharmaceutique qui doit investir toujours plus dans la R&D alors que le nombre de nouvelles molécules baisse (Parienty, 2005). Robert J. Gordon (2000) défend une thèse originale : la grande vague de productivité de la révolution industrielle est en train de passer. Il n'y a pas aujourd'hui de grande invention comparable à la machine à vapeur, l'électricité ou l'automobile, et c'est pourquoi nous observons un ralentissement des gains de productivité. Cette thèse peut surprendre à l'ère de la « révolution numérique », et il est intéressant de noter que le débat entre « optimistes » et « pessimistes » de l'innovation s'est focalisé sur l'effet réel des NTIC sur la productivité des économies. Un détour par cette controverse est à la fois illustratif et instructif pour les différentes « révolutions technologiques envisagées » et l'enjeu de la croissance de long terme.

En 1987, Robert J. Solow met en avant un paradoxe : les investissements dans les NTIC ont été très importants dans les années 1980 aux États-Unis, pourtant on ne peut voir leur impact sur les chiffres de la productivité. Mais dès les années 1995-2000, les gains de productivité aux États-Unis repartent à la hausse. Ils sont en moyenne de 2,2 % par an. C'est moins bien que pendant l'âge d'or (2,6 %) mais deux fois mieux que depuis 1972 (Gordon, 2000).

Dans la vision optimiste, cette hausse – même si elle a depuis été perturbée par des crises de nature conjoncturelle – est attribuée en grande partie aux NTIC. Ces technologies seraient le moteur d'une nouvelle vague de croissance, dans la tradition schumpétérienne (Perez, 2002). Encore faut-il que l'économie se réorganise pour exploiter à plein le potentiel de productivité des NTIC, que les « institutions » s'adaptent (normes techniques et juridiques, infrastructures publiques, réglementation, éducation, etc.). Comme ce fut les cas lors des précédentes révolutions technologiques. Et que le nouveau système technique qui entoure les NTIC se « complète ». La diffusion de la vague technologique prend du temps mais les gains observés grâce aux NTIC sont vus comme durables ; ils pourraient même s'accélérer.

Pour d'autres auteurs, les gains de productivité associés aux NTIC dans les années 1990 auraient plus à voir avec un « feu de paille ». Tout d'abord, il serait excessif d'attribuer la totalité du rebond aux NTIC. Effet conjoncturel, baisse du prix des matières premières, évolution du dollar, efforts de R&D ou réformes du marché du travail : les

38. Nous ne traitons malheureusement pas des progrès liés à l'organisation du travail (taylorisme, toyotisme, etc.) ; c'est pourtant un élément très important des gains de productivité de la révolution industrielle. On notera seulement que le débat sur le potentiel de productivité par la réorganisation du travail est riche, entre les adeptes de la nouvelle économie d'une part et ceux qui insistent sur le stress et l'augmentation de la souffrance au travail.

facteurs explicatifs sont nombreux comme le rappelle Robert Boyer (2002).

Par ailleurs, ils convient de s'interroger sur la nature exacte des gains de productivité liés aux TIC. Selon Gordon, le « redressement » de la productivité sur la période 1995-2000 est dû d'abord aux gains dans la production du matériel informatique : plus de 40 % d'augmentation par an ! Malheureusement, « on ne va pas se vêtir avec des ordinateurs ». Les NTIC doivent enclencher un cercle vertueux de productivité au sein des industries traditionnelles et des services ; tel est le « pari de la nouvelle économie » pour initier une nouvelle vague de croissance. Mais ces industries traditionnelles stagnent ou baissent en productivité à la même époque. Et si on observe un léger redressement dans les services, grâce à la finance et au commerce, les taux restent bien inférieurs à ceux de l'âge d'or. Les NTIC ne seraient donc pas une technologie « générique », alors que c'est un élément clef des « vraies » révolutions technologiques ?

Il est évidemment impossible de conclure sans ambiguïté. Car les optimistes s'appuient – à raison – sur le fait que les révolutions technologiques qui ont marqué l'histoire ont mis des décennies pour se diffuser. Ainsi, depuis les brevets de Newcomen en 1712, la machine à vapeur a mis 80 ans avant de sortir de la niche à laquelle elle était confinée. Si cela n'est pas une preuve que les NTIC vont lancer une nouvelle vague de croissance, c'est un élément à conserver à l'esprit quand on commente certaines performances décevantes des NTIC aujourd'hui. Par ailleurs, après les NTIC, ce sont désormais les « nanotech », les « biotech »³⁹, les « cleantech » et plus généralement l'efficacité dans l'usage des ressources qui sont cités comme nouvelles sources de productivité.

8. INCERTITUDES RADICALES SUR LE FUTUR DE LA CROISSANCE : LA PROBLÉMATIQUE ENVIRONNEMENTALE

Si le ralentissement de la productivité aux États-Unis a commencé dès la fin des années 1960, il a été plus marqué après le choc pétrolier de 1973-1974. Le début du ralentissement dans de nombreux autres pays européens coïncide également avec cet événement. Quel que soit l'impact effectif de ce choc sur la croissance, il a agi comme un révélateur : l'économie n'est pas isolée de son environnement. Pour certains auteurs, une contrainte pèse sur la

croissance. Une contrainte de nature différente de celles étudiées dans les sections précédentes : elle peut conduire non seulement à la stagnation mais aussi – selon certains – à la décroissance ; et elle est bien souvent mondiale.

Nous présentons dans cette section une revue de la littérature des controverses sur le lien entre croissance et environnement. Dans le chapitre 2, nous instruirons cette question à l'aide de données et d'un exercice de modélisation macroéconomique.

La contrainte environnementale doit être entendue au sens large. L'économie puise des ressources dans son environnement (matières énergétiques et minières, terre arable, forêts) et y rejette des polluants (pollution de l'eau, de l'air, gaz à effet de serre). Elle peut alors être affectée par l'épuisement de ces ressources et par un environnement dégradé : perte des « services rendus par la nature », dommages climatiques, impact sanitaire de la pollution de l'air, etc. Par ailleurs, pour répondre à cette dégradation, des politiques publiques sont mises en œuvre qui « contraignent » l'économie à adopter une trajectoire plus durable (objectifs climatiques, réductions des pesticides, lutte contre l'étalement urbain, protection d'espèces en danger).

La raréfaction des ressources peut-elles réduire le niveau d'activité économique ? En théorie oui. Mais ces contraintes sont-elles « mordantes », sont-elles capables aujourd'hui ou dans un avenir proche de ralentir significativement la croissance ? Malthus et Ricardo déjà s'inquiétaient de la contrainte de ressources. Pour Malthus, la terre à rendements constants était incapable de subvenir aux besoins d'une population croissant exponentiellement. Ricardo s'inquiétait de l'épuisement les unes après les autres des terres fertiles, ce qui générerait des rentes de situation. Le commerce international ne pouvait que repousser l'avènement d'un état stationnaire⁴⁰. Stanley Jevons (1865) anticipait l'épuisement du charbon, le déclin de la production et la ruine nationale. Plus récemment, c'est le club de Rome ou les auteurs soucieux de la « bombe P » qui nous ont alertés sur les limites de notre planète. Les chocs pétroliers ont affecté les économies plus qu'on ne l'imaginait (Hamilton, 2005), mais il semble bien que les optimistes l'aient toujours emporté sur les pessimistes. Les records atteints récemment par le prix du pétrole et la hausse de celui de nombreuses

39. Ces technologies soulèvent par ailleurs des interrogations en matière de risque sanitaire et environnemental.

40. Pour le premier, l'état stationnaire résulte d'une croissance linéaire des ressources face à une croissance exponentielle de la population; pour l'autre le rendement des terres est décroissant, ce qui explique qu'à long terme, les travailleurs agricoles ne peuvent dépasser le niveau de subsistance (c'est la « loi d'airain des salaires » que l'on attribue à Ricardo).

matières minières et agricoles, tirés par la croissance mondiale, devraient néanmoins interpeller même les plus optimistes. Si sur de nombreuses ressources, la rareté physique semble être repoussée, la « rareté économique », elle, ne l'est pas.

En ce qui concerne le poids des contraintes réglementaires liées à l'environnement, les optimistes inversent le propos. Les politiques climatiques peuvent renforcer la croissance, selon la logique du gagnant-gagnant. Ils mobilisent pour cela tout un ensemble d'arguments repris par Jacobs (2012). Il convient ici d'en distinguer plusieurs : i) l'effet de relance keynésien d'un plan d'investissement « vert » ; ii) un avantage compétitif dans les produits verts sur les marchés mondiaux ; iii) le double dividende lié au transfert de fiscalité du travail vers la pollution iv) La fin du gaspillage de nombreuses ressources (McKinsey, 2011).

La mise en place de ces politiques n'est certes pas associée à une révolution industrielle verte d'ampleur schumpétérienne comme certains l'espèrent (Rifkin, 2012 ; Stern, 2012). Mais cela donne de bons espoirs que la lutte contre le changement climatique et le renchérissement des ressources est compatible voire renforce la croissance. C'est en tout cas l'espoir des grandes institutions internationales : OCDE, PNUF, Banque mondiale.

Il convient cependant de se demander si les

mesures de protection de l'environnement sont toujours « gagnant-gagnant ». Et les décroissants – les plus pessimistes – insistent sur l'impossibilité de découpler croissance et consommation de ressources naturelles (Gadrey, 2012 et Latouche, 2006). Si le découplage relatif est possible, les exemples de découplage absolu ne sont pas si nombreux que cela (seulement 13 pays sur 125 pour le CO₂ sur la période 1980-2005, selon Camara, 2013). Certes les économies avancées sont plus efficaces en ressources, mais leurs consommations en volume baissent rarement⁴¹, comme nous le verrons dans la seconde partie de ce rapport. Et quand les émissions de CO₂ mesurées sur le territoire national baissent, les émissions liées à la consommation, elles, augmentent (Pasquier, 2012). La « société post-industrielle » n'est pas immatérielle, les services complétant plus qu'ils ne remplacent les biens industriels dont une partie de la production a été externalisée par les pays développés.

41. Jackson (2009) montre une stabilisation des consommations directes de matériaux (DMC) depuis 1975 au Royaume Uni et une légère hausse en Allemagne, Autriche et Japon – mais ceci ne prend pas en compte les consommations faites à l'étranger pour satisfaire les besoins nationaux.

9. CONCLUSION DU CHAPITRE I

Ce premier chapitre a permis de retracer l'évolution de la croissance économique dans une perspective historique et a mis en avant les facteurs expliquant ce phénomène au cours du xx^e siècle. Les connaissances sur la croissance demeurent très limitées et les controverses entourant ses moteurs à long terme sont nombreuses. Nous résumons brièvement les enseignements et controverses parcourus dans ce chapitre.

À long terme, les gains de productivité (la hausse de la production marchande par heure travaillée) déterminent la croissance du revenu par habitant. La hausse de la productivité résulte de la réorganisation des processus de production et de consommation permettant de démultiplier les capacités du travail humain. Ces réorganisations sont la conséquence d'innovation techniques aussi bien que sociales.

Il est important de rappeler que les taux de productivité ou de croissance du PIB sont le résultat de mécanismes complexes pouvant être liés à des facteurs comme la composition de l'économie,

l'organisation sociale, la démographie ou encore l'énergie. Ce sont les régimes de croissance, définis par l'interaction entre ces différents facteurs, qui nous intéressent davantage que les indicateurs « PIB » et « productivité », qui ne font que traduire – imparfaitement – les évolutions suivies par ces régimes.

La croissance économique soutenue et substantielle est un phénomène récent dans l'histoire de l'humanité. Les taux de croissance de l'âge d'or constituent eux-mêmes une exception au sein de l'histoire économique moderne. Les taux de croissance dans les pays développés, autour de 2 % depuis les années 1970, correspondent à la moyenne depuis le début de la première révolution industrielle.

On observe un ralentissement de la croissance dans la plupart des pays développés, depuis les années 1970. Nous mettons en avant trois principaux « suspects » pour expliquer ce ralentissement : l'essoufflement des retombées de l'innovation, la tertiarisation de l'économie et la contrainte environnementale. Il n'y a pour autant pas de consensus entre économistes sur l'importance

relative de chacun de ces trois facteurs, voire sur leur pertinence dans le débat. L'influence de ces facteurs sur l'activité économique de demain soulève par ailleurs de nouvelles controverses :

- Pour les optimistes, les innovations récentes dans le domaine des nouvelles technologies de l'information par exemple n'ont pas encore porté leurs fruits. Par ailleurs, l'économie des services serait porteuse de nouveaux réservoirs de croissance. Enfin, la lutte contre les dégradations environnementales devrait permettre elle aussi de réduire le contenu matériel de nos consommations tout en accroissant notre revenu.
- Pour les pessimistes, les innovations récentes n'auraient pas le même pouvoir de transformation que les innovations passées. La tertiarisation de l'économie rendrait plus difficiles les gains de productivité et donc des taux de croissance soutenus. Et la protection de l'environnement ou la raréfaction des ressources naturelles constitue un surcoût, donc un frein à la croissance.

Il existe une incertitude « radicale » sur l'avenir de la croissance économique. Les choix politiques que nous prendrons et les technologies que nous inventerons demain demeurent incertains. Cela ouvre par conséquent une large gamme de futurs économiques possibles avec autant de résultats en matière de croissance. À chacun de ces futurs, nous ne pouvons raisonnablement associer une probabilité – en réalité, nous ne connaissons même pas l'ensemble des futurs possibles.

Différents choix de société peuvent être poursuivis, qui auraient différents impacts en termes de croissance du PIB dans le futur.⁴² Il serait paradoxal de conditionner ces choix de société à la croissance économique qui en découlerait – à moins que la croissance économique ne soit l'idéal ultime d'une société. En d'autres termes : une position raisonnable serait d'effectuer ces choix, puis d'observer les conséquences en matière de croissance.

Mais cela implique alors de développer des sociétés pouvant s'accommoder d'un large éventail de taux de croissance demain. C'est ce que nous qualifions ici de société « post-croissance ». Il ne s'agit pas de se désintéresser de la croissance (comme nous le verrons dans le chapitre 3), mais de construire une proposition collective du futur dans laquelle l'économie et la société ne seraient pas dépendantes du besoin de hausse soutenue du PIB. ■

42. Souhaite-t-on répondre au besoin d'autonomie des personnes âgées par davantage de personnel à domicile ? ou par la robotisation et la médecine à distance ?

CHAPITRE II

PEUT-ON CROÎTRE ÉCONOMIQUEMENT DANS UN MONDE FINI ?

LA QUESTION ENVIRONNEMENTALE, UNE CONTROVERSE PARMI D'AUTRES SUR LE FUTUR DE LA CROISSANCE ÉCONOMIQUE

Le premier chapitre de ce rapport a montré que le niveau de la croissance économique à long terme⁴³ était sujet à controverse. Rythme des innovations, tertiarisation de l'économie ou hausse du prix des matières premières : autant de facteurs qui pourraient peser sur la croissance de demain. Nous proposons dans cette section d'approfondir l'étude de l'un de ces facteurs – la contrainte environnementale – à l'aide de données physiques et d'un exercice de modélisation économique.

Il s'agira dans un premier temps de répertorier les ressources environnementales utilisées dans les processus économiques : ressources minérales énergétiques et non énergétiques, ressources agricoles, sols et ressources aqueuses. Nous nous intéresserons en particulier, sans s'y limiter, aux réserves disponibles pour l'Union européenne.

Dans un second temps, nous étudierons plus en détail l'impact des contraintes énergétiques et climatique sur l'économie mondiale et européenne, en utilisant un modèle macroéconomique, permettant de rendre compte des interactions complexes entre l'économie, les stocks de ressources énergétiques et la protection du climat.

Environnement et activité économique : quelles synergies ?

Les liens entre l'environnement et les activités humaines ne se limitent pas aux ressources

énergétiques ou au climat. En s'appuyant sur la littérature sur les services écologiques, on peut distinguer les différents types de services rendus par l'environnement aux hommes⁴⁴ :

- Services de soutien aux conditions favorables à la vie sur Terre (cycle du carbone et des différents éléments chimiques ou cycle de production de la biomasse). Ces services sont nécessaires à la production de tous les autres services nécessaires à la vie sur terre.
- Services de régulation liés aux processus des écosystèmes (mangroves, barrières de corail, etc.). Ces services soutiennent d'autres services écologiques, mais à une échelle plus réduite.
- Services d'approvisionnement (ressources énergétiques et alimentaires, eau, biomasse pour la production de biens), qui permettent aux hommes de satisfaire leurs besoins matériels.
- Services culturels (beauté d'une plage, silence d'une montagne, etc.) liés au bien être spirituel ou encore esthétique perçus par les sociétés humaines.

Les liens entre ces services écologiques et l'économie, disons leur « impact économique », dépendent beaucoup des services considérés.

- Les services d'approvisionnement comme les ressources énergétiques ou alimentaires ont une *valeur d'usage directe* : ils sont intégrés à un système de prix. D'autres services d'approvisionnement comme l'air respirable ont une valeur d'usage indirecte : ils ne sont pas intégrés à un système de prix mais ont des effets indirects sur

43. Au-delà de la crise économique actuelle.

44. On remarquera d'emblée que le concept de « service » est anthropocentré. En effet, la grille de lecture utilisée ici est celle de l'*utilité* de l'environnement pour les sociétés humaines. De plus notre point d'entrée sera l'économie. Il s'agit là d'une vision réductrice, que nous utiliserons avec les précautions qu'il se doit.

l'activité économique.

- La valeur *d'usage indirecte* correspond alors aux services écologiques qui n'ont pas de prix mais qui pourraient en avoir si l'on internalisait les effets positifs⁴⁵ qu'ils confèrent à l'économie. À titre d'exemple, un service de régulation comme les écosystèmes protégeant contre les tempêtes tropicales a une valeur pouvant être mesurée par les impacts économiques des tempêtes. C'est l'approche mise en avant par P. Sukdhev dans son ouvrage sur l'évaluation économique de la biodiversité (Sukdhev, 2010⁴⁶).
- La valeur d'existence, ou valeur intrinsèque consiste à valoriser la nature pour ce qu'elle est, i.e. à lui conférer une valeur *intrinsèque*. La vie de certaines espèces qui n'ont pas d'utilité marchande directe ou indirecte pour les sociétés humaine a une valeur *en soi*. Il ne s'agit donc pas temps de conférer un prix, mais plutôt d'encadrer l'activité économique pour respecter cette valeur.

Si nous nous intéressons dans la section suivante aux ressources naturelles (une partie seulement des services d'approvisionnement) et non aux autres services écologiques, c'est d'une part parce qu'il existe de nombreuses inquiétudes quant à la nature limitante des ressources naturelles pour l'activité économique, et d'autre part parce que c'est pour ces ressources là qu'il existe le plus de travaux académiques et de modèles économiques. Un modèle « intégré » de tous les services écologiques reste à construire, qui prendrait notamment en compte la biodiversité. L'étude de la contrainte climatique et de son impact économique dans la suite de ce rapport permettra néanmoins d'ouvrir notre angle de vue.

45. Les « externalités » dans le langage de l'économie - terme qui peut paraître trompeur en ce qu'il introduit une distinction entre « intérieur » et un « extérieur » à l'économie.

46. Le rapport Sukdhev (2010) évalue les bénéfices économiques globaux liés à la biodiversité et les coûts liés à la réduction du nombre d'espèces. La biodiversité y est conçue comme une ressource, qui entre en jeu dans les processus d'échange et de production économique. Les services rendus par les écosystèmes sont considérés en tant que dividendes versés par un capital naturel. Ainsi, les pertes de biodiversité induiraient des pertes de l'ordre de 7 % du PIB mondial en 2050. Il y a dans cette approche l'idée que les services éco systémiques seraient compensables par du travail humain ou des technologies.

PARTIE A. ÉVALUER LES STOCKS DE RESSOURCES

1. LA CONSOMMATION DE RESSOURCES NATURELLES AU COURS DU XX^e SIÈCLE

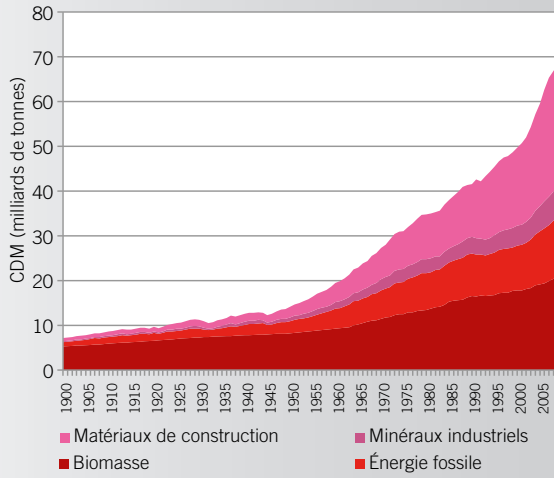
Commençons par retracer l'évolution des consommations mondiales en ressources naturelles au cours du siècle passé. Les figures 2.1 et 2.2 renseignent sur l'évolution de la consommation de matière depuis 1900. Ces données nous permettent de retracer l'évolution de la consommation de biomasse, d'énergie fossile, de minerais et de matériaux de construction⁴⁷. Cette représentation est simplificatrice, car on additionne ici des tonnes de matière au contenu énergétique, nutritionnel ou « utilitaire » très différents. Mais l'intérêt d'utiliser une unité commune est de fournir un panorama synthétique et cohérent sur une longue période. Nous appellerons consommation domestique de matière (CDM) la masse des matériaux utilisés (mesurée en tonnes par an) pour satisfaire les besoin humain.

Au niveau mondial, la CDM a été multipliée par un facteur 4 depuis 1900. La plus forte augmentation a eu lieu pour les matériaux de construction et les minerais : leur production est multipliée par des facteurs 42 et 31 respectivement. La consommation de combustibles énergétiques fossiles (pétrole, gaz, charbon) est multipliée par un facteur 13 depuis le début du xx^e siècle. Les tonnes de produits issus de l'agriculture sont multipliées par un « petit » facteur 3. On remarque donc que ce n'est pas principalement pour nourrir les habitants de la planète que la consommation domestique de matière a augmenté, mais pour se loger, construire des usines et pour se déplacer.

La CDM décolle à la sortie de la guerre, ce qui correspond à l'âge d'or de la croissance au sein des pays développés. Le rythme est soutenu par la suite, bien que les tonnes de matière consommées par habitant stagnent, elles, de 1980 à 2000, en raison des gains d'efficacité effectués. La CDM mondiale atteint une nouvelle phase de croissance au début des années 2000 avec l'essor économique des pays émergents, Chine en tête.

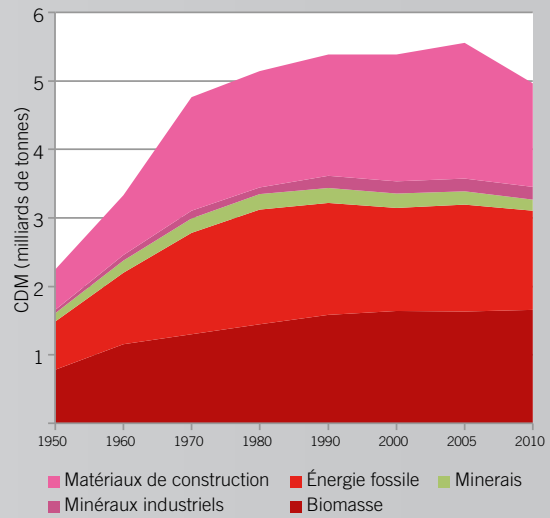
47. Sont pris en compte dans la biomasse tous les produits agricoles, les énergies fossiles comprennent le pétrole, le gaz, le charbon et les autres minerais énergétiques non renouvelables, les minerais industriels comprennent notamment l'or, le graphite et les terres rares et enfin la consommation de matériaux de construction comprennent, entre autres, les sables graviers, chaux, ciment, etc. (cf. Krausman, 2010 pour le détail de la méthodologie).

Figure 2.1. Consommation de ressources naturelles au niveau mondial (1900-2005)



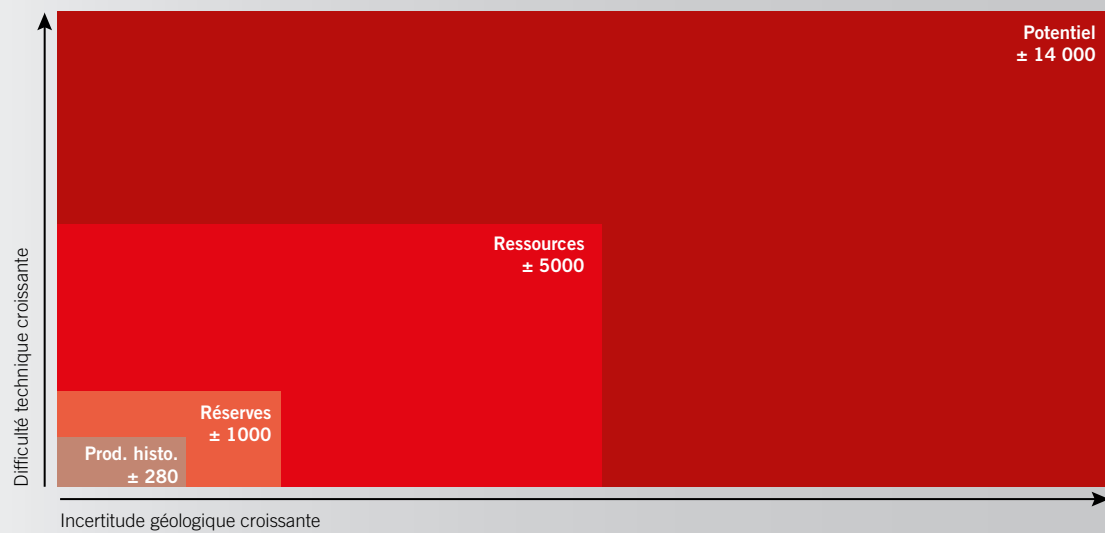
Source : Schaffartzik, 2013.

Figure 2.2. Consommation de ressources naturelles en Europe de l'Ouest (1950-2010)



Source : Schaffartzik (2013) Données en cours de publication. Pour des raisons méthodologiques, les consommations de minerais non métalliques sont sous-estimées. Les valeurs sont 10% inférieures à celles d'Eurostat.

Figure 2.3. Réserves, ressources et potentiel de charbon au niveau mondial



Note : Milliards de tonnes (saut d'échelle). Sources : Grossling (1981) et EIA (2005).

La consommation de matière en Europe⁴⁸ a crû largement des années 1950 aux années 1980, tirée par la consommation de matériaux de construction, d'hydrocarbures et de biomasse. La consommation a cru moins vite par la suite et on observe une quasi-stagnation des tonnes de matière consommées depuis les années 1990, avec une réduction des tonnes d'énergie fossile importées. L'Europe semble donc être de plus en plus efficace dans l'utilisation des ressources matérielles. La baisse observée pour l'année 2010 est due à la crise économique bien plus qu'à un virage écologique de l'économie mondiale.

2. DES FLUX AUX STOCKS

Nous nous sommes intéressés à l'évolution des consommations de matière – c'est-à-dire des *flux* de matière prélevée de l'environnement pour répondre aux besoins humains. Ces flux ne nous informent pas sur les quantités de ressources disponibles⁴⁹. Il faut pour cela évaluer les stocks disponibles et le rapport entre la consommation et ces stocks.

On présentera d'abord les ressources minérales utilisées pour produire de l'énergie (hydrocarbures et uranium), puis les autres ressources minérales constitutives de la croûte terrestre (métaux, terres rares) et enfin les sols et les ressources en eau.

Pour les hydrocarbures, il convient de distinguer entre le *potentiel*, les *ressources* et les *réserves*⁵⁰:

- Le *potentiel* correspond à l'ensemble des matériaux présents au sein de la croûte terrestre, susceptibles d'être identifiés par l'homme. Il s'agit donc de ressources théoriques, qui n'ont pas encore été identifiées mais qui pourraient exister.
- Les *ressources* correspondent aux matériaux effectivement identifiés par la géologie. Néanmoins ces ressources ne sont pas nécessairement extractibles par l'homme, en raison des technologies requises pour les extraire. Avant le forage horizontal, inventé dans les années 1980, de nombreux champs d'hydrocarbures n'étaient pas atteignables. L'association de la fracturation

Encadré 2.1.

Ressources énergétiques et unités de mesure

Nous présentons dans cette section les stocks de ressources énergétiques à l'aide du ratio réserves sur production (R/P). Ce ratio n'indique en aucun cas le nombre d'années de réserves restantes avant leur épuisement, car le rythme de consommation évolue, aussi bien que le rythme des découvertes. Or depuis plusieurs décennies, le rythme des découvertes ralentit, contrairement à la croissance de la consommation.

Les données énergétiques sont également présentées en unités physiques d'énergie, ici en exa-joules (EJ). Le joule est l'unité énergétique de référence du système international et un exa-joule correspond à un milliard de milliard de joules. Le monde a consommé 532 EJ en 2012. Rappelons qu'une lampe de 100 W consomme 100 J par seconde, soit 360 000 joules par heure, soit la consommation mondiale annuelle divisée par cent millions puis par un milliard...

Pour les hydrocarbures (pétrole, gaz, charbon) les valeurs présentées correspondent à la médiane des réserves de pétrole estimées par sept organismes répertoriés par 4D (2013). Ces organismes incluent à la fois des groupes pétroliers (British Petroleum), des institutions publiques ou internationales (United States Geological Survey, Institut Français du Pétrole, International Energy Agency, German Federal Institute for Geosciences and Natural Resources, World Energy Council), et la société civile (Association for the Study of Peak Oil).

hydraulique et du forage horizontal permet depuis quelques années notamment d'extraire des gaz de schiste dont l'extraction n'était pas économique jusque-là.

- Les *réserves* correspondent aux ressources exploitables en l'état actuel des technologies et du prix de marché. Les estimations de réserves sont donc très fluctuantes. Ainsi, les réserves énergétiques dépendent non seulement des ressources mais également des technologies à la disposition de l'homme et de l'évolution des prix. Alors que les ressources peuvent diminuer, les réserves peuvent s'accroître, en raison de la découverte de nouvelles techniques d'extraction. La figure 2.3 schématise ces notions pour le cas du charbon.

3. LES RESSOURCES PÉTROLIÈRES

Le ratio réserves/production indique le nombre d'années de production restantes si les réserves et le niveau de production (donc de consommation) sont inchangés. Ce ratio porte souvent à confusion. En effet, ni le dénominateur ni le numérateur de ce ratio ne sont stables dans le temps. Les réserves peuvent varier avec de nouvelles découvertes (même si, dans un monde fini, les ressources sont en quantité limitée) et surtout le rythme de production et de consommation n'est jamais stable – on l'a vu sur les figures de la section précédente.

48. La CDM ne prend pas en compte les consommations de matière faites à l'étranger pour satisfaire les besoins nationaux.

49. Les flux ne nous disent rien non plus sur la pollution qu'ils génèrent. Nous nous intéresserons à la question de la pollution en seconde partie du chapitre, avec l'étude d'un polluant (parmi beaucoup d'autres) : les émissions des gaz à effet de serre.

50. Pour une présentation plus approfondie des stocks de ressources naturelles, se référer à 4D (2013), auquel nous empruntons plusieurs enseignements dans cette section du rapport.

Le ratio réserves/production de pétrole s'établissait en 2010 à 47 années au niveau mondial, soit 9090 EJ (cf. encadré 2.1). Le ratio R/P est relativement stable depuis la fin des années 1980 : la consommation et la production de pétrole a cru largement sur cette période mais des découvertes ont permis de maintenir le ratio constant.

Figure 2.4. Réserves mondiales de pétrole en 2010

(En années selon le rythme de production actuel)

	R/P (années)
Médiane	47
Minimum	37
Maximum	89

Source : calculs des auteurs selon la production en 2010 (AIE, 2011) et les réserves indiquées par 7 principaux organismes (ASPO, USGS, BP, IFP, AIE, BGR, WEC) cités par 4D (2013).

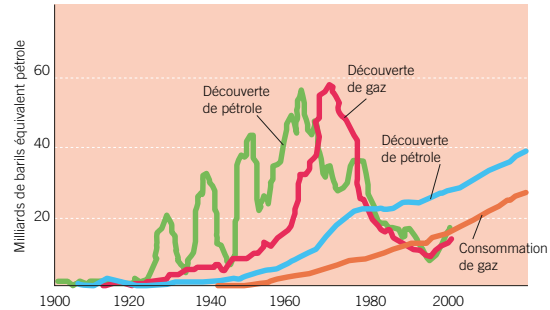
Les réserves de pétrole ont en effet augmenté entre 1990 et 2010 dans les pays de l'URSS (+100 % des réserves) et dans les pays de l'OPEC (+40 %). Le Venezuela a revu ses réserves à la hausse, entraînant un doublement de ses ressources, ce qui explique la hausse des réserves dans les pays de l'OPEC. Elles ont chuté dans les pays OCDE (-23 %). Historiquement, les découvertes de pétrole conventionnel ont été au plus bas (figure 2.5) autour des années 2000, tandis que le pic a été atteint au milieu des années 1960.

Les réserves de pétroles sont très inégalement réparties à la surface du globe, avec six pays (Venezuela, Arabie Saoudite, Iran, Irak, Koweït et Émirats arabes unis) détenant plus des deux tiers des réserves mondiales. L'Union européenne consomme 16 % de la production mondiale et importe 89 % de ses consommations⁵¹. Près de 60 % de ses importations de pétrole brut provenaient de Russie, de Norvège et de Lybie en 2010. Rappelons enfin que l'UE ne dispose que de 0,5 % des réserves mondiales.

L'estimation des réserves de pétrole soulève des controverses à la fois scientifiques et géopolitiques, expliquant notamment la fourchette d'incertitude sur les réserves. On peut mentionner les controverses entre géologues sur la présence de réserves dans certains types de gisements (notamment dans l'Arctique). À ces controverses sur la localisation des ressources s'ajoutent des controverses sur les rendements des gisements, qui dépendent de la nature de la roche (porosité, perméabilité, etc.), difficilement estimable sans avoir effectué de forage. À l'avenir, les avancées en matière de

51. Il s'agit ici du volume d'importation net des exportations. Ces chiffres sont issus de BP (2011).

Figure 2.5. Découvertes de pétrole et de gaz dans le monde (1900-2020)



Source : Exxon mobil, cité par 4D (2013)

technologie d'extraction, qui permettront d'accroître le volume de pétrole extrait des champs déjà identifiés devraient permettre d'accroître les réserves d'avantage que les découvertes de gisements non conventionnels – qui requièrent des technologies d'extraction autre que des techniques traditionnelles. Enfin, certains pays n'autorisent pas la communauté internationale à vérifier leurs déclarations, compte tenu du caractère stratégique de ces réserves, notamment le Venezuela qui détient les plus importantes réserves.

Les ressources de pétrole de schiste représenteraient un supplément de 10 % par rapport aux réserves prouvées de pétrole (EIA, 2013).

4. LES RESSOURCES DE GAZ NATUREL

Il restait, en 2010, 51 années de réserves de gaz naturel au niveau mondial, soit 6750 EJ. L'incertitude sur la quantité de réserves disponibles est nettement plus marquée sur le gaz que sur le pétrole. Cela s'explique par la prise en compte par l'AIE des réserves des gaz de schistes et gaz de houille, qui viennent doubler le potentiel des réserves.

Figure 2.6. Réserves mondiales de gaz naturel en 2010

(En années selon le rythme de production actuel)

	R/P (années)
Médiane	51
Minimum	48
Maximum	213

Source : calculs des auteurs selon la production en 2010 (AIE, 2011) et les réserves indiquées par 5 principaux organismes (BP, IFP, AIE, BGR, WEC).

Le ratio R/P pour le gaz est relativement stable depuis le début des années 1980. Comme pour le pétrole, la hausse de la production a été contenue

par une hausse des découvertes au Moyen-Orient et en Afrique (+54 % de réserves dans les pays non OCDE). Les réserves européennes ont, elles, baissé de 27 % depuis vingt ans. Le rythme des découvertes au niveau mondial est lui aussi en très nette baisse depuis les années 1970 : le maximum a été atteint en 1974 (figure 2.5).

Les réserves mondiales de gaz sont un peu mieux réparties à la surface du globe que les réserves de pétrole : on en trouve en quantité non négligeable en Eurasie, au Moyen-Orient, en Afrique et en Amérique du Nord. Néanmoins, seuls dix pays se partagent deux tiers des réserves, dont la Russie (24 % des ressources mondiales), l'Iran (16 %) et le Qatar (13,5 %). La dispersion des ressources mondiales de gaz est donc très relative. L'UE dispose de 1,3 % des réserves mondiales, consomme 15 % de la production mondiale et importe 65 % de sa consommation⁵². Près des trois quarts de ses importations provenaient en 2010 de Russie, de Norvège et d'Algérie.

Les controverses entourant les ressources de gaz sont similaires à celles évoquées pour le pétrole : débats sur les connaissances géologiques et enjeux liés à la rétention d'informations stratégiques. Les ressources non conventionnelles identifiées seraient cependant plus importantes pour le gaz : au niveau mondial, les gaz de schiste représenteraient un supplément de 47 % par rapport aux ressources conventionnelles (EIA, 2013⁵³). Ces ressources ont la particularité de se situer sur les cinq continents et d'être mieux réparties que les ressources conventionnelles. Selon l'EIA, l'Union européenne disposerait de 6,5 % des ressources de gaz de schiste, principalement en Pologne et en France.

Figure 2.7. Répartition géographique des gaz de schiste

(% des ressources mondiales de schiste)

Chine	15,3%	Mexique	7,5%
Argentine	11,0%	Australie	6,0%
Algérie	9,7%	Afrique du Sud	5,3%
États-Unis	9,1%	Russie	3,9%
Canada	7,9%	Brésil	3,4%

Source : EIA, 2013.

52. Net des exportations.

53. Pour l'Agence internationale de l'énergie, l'inclusion des gaz non conventionnels (schiste et houille multiplie par deux la quantité totale de réserves disponibles, ce qui fait passer le ratio R/P à 213 années).

5. LES RESSOURCES DE CHARBON

Le ratio réserves sur production pour le charbon est de 96 ans – deux fois plus que les ratios pour le gaz ou le pétrole –, soit 20 120 EJ. La fourchette de réserves pour le charbon est relativement étroite, témoignant d'une relative bonne connaissance des sites géologiques et de la nature des formations.

Figure 2.8. Réserves mondiales de charbon en 2010

(En années selon le rythme de production actuel)

	R/P (années)
Médiane	96
Minimum	89
Maximum	124

Source : calculs des auteurs selon la production en 2010 (AIE, 2011) et les réserves indiquées par 5 principaux organismes (BP, IFP, AIE, BGR, WEC).

Contrairement au gaz et au pétrole, le ratio réserves sur production pour le charbon est en baisse depuis le milieu du xx^e siècle. Ce ratio, qui était de plus de 200 années en 1980, a été divisé par deux en trente ans. Il n'y a en effet pas eu de nouvelles découvertes de charbon depuis deux décennies. Au niveau mondial, les réserves de lignite, de houille et d'anthracite – les trois grandes catégories de charbon – sont en léger déclin au cours de la dernière décennie. Il y a néanmoins des modifications importantes de la répartition des champs de charbon : baisse des réserves en Asie Pacifique et en Afrique et hausse en Eurasie.

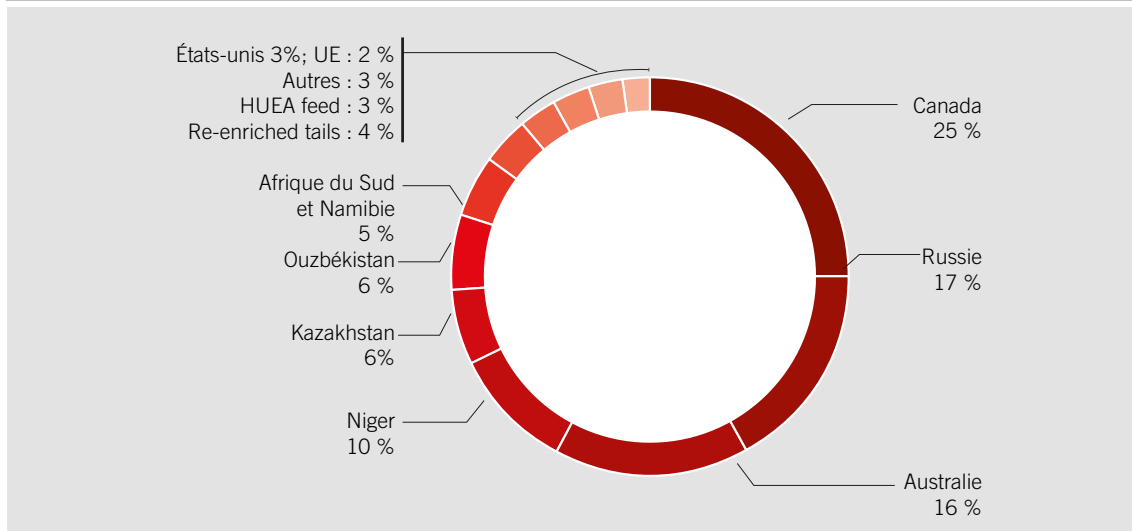
Les réserves mondiales de charbon sont réparties aux trois quarts dans trois zones géographiques : l'Asie (26 % des réserves), l'Europe (23 %) et l'Amérique du Nord (21 %). L'Union européenne consomme 7,5 % de la production mondiale et importe 42 % de sa consommation du reste du monde. 64 % de ses importations provenaient en 2010 de Russie, de Colombie et des États-Unis. L'UE dispose de moins 6,5 % des réserves mondiales. Le marché du charbon est relativement concentré, avec deux pays (Chine et États-Unis) totalisant à eux seuls plus de 60 % de la production et de la consommation.

6. LES RESSOURCES EN URANIUM

Le ratio réserves sur production pour l'uranium s'élève à 76 ans pour les ressources conventionnelles (soit 2,2 EJ⁵⁴). À ce chiffre s'ajoutent

54. 4 000 fois moins que pour les réserves de pétrole. Les valeurs en EJ correspondent à la moyenne d'énergie primaire (i.e. la chaleur) extraite dans une tonne d'uranium en France (AIEA, 2011).

Figure 2.10. Origine géographique des importations d'uranium vers l'UE



Source : AIEA (2008)

47 années (1,4 EJ) de réserves inférées, c'est-à-dire identifiées mais avec un degré de confiance moindre (OCDE, 2011), et 18 années de ressources secondaires (ressources de combustible de fission recyclé et stocks militaires (0,5 EJ). Les réserves secondaires peuvent couvrir une part importante de la production : ces dernières années, les ressources secondaires ont couvert environ 40 % des besoins (Capus, 2007)C⁵⁵.

Figure 2.9. Ressources mondiales d'uranium en 2010

(En années selon le rythme de production actuel)

	R/P (en années)
Ressources conventionnelles	76
Avec ressources inférées	123
Avec ressources secondaires	141

Source : AIEA 2011.

Les réserves d'uranium sont réparties sur les cinq continents : elles sont principalement détenues par l'Australie (23 % des réserves mondiales), le Kazakhstan (15 %), la Russie (10 %), le Canada (8 %) et le Niger (8 %). Notons que l'uranium est un composant présent en abondance dans les océans mais à teneur trop faible pour pouvoir être exploitée par les techniques disponibles.

En 2008, l'Union européenne consommait 33 % de la production mondiale et importait 97 % de sa consommation d'uranium. Près de 60 % de ses

55. Nous ne faisons pas ici état des autres ressources fissiles, comme le thorium, étant donné qu'il n'existe pas à ce jour de technologie capable de l'utiliser commercialement.

importations provenaient du Canada, de la Russie et de l'Australie (figure 2.10). L'UE dispose de moins d'1 % des réserves mondiales⁵⁶.

7. ÉNERGIES FOSSILES IMPORTÉES ET ÉNERGIE GRISE

En additionnant les importations de chaque combustible fossile, l'Union européenne importe près de 60 % de sa consommation d'énergie (figure 2.11).

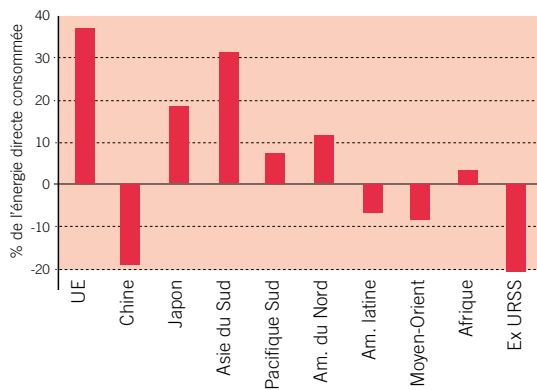
Figure 2.11. Part des importations d'énergie primaire en 2005

	Part dans la production d'énergie primaire	% importations de combustibles
Gaz naturel	18,8 %	65 %
Combustibles solides	19,6 %	42 %
Nucléaire	28,5 %	97 %
Pétrole	11,7 %	89 %
Renouvelables et autres	21,4 %	0 %
TOTAL	100 %	59 %

Source : Pourouchottamin *et al.* (2013)

56. La filière du thorium est parfois citée comme une alternative à l'uranium pour produire de l'électricité nucléaire. Le thorium est trois à quatre fois plus abondant que l'uranium et son utilisation dans un surgénérateur produirait des combustibles fissiles en partie réutilisables. Certaines études mettent en avant un potentiel de plusieurs milliers d'années de réserves en utilisant des réacteurs à cycle rapide et du thorium. Néanmoins, la viabilité de cette ressource n'est pas démontrée.

Figure 2.12. Énergie importée ou exportée dans le monde de manière indirecte



Source : Pourrouhotamin *et al.* 2013.

Mais l'Union européenne importe également de l'énergie de manière indirecte. Cette énergie est contenue dans les biens que les européens achètent au reste du monde. Il faut ajouter aux 70 EJ d'énergie primaire consommée par l'Union européenne, 37 % d'énergie grise importée, contenue dans les biens et services achetés au reste du monde⁵⁷. Le taux de dépendance énergétique de l'Union européenne atteint alors les 70 %.

Au niveau mondial, c'est principalement la Chine qui exporte de l'énergie « grise », via les produits qu'elle manufacture pour le reste du monde (figure 2.12)⁵⁸. L'écart entre l'énergie grise importée par les Etats Unis et l'énergie directe qu'ils consomment est faible. Cela traduit en réalité un niveau de consommation d'énergie directe très élevé et donc une part d'importation relativement faible.

8. LES MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Les matériaux utilisés pour la construction (sable, gravats, calcaire et chaux) sont abondants à la surface du globe et relativement bien répartis. La grande majorité des matériaux de construction utilisés dans l'Union européenne sont donc produits localement et il n'y a pas de problème de déplétion de stock pour ce type de ressource à proprement parler.

57. Ce chiffre est « net » en ce qu'il soustrait aux importations l'énergie exportée par l'Union européenne dans les biens qu'elle vend à ses partenaires. Cf. Pourrouhotamin *et al.* (2013) pour la méthodologie.

58. Les pays de l'ex-URSS sont des gros exportateurs, car ils vendent du gaz raffiné, compté comme un produit retravaillé et non pas comme une matière brute.

Néanmoins, l'enjeu de la compétition entre les différentes utilisations des sols se pose. L'urbanisation, la construction de routes, la délimitation de réserves naturelles ou la préservation des nappes phréatiques limite l'accès à ces ressources dans les pays européens. Selon le BRGM cité par 4D (2013), les réserves de matériaux de construction se seraient plus largement réduites en raison de ces facteurs indirects qu'à cause de l'extraction per se en France. Ce type de compétition pour l'usage des sols repousse progressivement les centres de production de matériaux de construction en périphérie de l'UE et augmente le coût du transport associé à ces matériaux.

Le monde dans son ensemble consomme aujourd'hui 28,3 milliards de tonnes de matériaux de construction, contre 0,67 Gt au début du xx^e siècle. L'Union européenne consomme 5 % de la production mondiale en matériaux de construction, contre 25 % en 1950 (Schaffartzik, 2013)⁵⁹.

9. LES RESSOURCES DE MÉTAUX

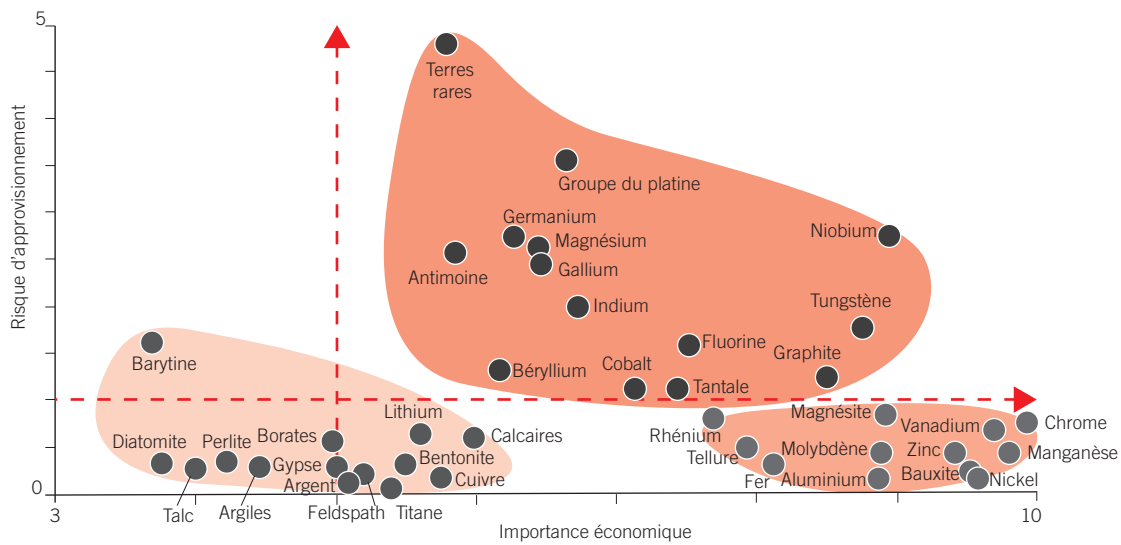
La consommation mondiale en métaux a été multipliée par 31 en soixante ans et la part de la consommation européenne dans la production mondiale est passée de 21% à 5% sur la période. Les métaux peuvent être répartis en quatre familles (4D, 2013) :

- Le fer et les ferroalliages (le fer mélangé à d'autres éléments, comme le manganèse et le chrome), sont largement utilisés pour construire les infrastructures (routes, habitat urbain et usines). Leur importance économique est centrale et ces métaux ont la particularité d'être relativement bien répartis à la surface du globe. Néanmoins, les réserves de chrome sont préoccupantes, avec un ratio R/P inférieur à 15 ans. Les réserves de fer sont de 70 ans au rythme de production actuel.
- Les métaux non-ferreux⁶⁰ (comme le cuivre, le zinc et l'étain) sont utilisés pour les infrastructures mais entrent également dans la fabrication de produits industriels (mécanique, transport, énergie). Certains de ces métaux comme le zinc, l'étain, le plomb ou le cuivre ont des ratios R/P inférieurs à 35 ans. Des doutes quant à leur production au coût actuel demeurent.
- Les métaux précieux (or, argent, platine) utilisés dans des processus industriels plus avancés

59. Faute de données disponibles, nous ne présentons pas les consommations indirectes des ressources minérales et aqueuses.

60. Les métaux précieux et les métaux de haute technologie sont également non-ferreux. Nous utilisons ce terme par simplification.

Figure 2.13. Risque d'approvisionnement et importance économique pour l'Union européenne



Source : CGSP, 2013.

ont des ressources relativement abondantes, à l'exception de l'or et de l'argent qui ont respectivement 19 et 20 années de réserves prouvées au rythme de consommation actuel.

- Les métaux de haute technologie (cobalt, indium, lithium, titane, germanium, terres rares) entrent en jeu dans la fabrication de technologies de pointe, comme l'électronique ou l'informatique et la téléphonie. Ces métaux combinent à la fois un degré d'importance stratégique élevé et pour nombre d'entre eux, ils sont relativement concentrés à la surface du globe.

Parmi ces métaux, notons l'importance des terres rares, un ensemble de dix-sept métaux⁶¹, dont les ressources ne sont pas particulièrement restreintes à l'échelle de la planète mais très concentrées. La Chine s'est positionnée stratégiquement depuis les années 1990 sur cette ressource, et contrôle aujourd'hui 97 % du marché de la production grâce au développement d'un leadership sur les techniques d'extraction et au faible coût de sa main d'œuvre.

Le risque d'approvisionnement et le degré d'importance économique des métaux.

Le risque d'approvisionnement en métaux est déterminé par le degré de concentration du marché, le taux de dépendance de l'Union européenne

et la quantité de réserves prouvées. Ainsi, l'antimoine, dont les réserves prouvées atteignent seulement les dix ans, et pour lequel l'UE est dépendante à 100 %, auprès d'un producteur quasi monopolistique (la Chine), génère de fortes préoccupations. La Chine produit également plus de 50 % des ressources de magnésium, de molybdène, de lithium, de sélénium, de germanium ou encore de gallium (USGS, 2010).

La Chine produit notamment 97 % des terres rares, 90 % de l'antimoine ou plus de 80 % du tungstène mondial. L'Union européenne, relativement peu dotée en métaux et minéraux, devra faire face à une augmentation du coût des métaux à cause de leur raréfaction et des tensions accrues dues à leur concentration.

Les risques encourus par les pays consommateurs ne dépendent pas uniquement des enjeux liés à l'approvisionnement mais également à l'importance économique et stratégique de chaque métal. Le chrome, le manganèse, le vanadium, le zinc et la bauxite sont d'importance majeure pour l'activité économique au sein de l'Union européenne. Le croisement de l'importance économique et du risque d'approvisionnement nous permet d'apprécier la *criticité* des métaux – cf. figure 2.13⁶². Les métaux comme le Niobium, le Tungstène, les terres rares ou le magnésium sont dans une zone de criticité élevée. La croissance de la demande pour ces métaux posera des problèmes

61. Les principales applications sont les lasers (samarium), les lampes fluorescentes basse consommation (terbium), la fibre optique (erbium) ou encore les aimants permanents utilisés dans les batteries de voiture ou les éoliennes (néodyme).

62. Le risque d'approvisionnement ne prend pas ici en compte la quantité de réserves restantes et se limite à la géographie du marché.

économiques ou géopolitiques à l'UE si elle ne réduit pas la demande ou ne trouve pas d'autres sources d'approvisionnement (notamment *via* le recyclage).

10. L'ÉTAT DES RESSOURCES EN EAU

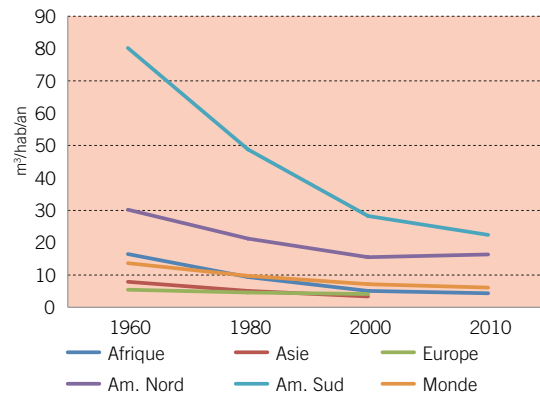
L'eau douce ne représente que 2,5 % du stock d'eau mondial⁶³. On ne la trouve pas principalement sous forme liquide : elle se trouve à 70 % sous forme de neige ou de glace, dans les régions montagneuses et aux pôles, à près de 30 % dans les réserves souterraines et à seulement 0,3 % dans les lacs et les rivières.

La consommation mondiale d'eau douce représente un peu moins d'un dixième des écoulements, i.e. du flux d'eau douce à la surface du globe⁶⁴ : ce flux représente en effet 42 000 km³ alors que la consommation annuelle avoisine les 3 900 km³. Néanmoins, si l'on prend en compte les techniques d'extraction et les contraintes environnementales, ce seraient entre 1/2 et 1/3 des ressources renouvelables⁶⁵.

Les volumes d'eau disponible et les niveaux de consommation sont très inégalement répartis dans l'espace et dans le temps : 1/3 des continents ne reçoivent que 2,5 % de ce flux (Sahara, Sahel, désert de Gobi), et les variations en matière de précipitations dans une même région peuvent être très fortes avec les phénomènes de mousson. Localement, l'eau peut donc être une ressource rare pour laquelle des États sont en compétition – on peut citer le contentieux pour les eaux du Nil par exemple.

Il faut distinguer deux types d'impact des activités humaines sur les ressources en eau : la raréfaction des ressources disponibles (assèchement des cours d'eau ou trop forts prélèvements ne laissant pas subsister suffisamment d'eau pour le fonctionnement des écosystèmes, ou surexploitation des nappes phréatiques, conflit d'usage sur les ressources...) et la pollution des ressources (pollution organique, pollution aux métaux lourds, aux engrais ou autres substances toxiques) qui les rendent inutilisables. Ces deux problématiques peuvent être liées et se renforcer mutuellement. La concentration de nitrates par exemple est d'autant

Figure 2.14. Évolution des ressources mondiales en eau par habitant et par région (1960-2010)



Sources : Shiklomanov, 1998, 4D (2013) et Banque mondiale (2013). Mise en forme des auteurs.

plus forte que le débit d'un cours d'eau est réduit.

Les ressources en eau rapportées au nombre d'habitant sont en baisse dans toutes les régions du monde depuis les années 1960, par le simple effet des évolutions démographiques⁶⁶. Au niveau mondial, les ressources en eau par personne ont été divisées par deux en quarante ans alors que la population a été multipliée par deux. D'ici à 2030, le WWAP (2012) estime que 47 % de la population mondiale vivra dans des régions en pénurie d'eau en raison des variations climatiques et de la démographie.

L'Europe n'est pas un continent aride, mais la Commission européenne estime que la raréfaction des ressources en eau touche au moins 11 % de la population européenne, chiffre en augmentation au cours des dernières décennies. Selon l'Agence européenne de l'environnement, le rapport entre l'utilisation de ressources en eau et les stocks disponibles au niveau national est jugé préoccupant dans six pays de l'UE (Bulgarie, Belgique, Espagne, Italie, Chypre et Malte ; EC [2013]). Dans les autres pays européens, la consommation d'eau s'est stabilisée depuis les années 1980. L'utilisation d'eau avait largement crû dans les années 1970 pour répondre au développement des secteurs industriels et agricoles, mais des efforts ont été réalisés depuis trente ans grâce à des gains en efficacité et en raison du déclin d'industries fortement consommatrices en eau comme la sidérurgie. On

63. Soit 35 millions de km³ sur 1,4 milliard de km³.

64. Les écoulements correspondent aux précipitations moins les évaporations. On exclut donc ici les réserves d'eau en sous-sol.

65. Ces « stocks » de ressources étant comptés comme le niveau assurant le renouvellement, soit un flux d'eau annuel, correspondant dans chaque bassin versant ou pour chaque nappe phréatique au niveau des précipitations dont on déduit l'évapotranspiration naturelle.

66. Ces « stocks » de ressources étant comptés comme le niveau assurant le renouvellement, soit un flux d'eau annuel, correspondant dans chaque bassin versant ou pour chaque nappe phréatique au niveau des précipitations dont on déduit l'évapotranspiration naturelle.

estime cependant aujourd'hui que 20 à 40 % de la consommation en eau pourrait être évitée en raison des gaspillages⁶⁷ dans l'Union européenne (EC 2013).

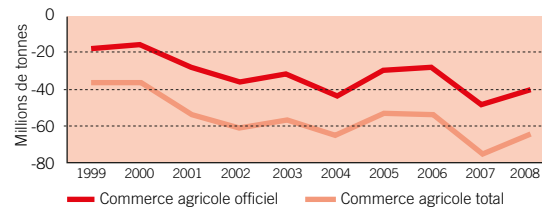
En fonction des scénarios climatiques dans le sud de l'Europe, des demandes d'augmentation des prélèvements pour l'irrigation commencent déjà à être émises : elles feraient peser une pression supplémentaire sur les ressources en eau et les écosystèmes aquatiques de ces régions. Il semble raisonnable de considérer que la croissance des prélèvements irrigués ne pourra pas être majeure, et que la production agricole de ces régions devra avant tout s'appuyer sur une meilleure efficacité d'usage de l'eau, mais aussi sur de possibles changements de systèmes de production pour des cultures adaptées aux conditions climatiques locales.

En matière de qualité et de pollution des eaux, les activités polluantes dans l'Union européenne sont le secteur agricole, le recyclage des effluents domestiques et les activités industrielles. La réduction des pollutions dites « ponctuelles » (industrielles, rejets des villes,...) semble avoir été plutôt efficace dans les vingt dernières années. La pollution aux nitrates, qui a crû jusqu'au milieu des années 2000, semble atteindre un plateau depuis 2004 en France. Mais l'atteinte de l'objectif de bon état écologique (Directive-cadre sur l'eau) en 2015 semble ne pas pouvoir être atteint dans de nombreuses régions notamment à cause de pollutions diffuses (notamment d'origine agricole). Dans un certain nombre de régions, ces pollutions, notamment lorsqu'il s'agit de pesticides, peuvent réduire la disponibilité d'eau pour les usages domestiques mais aussi certains usages industriels nécessitant une eau de bonne qualité sanitaire, accentuant ainsi le phénomène de rareté ou renchérisant le coût d'accès à la ressource eau.

11. LES RESSOURCES AGRICOLES ET L'ENJEU DES SOLS

Nous avons abordé la question de la compétition entre les usages des sols dans les sections précédentes : cette problématique est donc transversale aux différentes ressources. Elle mérite cependant un éclairage indépendant. L'agriculture est une grande consommatrice d'espace (un tiers des terres en surface utilisées au niveau mondial). Cet enjeu de compétition entre les usages des sols est d'autant plus important que la population mondiale n'a pas encore atteint de plateau et

Figure 2.15. Importations de produits agricoles dans l'UE (1999-2008)



Note : Les valeurs correspondent à la balance des quantités importées et exportées par l'UE. Source : von Witzke *et al.* 2010.

que la part des produits animaux dans le régime alimentaire moyen augmente⁶⁸, requérant plus de surface pour nourrir les animaux (pour produire une calorie de produits animaux à destination de l'alimentation humaine, il faut entre 3 et 7 calories de produits végétaux).

Entre 1961 et 2009, le volume global de terres cultivées a relativement peu augmenté (+12 %), alors que pendant la même période, la population mondiale a augmenté de 130 %. La productivité agricole a donc été considérablement accrue sur la période, ce qui a permis de garantir un niveau d'approvisionnement alimentaire au niveau mondial. Un hectare agricole moyen avait la capacité de nourrir deux personnes en 1960, trois en 1980 et quatre aujourd'hui (FAO, 2011).

Cet accroissement de la productivité agricole a néanmoins eu des conséquences néfastes en matière environnementale dans de nombreuses régions du monde, notamment dans les régions où cette « révolution verte » a été la plus efficace en matière d'accroissement de la productivité : surexploitation des nappes phréatiques, pollution des ressources en eau, salinisation des sols, baisse de la fertilité des sols, etc. Ceci contribue alors à réduire les capacités de production agricoles à long terme (Cassman, 1999).

À l'échelle de la planète, les superficies cultivables sont néanmoins supérieures à ce qui est requis pour nourrir 7 Mds et même 9 Mds d'habitants (FAO, 2011). L'enjeu est cependant moins de mettre en culture tout ce potentiel (ce qui se ferait au détriment de la biodiversité), que d'identifier les modèles techniques permettant d'augmenter les rendements (la productivité de la terre) dans les régions où ceux-ci sont aujourd'hui très bas, sans mettre en danger l'état des écosystèmes et des ressources en eau et en sols sur lesquels repose cette agriculture.

67. Inefficacité des systèmes de transport, robinets ouverts, etc.

68. La production de produits animaux a été multipliée par 4 depuis 1960 alors que la population a été multipliée par un peu plus de 2.

En effet, la faim touche encore entre 0,8 et 1 milliard de personnes chaque année alors que la disponibilité mondiale de produits agricoles serait suffisante pour nourrir toute l'humanité ; et ces personnes en situation d'insécurité alimentaire sont encore largement (et paradoxalement) des agriculteurs ou des personnes vivant dans les espaces ruraux des pays les plus pauvres. La question de l'accès à l'alimentation et de la distribution des disponibilités entre les différentes populations est donc au cœur de la question des ressources agricoles. Elle le sera d'autant plus demain dans un monde où les ressources pour la production agricole seront plus rares dans un certain nombre de régions (ressources en eau, urbanisation ou dégradation des sols, pertes de biodiversité...).

Comme pour l'eau, les ressources agricoles peuvent être rares dans certaines régions et abondantes dans d'autres. À la différence de l'eau, les ressources agricoles sont davantage intégrées dans des marchés mondiaux (même si, en volume, la part des échanges intercontinentaux de matière première agricole par rapport à la production agricole de chacune de ces grandes régions reste faible) : ces marchés permettent d'encaisser les chocs climatiques survenant dans certaines régions, mais les efforts de régulation de la volatilité des prix sur ces marchés agricoles internationaux montrent cependant leurs limites.

L'Union européenne est le premier importateur de produits agricoles au monde (von Witzke *et al.* 2010)⁶⁹, devant les États-Unis, et le deuxième exportateur mondial, après les États-Unis. L'Union européenne importait 130 milliards de tonnes de produits agricoles en 2008, alors qu'elle n'en exporte que 65 milliards ; le déficit total, de 65 milliards de tonnes⁷⁰, atteint des records depuis la fin des années 1990.

Le déficit s'est principalement creusé en raison des importations de grains et de dérivés du soja pour l'alimentation des animaux. Cette évolution reflète notamment une tendance à l'intensification de l'élevage en Europe, qui utilise une grande part des céréales produites en Europe complémentées par des importations de protéagineux importés (le soja notamment). L'impact de la demande de biocarburants, soutenue par les mandats d'incorporation d'un certain taux de biocarburants dans les carburants, est plus difficile à estimer : boom

du colza au détriment d'autres productions céréalières ou des pâturages, mais utilisation des coproduits du colza comme tourteaux pour l'alimentation animale, importations d'éthanol, etc. Il semble cependant que ces changements d'usage des sols sont plutôt de nature à ancrer encore davantage la dépendance de l'UE en matière agricole. L'UE est une exportatrice nette de viande mais le solde est réduit au cours des dix dernières années en raison de la baisse de ses exportations⁷¹.

Comme nous l'avons fait pour l'énergie, il est possible de convertir les consommations de produits agricoles importées en ressources consommées à l'étranger – ici en hectares importés. La surface agricole de l'Union européenne est d'environ 100 millions d'hectares, mais l'UE utilise 35 millions d'hectares à l'étranger pour satisfaire ses besoins alimentaires. L'UE importe donc le tiers de sa surface agricole du reste du monde (soit la surface de l'Allemagne). Ce chiffre est en augmentation : 40 % de plus en 2008 qu'en 2000 – soit une augmentation équivalente à la surface de la Hongrie et de la Pologne réunies. Une plus forte consommation de dérivés du soja explique principalement cette hausse (von Witzke *et al.*, 2010). Même si ces chiffres peuvent être discutés, ils permettent de saisir l'ordre de grandeur de cette dépendance.

La rareté des ressources pour la production agricole ne peut donc pas se caractériser sans tenir compte des types de systèmes de production, des modes de consommation, et des trajectoires de progrès technologiques qui pourront être mises en œuvre.

Le changement climatique, alors qu'il augmentera vraisemblablement le volume des terres cultivables au niveau mondial (fonte du permafrost, notamment), aura des conséquences ambiguës au niveau européen, avec davantage de terres cultivables au nord de l'UE et des surfaces cultivables réduites autour de la Méditerranée. Toujours est-il que l'accroissement rapide des températures appelle des modifications substantielles des modes de production et pose la question de la capacité d'adaptation des pratiques agricoles – au niveau mondial comme au niveau européen (voir Olesen *et al.*, 2002).

12. DES DONNÉES PHYSIQUES AUX DYNAMIQUES SOCIO-ÉCONOMIQUES

Que peut-on conclure des données et des tendances présentées dans cette section ? Les ressources

69. Pour une description de la méthodologie utilisée, voir von Witzke (2010). Les auteurs ne comptent pas uniquement les deux catégories de produits agricoles les plus couramment retenues (produits alimentaires, animaux, boissons et tabac), mais également les catégories SITC 4, 22, 263 et 268 (huiles, oléagineux, coton, laine, graisses).

70. Le déficit monétaire et de 45 Mds de dollars/an.

71. Principalement le porc.

utilisées dans les activités économiques humaines sont en quantité limitée. S'il existe des incertitudes sur la quantité exacte de certains stocks, il est clair néanmoins qu'il n'est pas physiquement possible de croître leur consommation indéfiniment. Mais qu'est-ce que cela implique pour l'économie et la croissance ? Les données physiques ne nous permettent pas à elles-seules de répondre à notre question initiale, celle du facteur limitant pour l'activité économique.

En effet, sans s'intéresser aux prix des ressources, aux dynamiques de consommation, et à l'évolution des technologies d'extraction, de transport et de consommation, il n'est pas possible de dépasser les discours généraux sur l'impact des ressources sur l'activité économique.

En fait, l'étude des quantités physiques nous donne un cadre (encore que celui-ci évolue à mesure que l'on découvre de nouvelles réserves ou que l'on en brûle d'autres). Pour comprendre les évolutions complexes à l'intérieur de ce cadre, il est nécessaire de passer par un exercice de modélisation économique.

PARTIE B. ÉNERGIE, CLIMAT ET CROISSANCE : UN EXERCICE DE MODÉLISATION

Les ressources fossiles sont des facteurs de production essentiels pour la plupart des activités économiques, ce qui introduit un lien direct entre les trajectoires de croissance, la pression exercée sur ces ressources non renouvelables et les émissions de carbone associées à leur utilisation. Mais, pour envisager les enjeux posés par les contraintes énergétiques et climatiques de long terme, il convient également de tenir compte de ruptures possibles dans le lien entre énergie et activité économique dues à la possibilité de modifications profondes des modes de consommation, des structures de production ou des technologies.

Prendre en compte ces interactions pour apporter des éléments de réponse à la question de l'impact sur les trajectoires de croissance de la raréfaction énergétique et des politiques climatiques, tel est l'objet de cette seconde partie de chapitre.

Nous montrons dans la section 1 pourquoi il convient d'utiliser des modèles plus complexes qu'une « équation de Kaya », et pourquoi les modèles de l'économie standard ont des lacunes importantes à combler. Nous utilisons dès lors un modèle de la famille des modèles d'évaluation intégrée, IMACLIM, qui tente de répondre à ces lacunes.

Dans la section 2, nous décrivons l'exercice de simulation réalisé avec IMACLIM. Etant donné les incertitudes pesant par exemple sur les ressources énergétiques, sur l'évolution des coûts des énergies renouvelables ou sur le besoin en mobilité des usagers des transports à l'avenir, nous traçons 432 différentes trajectoires de développement possibles. En comparant ces scénarios, et en leur imposant ou non l'objectif de stabiliser le réchauffement climatique sous les 2°C, nous pouvons à la fois :

- a. discuter de l'impact macroéconomique de la raréfaction de l'énergie et des politiques climatiques, et de sa sensibilité aux hypothèses effectuées.
- b. discuter de l'importance relative des différentes hypothèses et donc, d'une certaine façon, des facteurs clefs du découplage croissance/énergie et CO₂. En particulier, nous isolons les hypothèses ayant trait aux modes de vie, afin d'insister sur des éléments qui nous semblent trop souvent occultés du débat. Les pouvoirs publics ont un certain levier d'action sur ces hypothèses : c'est un appel à les actionner.

1. LES MODÈLES ÉCONOMIE-ENVIRONNEMENT STANDARDS

La méthode d'analyse la plus conventionnelle des liens entre activité économique et impact écologique (que ce soit l'utilisation de pétrole ou les émissions de carbone) est « l'identité de Kaya »⁷². Cette identité décompose les déterminants de cet impact I en trois facteurs au travers de l'équation :

- A est le niveau d'activité mesuré par le *PIB* ;
- e l'intensité énergétique de la production (c'est-à-dire la quantité d'énergie nécessaire pour produire une unité de PIB) mesurée par *Energie Primaire/PI* ;
- c l'intensité en impact de l'énergie utilisée (c'est-à-dire la quantité de ressources utilisée ou de molécules de CO₂ émises par unité d'énergie consommée) mesurée par *Impact/Energie Primaire*.

Cette identité de Kaya permet de quantifier le lien entre les dynamiques des impacts écologiques et de ses trois déterminants et d'identifier en particulier les conditions auxquelles une poursuite de la croissance (augmentation de A) est compatible avec une modération des impacts écologiques (diminution de I). En utilisant cette méthodologie, des études concordantes ont montré l'ampleur des défis techniques sous-jacents à la poursuite de la croissance dans un monde sous contrainte environnementale.

Un calcul direct permet de montrer que la prolongation des trajectoires de croissance au niveau mondial n'est compatible avec la réduction des émissions de CO₂ requise pour limiter le réchauffement climatique à 2°C que si l'intensité carbone du PIB – c'est-à-dire la quantité de carbone émis par unité de production – décroît de plus de 5 % par an sur l'ensemble du XXI^e siècle. Or, un tel rythme de progrès technique est bien au-delà de tout ce qui a pu être observé dans le passé comme le démontrent en particulier les trajectoires récentes affichant des taux de décarbonation se limitant à 0,8 % par an depuis 2000 à l'échelle mondiale (0,7 % en 2011). Sur la base de ce diagnostic largement partagé, deux types de conclusions peuvent être envisagées. D'une part, un auteur comme Tim Jackson défend dans son ouvrage *Prospérité sans croissance* (2009) qu'une décroissance du PIB est inévitable pour satisfaire des objectifs climatiques ambitieux. D'autre part, l'étude de PWC *Too late for two degrees?* (2012) en déduit que l'objectif de 2°C est inatteignable et que la priorité est donc

de préparer l'économie à un niveau de réchauffement plus important. Ces conclusions contrastées reflètent des visions différentes de la hiérarchie entre environnement et croissance dans les priorités socio-économiques et politiques, la prééminence de la contrainte environnementale étant le fondement de la première tandis que la priorité donnée à la croissance économique comme facteur de développement est constitutive de la seconde.

Si elles permettent de révéler l'ampleur du défi à atteindre – un défi colossal dans le cas du climat –, de telles approches « à la Kaya » sont limitées pour traiter de la question du découplage sur un horizon de long terme en raison de deux principaux obstacles méthodologiques. D'une part, l'équation de Kaya ne parle que du passé et pas de l'avenir puisque ces analyses consistent à extrapoler les tendances futures à partir des trajectoires observées dans le passé. C'est en effet le seul mode de raisonnement qui peut être adopté au vu de la représentation très agrégée des dimensions techniques qui ne sont traitées que via deux paramètres agrégés (intensité énergétique et l'intensité carbone) sans détail des composantes socio-économiques sous-jacents. Une telle approche ne permet ainsi pas d'envisager explicitement les évolutions dans les processus de production, les modes de consommation et les technologies qui sont susceptibles de rendre possibles les ruptures nécessaires dans les trajectoires techniques. D'autre part, l'équation de Kaya repose sur l'hypothèse simplificatrice de l'indépendance des déterminants économiques et techniques de l'impact environnemental, mettant ainsi de côté les effets de l'activité économique sur l'intensité en ressource de l'économie ou les effets rebonds stimulant l'activité et la consommation en réponse à des améliorations techniques.

Les modèles d'évaluation intégrée (*integrated assessment models* [IAM]) se sont développés dans le domaine du climat et de l'énergie pour offrir une vision articulée des dimensions économiques, techniques et environnementales avec notamment l'objectif de répondre au double défi de la représentation détaillée du changement technique et de la prise en compte de ses interactions complexes avec le système socio-économique. Ces outils reposent sur la représentation des contraintes associées à l'environnement au cœur des interactions économiques en étudiant les interactions complexes entre les évolutions du prix des ressources, les dynamiques de consommation et de production, le changement technique et les trajectoires socio-économiques. Un effort particulier a été fourni pour intégrer, au sein des interactions macroéconomiques, une représentation détaillée des technologies et des comportements décidant

72. Cette identité prend le nom de l'économiste japonais qui l'a médiatisée, Yoichi Kaya, mais la paternité de l'identité revient en fait à P. Ehrlich et J.P. Holdren, cf. Ehrlich et al. (1971).

de leur adoption.⁷³ De très nombreux modèles aux spécifications variées se sont développés sur la base de ces principes et sont utilisés pour fournir des analyses des enjeux socio-économiques de long terme associés à l'énergie et au climat.⁷⁴ C'est notamment ce type de modèles qui sont utilisés dans les rapports du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) pour évaluer les coûts de l'atténuation du changement climatique.

Cependant, certaines hypothèses conventionnellement adoptées par ce type de modèles limitent leur potentiel pour analyser les questions liées au découplage entre croissance économique et énergie.

La première limitation est due à l'approche adoptée pour introduire l'énergie dans les évaluations macroéconomiques, qui consiste à s'appuyer sur des structures de modélisation compactes agrégeant l'ensemble des secteurs non-énergétiques et considérant l'énergie comme un simple facteur de production supplémentaire. Dans la littérature économique, ce choix méthodologique est justifié par le faible poids des secteurs énergétiques dans le PIB (quelques %) qui justifierait de considérer l'énergie comme ayant très peu d'influence sur les trajectoires de croissance et de le traiter à la marge des enjeux macroéconomiques.⁷⁵ Cependant, cette vision devient très questionnable quand (i) on s'intéresse à des futurs énergétiques dans lesquels une forte hausse des prix de l'énergie risque d'augmenter sensiblement la part de l'énergie dans le PIB⁷⁶ et (ii) qu'on prend en compte l'hétérogénéité de l'appareil productif en termes d'usage énergétiques de sorte qu'un changement structurel profond (tel que celui à envisager sous une forte contrainte environnementale) est susceptible de modifier le lien entre activité économique et énergie.

Une deuxième limitation est associée aux modes de représentation des comportements qui supposent souvent que les individus sont omniscients et anticipent parfaitement le futur, ce qui permet de définir des trajectoires optimales au vu d'un

objectif donné (maximisation de la consommation, du bien-être...). Cette hypothèse paraît cependant problématique pour des prescriptions politiques concrètes sur les enjeux énergie/climat de long terme puisque l'imperfection des anticipations en est une dimension constitutive essentielle au vu des incertitudes sur le futur des signaux économiques (prix relatifs, demandes, rentabilité des investissements), des « bruits » venant des autres domaines que le monde énergétique mais interagissant avec lui (économie informelle, prix des logements...) et des déterminants non-économiques des décisions publiques qui intègrent d'autres dimensions que la pure efficacité économique (équité, aménagement du territoire, contrainte budgétaire...).

Enfin, les modèles d'évaluation intégrée *standards* décrivent un monde où les ajustements économiques sont parfaitement flexibles, avec plein usage des facteurs de production (capacités employées à leur maximum, pas de chômage conjoncturel) et sans prise en compte de situation de monopole sur les marchés pouvant créer des rentes de situation. Une telle approche suppose notamment i) une substituabilité parfaite à court terme entre facteurs de production (*i.e.* il est possible de remplacer un travailleur par une machine sans aucun problème), ii) l'absence d'inerties de long terme sur le renouvellement des stocks de capital (*i.e.* le stock d'infrastructures installé est malléable de sorte que ses caractéristiques ne sont pas figées mais peuvent s'ajuster au contexte économique) ou l'évolution des comportements (*i.e.* les préférences des agents déterminant par exemple leur surface de logement ou leurs besoins de mobilité sont ajustables) et iii) l'absence de pouvoir de marché permis par la possession privilégiée d'un facteur de production (*i.e.* les possesseurs de ressources fossiles n'ont pas la possibilité d'influer sur les cours de la ressource). Ces fondamentaux sont à remettre en cause quand on s'intéresse aux enjeux énergétiques de long terme.

2. UN MODÈLE D'ÉVALUATION INTÉGRÉE POUR L'ANALYSE DU DÉCOUPLAGE : IMACLIM

Le modèle d'évaluation intégrée IMACLIM, développé au Centre international de recherche sur l'environnement et le développement (CIRED)⁷⁷, appartient à la famille des modèles d'évaluation intégrée. Il combine une description dynamique des grands agrégats macroéconomiques (PIB, productivité, etc.) avec une représentation

73. Voir le débat autour de l'hybridation des approches techniques *bottom-up* et macroéconomiques *top-down*, résumé dans Hourcade *et al.* (2006)

74. A titre d'exemple, on peut citer : le World Energy Model (utilisé par l'AIE pour le World Energy Outlook), le modèle Linkages (développé à l'OCDE), les modèles MESSAGE, AIM, GCAM et IMAGE (utilisés pour construire les trajectoires d'émissions de carbone pour les évaluations du 5^e rapport du GIEC) ou les modèles PRIMES et GEM-E3 (utilisés par la Commission européenne pour la *Energy Roadmap to 2050*)

75. Argument connu sous le nom de la métaphore du « ragout d'éléphant et de lapin », d'après : Hogan *et al.* (1977).

76. Voir, par exemple, les analyses sur l'effet macroéconomiques du premier choc pétrolier : Hamilton (2008).

77. UMR ParisTech/ENPC/CNRS/EHESS, 45bis av de la Belle Gabrielle, 94736 Nogent sur Marne, France.

technologique détaillée des secteurs énergétiques et de leurs évolutions possibles. Un effort particulier est fait pour la représentation explicite des technologies dans les secteurs clés tels que la production d'électricité (15 technologies différentes, incluant des usines à charbon, des centrales nucléaires et des renouvelables), la production de carburants (distinguée entre raffinage du pétrole, biocarburants et liquéfaction du charbon), le transport (cinq types de véhicules, y compris des voitures hybrides et électriques y sont décrits) ou le bâtiment (le modèle distingue entre les bâtiments énergivores et d'autres à basse consommation).

Dans un souci d'ouvrir ce qui pourrait sembler une boîte noire au vu de la complexité du modèle, différentes annexes fournissent les détails techniques d'IMACLIM. L'annexe technique A donne une description détaillée de la structure générale du modèle, l'annexe technique B entre dans le détail des variables et équations du modèle, l'annexe technique C détaille les modes de représentation du changement technique dans différentes activités et l'annexe technique D discute certaines hypothèses quantitatives du modèle.

Le modèle IMACLIM tente de dépasser les lacunes des modèles d'évaluation intégrées identifiées ci-dessus. Le modèle IMACLIM adopte tout d'abord une structure multi-sectorielle détaillée dans laquelle différents types d'activités sont explicitement distinguées : les activités agricoles/agroalimentaires, les secteurs industriels intensifs en matériaux et en énergie (par exemple, acier, aluminium, ciment) et les activités manufacturières ou de services pour lesquelles les besoins en matériaux sont plus modérés. Un tel détail sectoriel permet de représenter les changements structurels qui conditionnent la dématérialisation de l'économie en fonction de l'évolution des demandes réagissant aux dynamiques socio-économiques (revenu, prix, préférences).⁷⁸

De plus, l'approche en simulation privilégiée par IMACLIM, à la différence des modèles standards, permet de représenter que, à une date donnée, les agents n'ont que peu d'informations sur le futur et ne peuvent fonder leurs décisions que sur une extrapolation des tendances passées au travers d'anticipations adaptatives. Cela signifie

notamment que les choix techniques sont effectués en fonction d'anticipations imparfaites sur les conditions technologiques et économiques futures.

Enfin, la description des ajustements économiques dans IMACLIM s'écarte des hypothèses standards sur les ajustements de marché pour représenter certaines spécificités cruciales pour les enjeux énergétiques. La fonction de production de chaque secteur est ainsi conçue pour représenter les rigidités de court-terme en considérant que les facteurs de production sont non-substituables à court terme et que les ajustements s'opèrent via le taux d'utilisation des capacités de production et de la main d'œuvre. La flexibilité des ajustements à plus long terme dépend des choix techniques pour les nouvelles capacités de production mais la substituabilité de long terme reste limitée en fonction du rythme de renouvellement des stocks de capital (les modifications des caractéristiques du stock de capital se font à la marge via les nouvelles capacités installées chaque année car les caractéristiques des capacités installées sont considérées comme figées), des asymptotes techniques limitant les potentiels de substituabilité (instaurant par exemple un plafond au taux de découplage entre énergie et production industrielle au vu des techniques disponibles) et de la disponibilité finie des capitaux pour investir (les investissements sont effectués sous la contrainte des capitaux disponibles résultant de l'épargne des ménages et des flux internationaux exogènes de capitaux). Enfin, les pouvoirs de marché sont représentés via l'introduction d'un taux de profit dont l'ampleur augmente avec la rareté du bien considéré (telle que mesurée par le taux d'utilisation des capacités de production installées) et permet de représenter l'émergence de rentes de situation.

Le modèle IMACLIM vise, à travers les choix méthodologiques discutés ci-dessus, à offrir une vision cohérente de la croissance et de son contenu matériel et technique c'est-à-dire à assurer que l'économie projetée est soutenue par un contenu réaliste au sens des ingénieurs et, à l'inverse, que les systèmes techniques projetés correspondent à des signaux économiques réalistes. Pour rendre cette double vision opérationnelle, IMACLIM s'appuie sur une comptabilité duale des flux monétaires et physiques. Ainsi, contrairement aux modèles de l'économie standard utilisés par les tenants de la « croissance verte »⁷⁹, IMACLIM

78. Notamment, le modèle reproduit des faits stylisés largement observés comme la décroissance de la part des biens agricoles et industriels au profit des services au fur et à mesure de l'accroissement du revenu. De plus, un tel détail sectoriel permet aussi de représenter les interdépendances entre différents types d'activités comme par exemple entre le développement des énergies renouvelables et les besoins industriels intensifs en énergie ou matériaux (par exemple, ciment pour la construction d'éoliennes, matériaux constitutifs des panneaux solaires).

79. Voir, par exemple, le modèle d'Acemoglu *et al.* (2009), qui souffre d'une simplification à outrance de la question environnementale, en ne distinguant que deux secteurs économiques (le secteur écologique et le secteur polluant), dans un monde où il n'y a pas de frein comportemental, politique, ou technique au développement du secteur vert.

ne présuppose pas que les ressources naturelles sont totalement convertibles en euros ou en dollars. L'environnement n'est pas complètement « monétarisable » dans un tel modèle, où les stocks de ressources, lorsqu'ils approchent l'épuisement, peuvent constituer des facteurs limitant. Mais inversement, la représentation du monde n'est pas uniquement « physique » dans IMACLIM, qui traduit aussi l'évolution des prix, et donc des modes de consommation, de potentiel effet rebond⁸⁰, ainsi que de changements organisationnels, technologiques ou structurels. En d'autres termes, IMACLIM fait de l'économie alors que Kaya n'en fait pas, mais prend également en compte la réalité physique du monde alors que l'économie standard ne s'y intéresse pas, ou trop peu.

Le modèle IMACLIM permet de simuler des trajectoires économiques et énergétiques par pas de un an, en suivant différents jeux d'hypothèses sur les déterminants des trajectoires économique, énergétique ou encore technologique. Ces jeux d'hypothèses définissent des scénarios dont les résultats sont comparés pour mettre en évidence les mécanismes clés en jeu dans la question considérée. Cette méthodologie générale est utilisée dans le reste de cette section pour évaluer les enjeux pour la croissance de contraintes sur l'énergie, avant d'introduire la contrainte climatique dans un deuxième temps.

3. MÉTHODOLOGIE

Les exercices de simulation menés dans cette étude à l'aide du modèle IMACLIM visent à :

- 1. donner des éléments chiffrés pour informer le débat sur les possibilités de croissance dans un monde soumis à la raréfaction énergétique et à la nécessité de réduire drastiquement ses émissions de gaz à effet de serre ;
- 2. informer sur les facteurs clefs d'un découplage entre croissance et impact environnemental (utilisation des ressources énergétique et/ou émissions de CO₂).

La méthodologie adoptée pour mener cette étude consiste à (i) identifier les dimensions dont on peut penser *a priori* qu'elles joueront un rôle sur ce découplage, (ii) définir des plages de variations des paramètres associés permettant de balayer les incertitudes associées à chacun d'entre eux et (iii) définir des scénarios qui combinent les hypothèses sur chacune des dimensions⁸¹.

80. C'est-à-dire la hausse de la consommation induite par la baisse du prix d'une ressource.

81. Nous considérons que les hypothèses sur chacune des dimensions ne présentent pas d'incompatibilité de

Encadré 2.2.

Représentations du futur et modèles d'évaluation intégrée

« *Tous les modèles sont faux, certains sont utiles* », George E. P. Box

Lorsqu'il s'agit d'étudier le rôle de la contrainte énergétique sur l'économie, trop de variables entrent en jeu pour que la pensée humaine soit capable de comprendre et visualiser l'ensemble des interactions à l'œuvre sur des temps longs. La modélisation quantitative peut alors être sollicitée rendre compte d'interactions complexes qu'on ne peut appréhender à priori. Les modèles sont donc des outils puissants d'aide à la compréhension.

La tentation est grande d'espérer pouvoir en tirer des conclusions sur notre capacité à croître dans un monde « fini » : le modèle va-t-il nous apprendre que nous sommes condamnés à la décroissance ou que le découplage est possible ? Quels seront nos taux de croissance demain ? Mais nous voulons dès à présent entourer de toutes les précautions possibles l'usage des résultats quantitatifs des exercices de modélisation, étant donné toutes leurs limites.

Un exercice de modélisation tel que celui proposé dans cette section ne peut pas permettre de répondre à des questions formulées de la sorte, qui se réfèrent aux valeurs absolues de taux de croissance. En effet, ces taux de croissance dépendront non seulement de la structure interne du modèle utilisé définissant les mécanismes d'ajustement retenus et des hypothèses paramétriques choisies, deux dimensions sur lesquelles une grande incertitude règne qui ne permet pas une interprétation des résultats sous forme prédictive. On peut prendre ici l'exemple de la productivité du travail dont on a vu en section 1 qu'elle était un déterminant essentiel des trajectoires de croissance mais aussi qu'une grande incertitude entourait son évolution future. L'analyse de cette dynamique va bien au-delà de l'objet d'un modèle énergie-économie et cette variable est ainsi fixée de manière exogène.

Dans cette étude, les résultats du modèle sont utilisés en analyse relative, c'est-à-dire en comparant deux scénarios qui ne diffèrent que par une dimension donnée. Une telle méthode de comparaison permet de corriger les effets paramétriques pour identifier l'effet de l'hypothèse que l'on fait varier (sur les réserves de pétrole ou sur les émissions de carbone notamment) sur les trajectoires de croissance et ainsi d'évaluer leur effet différentiel. Le modèle est donc pertinent pour instruire une question du type : « Quel est l'impact différentiel sur la croissance des problématiques liées aux ressources et/ou au climat ? »

Le modèle IMACLIM n'a ainsi pas vocation à prédire les trajectoires futures mais il est pensé comme un outil de dialogue qui permet de tester des visions alternatives du futur en termes économique, politique, technique ou environnemental. Il fournit ainsi un outil d'évaluation des mécanismes et des incertitudes en jeu à l'intérieur d'une certaine vision du monde, comme indiqué ci-dessus.

Plus que les résultats chiffrés en absolu (l'impact précis sur la croissance de telle ou telle politique visant à maîtriser la consommation d'énergie ou les émissions de carbone), il s'agit donc avant tout de s'intéresser aux conditions sous lesquelles les résultats sont obtenus. C'est bien là l'intérêt des modèles : au lieu de fermer des portes, ils permettent d'instruire et d'ouvrir le champ du débat public en présentant les conditions de réussite d'une trajectoire de transition. C'est l'approche que nous suivons dans ce rapport.

(i) Identifier les dimensions déterminantes pour le découplage croissance-énergie

Les incertitudes majeures du secteur énergétique concernent les ressources, les techniques déterminant les usages finaux (coûts, disponibilité, potentiels ultimes de diffusion) et les modes de vie conditionnant les usages énergétiques (caractérisés notamment les surfaces de logement en m², les besoins de mobilité en passager-km). Pour les ressources, nous distinguerons pétrole/gaz d'un côté et charbon de l'autre en raison des spécificités très différentes de ces ressources ; concernant la dimension technique, nous distinguerons les hypothèses sur l'efficacité énergétique de celles concernant exclusivement les technologies bas-carbone chez les producteurs et les consommateurs d'énergie. Nous obtenons finalement 5 dimensions d'incertitudes sur le monde énergétique :

- a. La disponibilité du pétrole et du gaz, définie par les hypothèses sur le montant et la distribution des réserves, les inerties géologiques définissant le rythme de leur exploitation et les comportements stratégiques des pays et des entreprises. Ces hypothèses définissent le rythme d'apparition des contraintes sur la disponibilité du pétrole et la nature des effets économiques accompagnant la stagnation et le déclin de l'offre.
- b. La disponibilité du charbon, considéré comme suffisamment abondant dans tous les scénarios, dépend de la réactivité des prix par rapport aux autres carburants et de la disponibilité des technologies associées à l'usage du charbon à coût compétitif (notamment, la liquéfaction du charbon comme substitut à large échelle du raffinage du pétrole).
- c. L'efficacité énergétique de la production en fonction du rythme de convergence des intensités énergétiques via des processus d'apprentissage ou de transferts technologiques. Cette dimension a notamment un effet direct important sur la compétitivité des entreprises en affectant l'intensité en énergie de la production, notamment dans une zone fortement importatrice d'énergie comme l'Europe.
- d. la disponibilité des technologies bas-carbone qui sont représentées explicitement du côté de l'offre (renouvelables, capture et stockage du carbone [CSC], nucléaire) et du côté de la demande (véhicules électriques). Cette disponibilité est fonction des taux d'apprentissage sur les technologies et de leurs potentiels de pénétration du marché. Ces technologies sont notamment importantes pour décarboner la production d'électricité et dans le secteur du transport

sorte qu'elles peuvent être combinées sans définir de scénario *a priori* irréaliste.

où les véhicules électriques offrent des solutions alternatives à la dépendance au pétrole

- e. les styles de vie et comportements, définis comme les préférences des ménages (nombre de mètres carrés habitables, taux de motorisation, structure de la demande), les modes d'organisation des firmes (notamment intensité en transport du processus de production/distribution) et l'organisation spatiale (forme urbaine). Ces dimensions sont des déterminants essentiels de la dépendance à l'énergie de l'économie et définissent donc sa vulnérabilité à des variations de l'approvisionnement énergétique.

En plus de ces variantes énergétiques, nous testons également l'effet d'hypothèses contrastées sur la croissance de la productivité du travail (dont nous rappelons qu'elle constitue une hypothèse exogène du modèle) en considérant différents niveaux de convergence autour des valeurs données en section 2.B.2.⁸²

ii) Hypothèses numériques sur les paramètres

Pour chacune des cinq dimensions ci-dessus, nous définissons des visions contrastées traduites en hypothèses paramétriques. Par souci de transparence, nous mettons en Annexe D les différentes hypothèses numériques utilisées en matière de disponibilité des ressources énergétiques, d'évolution des technologies et de leurs coûts ou des modes de vie.

Quant aux hypothèses sur la productivité du travail, qui est un paramètre exogène du modèle, nous adoptons l'hypothèse de rester du paradigme de « convergence », i.e. les pays développés ont une croissance modérée tandis que les pays émergents croissent plus vite pour rattraper le niveau absolu de productivité des pays pionniers. L'hypothèse médiane retenue se traduit par une croissance moyenne de la productivité du travail de 1.2% par an en Europe (1.5% à l'échelle mondiale).⁸³

iii) Définition des scénarios

Pour chacune des six dimensions définies ci-dessus (cinq dimensions énergétiques + productivité), nous définissons des visions contrastées traduites en hypothèses paramétriques (voir Annexe D).

82. Les hypothèses considérées restent dans le paradigme d'une croissance relativement soutenue, mais des visions plus extrêmes pourraient être implémentées pour tester par exemple l'effet d'une stagnation de la productivité conduisant à des régimes plus proches de la décroissance.

83. Les hypothèses considérées restent dans le paradigme d'une croissance modérée, mais des visions plus extrêmes pourraient être implémentées pour tester par exemple l'effet d'une stagnation de la productivité conduisant à des régimes plus proches de la décroissance.

Un scénario correspond à un jeu d'hypothèses sur l'ensemble des dimensions listées ci-dessus et la combinaison des différentes hypothèses définit 432 scénarios qui permettent de balayer un vaste ensemble des futurs possibles à l'horizon 2050 en termes économiques, énergétiques et climatiques.

La figure 2.16 décrit l'éventail de ces futurs possibles intégrant les contraintes liées à la raréfaction des ressources fossiles mais sans mesure de contrôle des émissions de carbone. Chaque scénario y est caractérisé en fonction de son taux de croissance moyen, de sa consommation cumulée d'énergie et de ses émissions de carbone cumulées pour l'Europe sur la période 2010-2050 (chaque scénario est représenté par un point dans chacun des deux graphiques).

En identifiant les scénarios se distinguant par l'hypothèse sur la productivité du travail, on observe que cette hypothèse est source du plus gros effet de dispersion dans notre nuage de futurs possibles et définit trois régimes distincts en termes de croissance et d'énergie. On observe ainsi qu'une accélération de la croissance due à des gains sur la productivité du travail se traduit par une hausse parallèle des impacts environnementaux comme le démontre le déplacement des deux nuages de points vers le haut et la droite. En effet, une plus forte croissance de la productivité du travail libère des potentiels de production mais n'a pas d'effet sur l'intensité en ressources de l'activité qui dépend des évolutions structurelles et techniques ; ainsi, la plus forte production va de pair avec un surplus de nuisances environnementales.

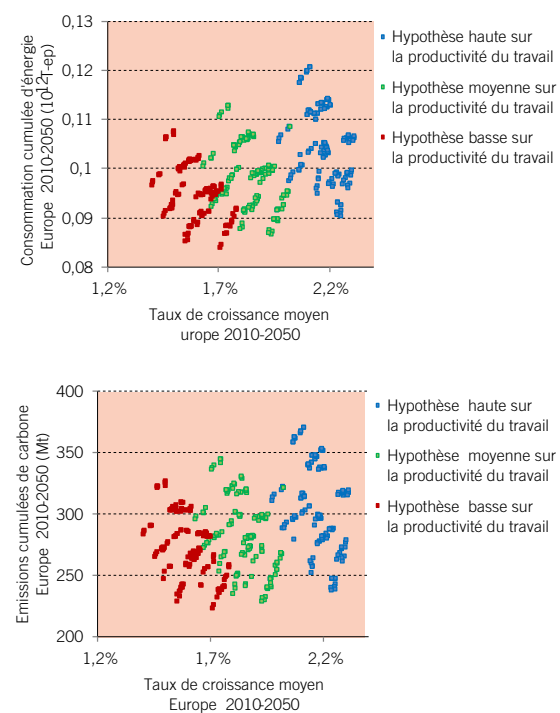
On observe de plus que, indépendamment décalage des croissances et impacts environnementaux moyens, tous les régimes présentent des tendances similaires ce qui suggère que les déterminants hors productivité peuvent être étudiés indépendamment de l'hypothèse sur la productivité du travail. C'est ce que nous ferons dans la suite de cette étude en limitant l'étude à un régime donné (hypothèse identique sur la productivité du travail), sans pertes de généralité⁸⁴.

4. CROISSANCE ÉCONOMIQUE ET RESSOURCES ÉNERGÉTIQUES

Nous analysons ces scénarios en se plaçant toujours dans le cadre de trajectoires sans mesures spécifiques visant à limiter les émissions de CO₂,

84. Notons que cette remarque permet d'étendre les mécanismes identifiés dans les prochaines sections à une gamme de taux de croissance plus vaste que celle envisagée ici, et notamment à des taux de croissance plus faibles causés par une hypothèse de stagnation des gains de productivité du travail.

Figure 2.16. Éventail des futurs modélisés



Note : tep = tonne équivalent pétrole. Source : Simulation avec IMACLIM.

afin d'isoler le seul impact de la contrainte de ressources énergétiques sur la croissance. L'analyse des scénarios permet de classer les déterminants en fonction de leur influence sur les trajectoires de croissance. Mais avant de discuter l'importance relative des hypothèses liées aux ressources énergétique, aux technologies ou aux modes de vie, que nous apprend la figure précédente sur la question du futur de la croissance ?

4.1. Impacts macroéconomiques

Tout d'abord, au sein de chaque régime de croissance, la figure 2.16 montre une tendance décroissante : à productivité du travail donnée, il existe des déterminants tendant conjointement à diminuer la consommation de ressources et à favoriser la croissance. Ainsi, sur la figure 2.16, on observe que la trajectoire de développement la plus sobre en énergie, dans un régime donné, connaît un taux de croissance annuel supérieurs de 0,2 point de pourcentage à la trajectoire la plus énergivore. Et la trajectoire qui connaît la croissance la plus forte – jusqu'à 0,5 point de croissance annuelle en plus – est loin d'être la plus gourmande en énergie.

Pour comprendre ce résultat, il convient de rappeler que la contrainte sur les ressources est un déterminant crucial des trajectoires de croissance sur l'horizon temporel 2010-2050, puisque la rareté

des énergies associées (notamment le pétrole) se traduit par des hausses importantes de leur prix affectant négativement l'activité sur cette période. Ainsi, la diminution de l'intensité énergétique est favorable à la croissance puisqu'elle contribue à rendre l'activité économique moins dépendante de ressources rares. L'effet global sur le volume de consommation énergétique dépend alors de l'ampleur de l'effet rebond (c'est-à-dire l'utilisation de techniques et pratiques moins intensives en énergie conduit les utilisateurs à augmenter leur demande de services énergétiques de sorte que la consommation absolue d'énergie ne diminue pas forcément) ; la diminution absolue des consommations énergétiques à croissance plus élevée suggère alors l'existence de déterminants qui permettent une amélioration sensible de l'intensité énergétique tout en maîtrisant l'ampleur des effets rebond.

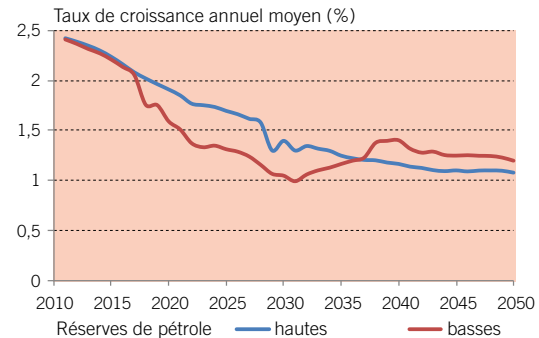
4.2. L'importance relative des facteurs de découplage

Pour aller plus loin dans cette analyse et identifier les déterminants conduisant à ces tendances, nous utilisons une technique⁸⁵ permettant de classer les cinq dimensions définies en 2.B.3 (i) par ordre d'importance pour chacune des variables observées, à savoir le taux de croissance et la quantité cumulée d'énergie consommée.

Un premier résultat qui ressort de cette analyse concerne le rôle des styles de vie et des comportements (déterminant e), qui apparaît essentiel pour expliquer les résultats obtenus en termes de croissance et d'énergie. Ce paramètre est un déterminant essentiel à la fois de la dépendance de l'économie aux ressources et de sa vulnérabilité aux ruptures énergétiques. En effet, l'hypothèse retenue sur les styles de vie et les comportements a un effet sensible sur le poids de l'énergie dans le budget des ménages (taille et type de logement, taux de motorisation, préférence pour les biens manufacturés) et sur les modes de production des entreprises, qui contraignent leur recours à l'énergie et décident des coûts de production associés (intégration verticale et horizontale, spécialisation des unités de production, juste-à-temps). Ainsi, l'adoption de modes de consommation et d'organisation productive plus vertueux, c'est-à-dire induisant une moins grande demande de services énergétiques, est bénéfique tant pour la croissance que pour la consommation d'énergie. Ce résultat est notamment dû au fait que les effets rebonds associés (notamment le surplus de consommation permis par la décroissance du poids de l'énergie dans le budget des ménages) restent modérés.

85. Cette méthodologie d'analyse appelée « algorithmes CART » a été introduite par Breiman *et al.* (1984).

Figure 2.17. Impact des ressources de pétrole sur l'économie en Europe (2010-2050)



Source : Simulation avec IMACLIM.

Les hypothèses techniques permettant la réduction de l'intensité énergétique de la production (dimension c) ou définissant les potentiels de diffusion de technologies (dimension d) ont moins d'influence que les paramètres ci-dessus sur la croissance moyenne et la consommation cumulée de ressources. Une des raisons principales est liée à l'effet rebond, particulièrement important pour les progrès technologiques de sorte que la réduction absolue de consommation énergétique est limitée par une utilisation accrue de la technologie.

Finalement, les hypothèses sur les ressources énergétiques (dimensions a et b) ont peu d'influence sur les taux de croissance moyens sur la période 2010-2050. Ce résultat peut paraître surprenant, mais il cache une grande variabilité dans les profils temporels.

Pour illustrer cette importance du profil temporel, nous analysons les profils de croissance dans deux scénarios caractérisés par des hypothèses identiques sur toutes les dimensions sauf pour le montant des réserves (hautes ou basses). L'écart de croissance moyenne est modéré (environ 0,1 point de pourcentage), mais les trajectoires sont très contrastées (figure 2.17). En effet, des réserves basses conduisent à un pic pétrolier provoquant une montée brusque des prix affectant négativement l'économie européenne comme démontré par le décrochage des taux de croissance autour de 2015 ; au contraire, des réserves plus abondantes repoussent ces effets et en limitent l'ampleur de sorte que les trajectoires de croissance sont beaucoup plus lisses. À plus long terme, on observe également que des réserves de pétrole limitées se traduisent par un rebond de la croissance après 2030 qui compense partiellement la croissance atone de la période 2010-2030.

Au-delà du montant des réserves de pétrole, le profil temporel de croissance est également significativement affecté par le rythme d'exploitation de cette ressource.

5. CROISSANCE ÉCONOMIQUE ET CLIMAT

En plus de la contrainte énergétique, nous introduisons désormais la question du changement climatique en considérant une contrainte sur les émissions de carbone dans l'esprit d'un accord international sur le climat prolongeant le protocole de Kyoto. Nous allons ici aussi discuter en quoi les scénarios peuvent informer le débat sur la possibilité de continuer à croître malgré la « contrainte » climatique, et sur l'importance relative des facteurs clés du découplage.

Dans le modèle IMACLIM, la contrainte climatique est introduite sous la forme d'une trajectoire exogène définissant pour chaque année le maximum d'émissions de carbone autorisées au niveau mondial pour des usages énergétiques. L'objectif climatique auquel correspond cette hypothèse, notamment en termes d'augmentation de la température par rapport à l'ère préindustrielle, est discuté dans l'encadré 2.3.

5.1. Impacts macroéconomiques

Le modèle permet d'analyser les effets relatifs de la contrainte climatique sur les trajectoires de croissance en mesurant les variations de PIB entre le jeu de scénarios sans contrainte climatique ci-dessus (scénario tendanciel – ST) et le même jeu de scénarios sous la contrainte de stabiliser l'augmentation et de respecter la trajectoire d'émissions de carbone donnée en figure 2.17 via l'introduction d'un prix du carbone.

La figure 2.19 compare le PIB mondial dans l'ensemble des scénarios de stabilisation par rapport à leur homologue sans contrainte climatique (la ligne noire donne la moyenne), et le profil de prix du carbone qui doit être imposé pour satisfaire la contrainte carbone. La figure 2.20 donne le profil temporel des différentiels de croissance correspondants, c'est-à-dire les variations de taux de croissance moyen sur chacune des périodes entre les scénarios tendanciels et les scénarios sous contrainte climatique. Nous conduisons l'ensemble de l'analyse à l'échelle mondiale car l'ensemble des régions du monde subissent des coûts aux dynamiques similaires à celles présentées dans la figure 2.19.⁸⁶

86. Dans cet exercice, tous les pays paient le même coût du carbone. L'effort est donc relativement plus élevé pour les économies ayant la plus forte dépendance à l'énergie et le plus faible coût du travail, c'est-à-dire les pays émergents. Un partage des émissions mondiales plus favorable aux pays émergents et en développement, via des quotas, accroîtrait le coût des politiques climatiques dans les pays industrialisés par rapport aux résultats présentés dans cette section.

Figure 2.18. Émissions mondiales de CO₂ sous politiques climatiques (2010-2100)

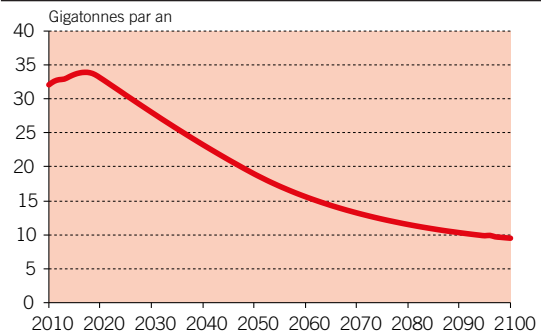
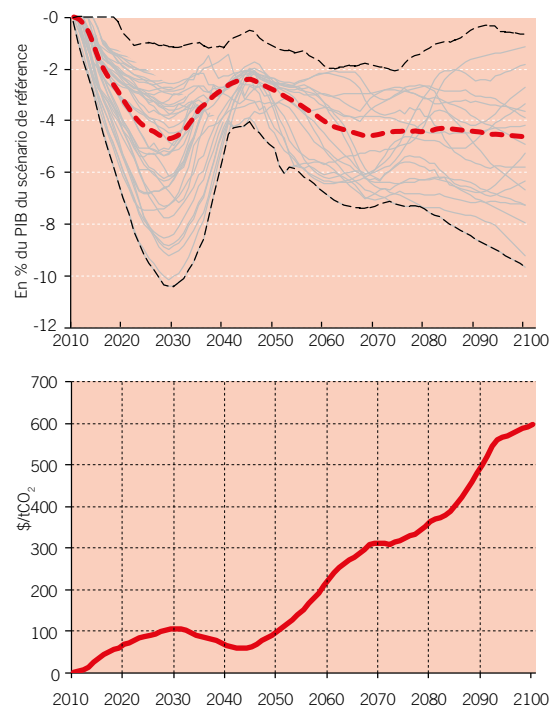


Figure 2.19. Impacts des 432 scénarios sur le PIB mondial et prix du CO₂ associé (2010-2100)



Note : en haut, la figure présente l'écart entre chaque scénario et le scénario tendanciel, en % du PIB du scénario tendanciel. En bas, le prix du CO₂ représentant l'effort politique permettant de limiter les émissions. Source : Simulation avec IMACLIM.

Encadré 2.3

Trajectoires d'émissions de carbone et augmentation de température

Au niveau politique, les objectifs climatiques sont conventionnellement formulés en termes d'augmentation de la température par rapport à l'ère préindustrielle, avec l'objectif +2°C comme référence lorsqu'il s'agit de définir une politique climatique ambitieuse. Il y a évidemment un lien entre l'augmentation de température et les émissions de carbone dus aux usages énergétiques tels que considérés dans l'exercice de modélisation. Il y a cependant deux principales sources d'incertitudes à prendre en compte dans ce passage des émissions de CO₂ aux températures.

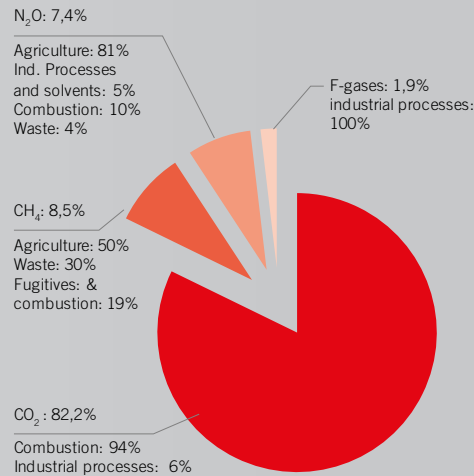
D'une part, si le carbone pour des usages énergétiques représente la majorité des gaz à effet de serre dus à l'activité humaine (environ les trois quarts pour l'Europe, voir figure ci-dessous), le futur des autres principaux gaz responsables du changement climatique (carbone non-énergétique, protoxyde d'azote N₂O et méthane CH₄) aura une grande influence sur l'élévation de température finale. D'autre part, s'il est clairement établi que les émissions de GES accroissent le niveau moyen des températures, l'intensité de ce lien fait l'objet d'importantes incertitudes dues à la complexité des interactions météorologiques déterminant la sensibilité du climat et l'ampleur du changement climatique.

Pour situer le scénario d'émissions de carbone choisi pour l'analyse modélisée par rapport à l'objectif de +2°C, nous nous référons à Rogelj *et al.* (2011). Dans cette analyse de la littérature, un grand nombre de scénarios sont étudiés pour évaluer la probabilité de satisfaire l'objectif de +2°C pour une trajectoire d'émissions de carbone, compte tenu des deux types d'incertitude listées ci-dessus. Grâce à cette analyse, ils définissent des plages de valeurs pour trois paramètres que la trajectoire d'émissions doit satisfaire pour atteindre, avec un certain niveau de probabilité, une hausse de température inférieure à +2°C par rapport à l'ère pré-industrielle (voir tableau ci-dessous). Nous considérons plus précisément les caractéristiques des scénarios d'émissions conduisant « probablement » (c'est-à-dire avec une probabilité supérieure à 66 %) à une hausse de température inférieure à +2°C à l'ère pré-industrielle et les comparons aux propriétés du scénario d'émissions utilisé dans notre étude.

		date du maximum d'émissions	émissions totales de gaz à effet de serre en 2020 (GtCO ₂ eq)	rythme de décroissance après le pic d'émissions (% des émissions de 2000 par an)
(Rogelj <i>et al.</i> , 2011)	Valeur médiane	2010	44 GtCO ₂ eq	2,7 %
	Minimum	2010	21 GtCO ₂ eq	1,5 %
	Maximum	2020	48 GtCO ₂ eq	3,4 %
Présente étude		2017	48 GtCO ₂ eq*	2 %

*Valeur calculée sous l'hypothèse d'une proportion constante entre CO₂ et autres gaz à effet de serre

Nous observons ainsi que, par rapport aux gammes définies par (Rogelj *et al.*, 2011), les niveaux d'émissions de la présente étude en 2020 sont à la limite supérieure et les taux de décroissance après le pic sont dans la fourchette basse. Cela signifie que le scénario considéré dans cette étude est compatible avec l'ensemble des critères et peut ainsi être considéré comme conduisant « probablement » à une augmentation de température de 2°C par rapport à l'ère préindustrielle.



Source : EEA (2013).

Figure 2.20. Écart moyen entre le scénario climat et le scénario tendanciel

(en points de croissance annuelle)

2010-2100	2010-2030	2030-2050	2050-2070	2070-2100
-0,1 pt	-0,2 pt	0,1 pt	-0,1 pt	0 pt

Avant de nous intéresser à la temporalité de l'effet macroéconomique de la politique climatique, notons tout d'abord la grande incertitude liée à ce coût. À l'horizon 2030-2050, certaines trajectoires de développement voient leur taux de croissance annuel baisser de près d'un demi-point de pourcentage, quand d'autres ne sont quasiment pas impactées⁸⁷. À l'évidence, les trajectoires ou les futurs dans lesquels les technologies progressent vite pour devenir rentables, ou dans lesquels les consommateurs consomment plus d'immatériel et moins de matériel, sont moins affectés par les politiques climatiques, et en l'occurrence beaucoup moins selon les résultats d'IMACLIM.

Mais au-delà de cette variabilité, les trajectoires de croissance démontrent un profil temporel similaire dans toutes les variantes considérées, faisant ainsi émerger quatre phases distinctes (figure 2.20) :

- *Des pertes transitoires significatives (2010-2030)*, avec des taux de croissance significativement plus bas qu'en scénario tendanciel (0,2 point de croissance annuel en moins dans le scénario moyen pour atteindre 0,5 point de croissance annuel en moins dans les scénarios les plus pessimistes). Ces coûts sont associés à l'augmentation rapide du prix du carbone, qui pousse à la hausse les coûts de production des entreprises et ralentit la hausse du pouvoir d'achat. L'ampleur des effets s'explique par les inerties limitant le rythme de la décarbonation des appareils productifs et des équipements.
- *Une période de rattrapage de moyen terme (2030-2050)* au cours de laquelle les taux de croissance sont plus élevés sous contrainte climatique. Ce résultat illustre les effets bénéfiques de la politique climatique sur l'anticipation de prix de l'énergie croissants. L'introduction d'une tarification du carbone a renchéri l'usage du pétrole et a permis à l'économie d'anticiper cette rareté en adoptant des trajectoires moins intensives en pétrole. Une telle économie est donc plus résiliente face au pic pétrolier qu'une économie qui ne se serait pas transformée.
- *Une deuxième phase de pertes importantes entre 2050 et 2070*, associée à une croissance rapide

du prix du carbone. En effet, à cet horizon temporel, l'ensemble des potentiels de réduction d'émissions de carbone à bas coût ont été exploités et le cœur des émissions restantes est dû au transport, secteur où la transition est la plus compliquée⁸⁸.

- Enfin, Après 2070, les prévisions sont encore plus délicates à interpréter. Toutefois, on peut dire que même si le prix du carbone continue d'augmenter, l'économie s'est adaptée à la contrainte climatique, qui ne vient plus « mordre » la croissance⁸⁹.

5.2. L'importance relative des facteurs de découplage

Le rôle de la dimension technique est analysé en comparant les résultats de deux variantes (Figure 2.21) : une variante où les potentiels d'efficacité énergétique sont importants et où les technologies bas-carbone (renouvelables, véhicules électriques, CSC) se déploient rapidement et massivement (courbe grise) et une variante où ces potentiels sont plus limités (courbe noire)⁹⁰. Le niveau de pertes de court-terme est sensiblement plus faible sous une hypothèse optimiste (un PIB de 3 % plus faible que le scénario sans contrainte climatique, contre 7 % sous la variante pessimiste), ce qui montre l'importance des processus d'ajustements techniques à anticiper correctement pour permettre leur diffusion rapide et éviter de heurter la croissance. À long terme, les coûts sont essentiellement déterminés par la course entre la croissance des besoins de mobilité et la décarbonation du secteur du transport qui dépend beaucoup de l'hypothèse faite sur le potentiel ultime de diffusion du véhicule électrique dans le parc automobile. Dans l'hypothèse d'un parc qui peut être très majoritairement électrifié, les pertes sont réduites (environ de 2% en 2100), mais sans pour autant bouleverser les tendances.

Le rôle des styles de vie et des comportements est finalement analysé (figure 2.22) en mettant l'accent sur deux groupes de scénarios qui se distinguent par les modalités d'occupation de

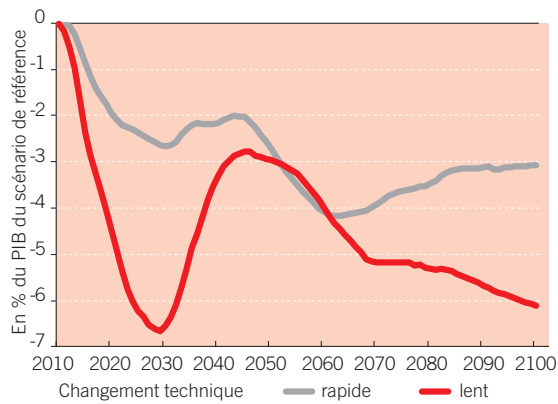
87. Cela ne veut pas dire que, dans l'absolu, les trajectoires les moins impactées par les politiques climatiques ont des taux de croissance supérieurs à celles qui le sont beaucoup plus.

88. Par opposition au secteur résidentiel, à l'industrie ou à la production d'électricité, le secteur des transports est peu réactif aux signaux prix et une montée significative du prix du carbone est nécessaire pour y infléchir significativement les comportements.

89. Rappelons que l'on n'envisage pas ici de bifurcation sous contrainte climatique, susceptible d'engendrer des écarts notables des trajectoires de productivité.

90. Ces hypothèses combinent des hypothèses sur l'évolution du coût des technologies et sur leur diffusion en termes de rythme de pénétration et de potentiel ultime, voir Annexe technique D.

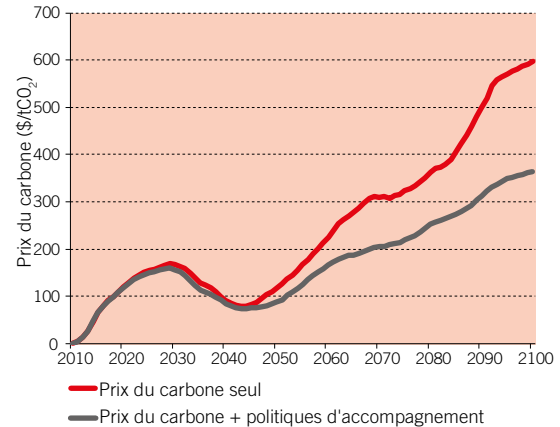
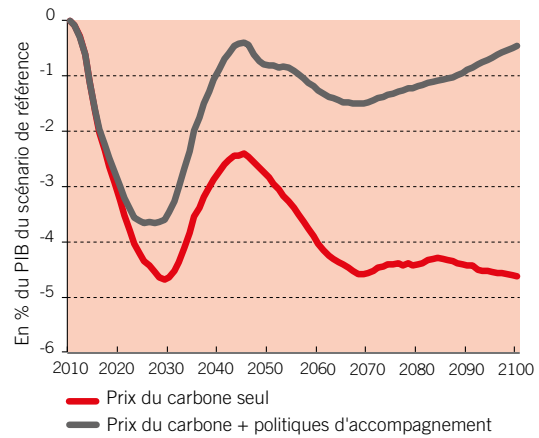
Figure 2.21. Coût de la transition et diffusion des nouvelles technologies à l'échelle mondiale (2010-2100)



l'espace, les choix d'infrastructures et les organisations logistiques. Au scénario de base correspondant à un prolongement des tendances sur ces dimensions (courbes noires), on compare un scénario (courbes grises) où les formes urbaines sont moins dépendantes de la mobilité privée (réduction des distances, infrastructure de transports publics⁹¹) et l'organisation logistique moins intensive en transport de fret (intégration des processus de production, réduction du juste-à-temps). La réduction des besoins de mobilité de passagers et de fret ainsi que le report vers des modes de transport bas-carbone permettent de contrôler les émissions du secteur du transport et ainsi d'atteindre le même objectif climatique avec une hausse modérée du prix du carbone et des pertes négligeables à long terme. Nous voyons ici une illustration de l'effet de politiques d'accompagnement comme instrument permettant de limiter les hausses de prix du carbone nécessaires pour atteindre un objectif climatique donné.

91. On fait l'hypothèse simplificatrice d'une redirection des investissements de sorte que les infrastructures de transport public sont développées en diminuant le montant d'investissement consacré à la construction de routes.

Figure 2.22. Coût de la transition et modification des comportements à l'échelle mondiale (2010-2100)



Source: Simulation avec IMACLIM.

D'une certaine manière on peut conclure qu'il est important à court terme que les promesses technologiques se concrétisent pour limiter l'impact macroéconomique de la transition climatique, mais qu'à plus long terme les évolutions des modes de vie sont essentiels. On peut prolonger les modes de vie non durables d'aujourd'hui et faire le pari de l'innovation purement technologique : mais cette « stratégie » pourrait avoir un coût macroéconomique particulièrement élevé.

6. CONCLUSION DU CHAPITRE II

La contrainte environnementale constitue-t-elle un frein à la croissance économique ? Nous avons procédé en deux temps dans ce chapitre : répertorier les stocks de ressources énergétiques, minérales, agricoles ou aqueuses ; pour identifier les principaux enjeux qui y sont liés.

Les enjeux diffèrent selon les ressources : les ressources prouvées sont proches de l'épuisement pour les combustibles fossiles ; elles sont souvent limitées et sur-concentrées (cas des minéraux de haute technologie, comme les terres rares) ; les sols sont en compétition avec d'autres ressources et les ressources en eau sont particulièrement vulnérables à la pollution locale...

En matière d'accès à ces ressources, l'Union européenne est particulièrement mal lotie : le taux de dépendance énergétique de l'UE est supérieur à 70 %. L'Union européenne ne dispose d'aucune terre rare et figure au premier rang de la consommation mondiale de terres agricoles à l'étranger. La poursuite des rythmes de consommation de ressources naturelles actuels, sans découverte de nouvelles ressources, modifications des techniques et des comportements, entraînera l'Union européenne ainsi que l'économie mondiale vers de graves pénuries. Il n'y a là rien de nouveau, mais le rappel des chiffres a le mérite de souligner l'urgence du besoin d'une métamorphose de nos sociétés.

Une telle métamorphose implique-t-elle de renoncer à la croissance de l'économie ? Nous avons vu que pour répondre à cette question, l'étude de la quantité des réserves énergétiques disponibles dans le futur et des taux de dépendance énergétique ne suffisent pas. Il s'agit de prendre en compte les interactions complexes entre la société, l'économie et l'environnement. Nous avons utilisé pour cela un modèle économie-énergie-climat, également utilisé dans le cadre des travaux du GIEC, afin de modéliser l'impact de la raréfaction des ressources énergétiques et de la contrainte climatique sur l'économie.

Ce modèle, IMACLIM, a été utilisé pour imaginer 432 différentes trajectoires de développement possibles, se distinguant par la quantité de ressources énergétiques encore disponibles, par l'évolution des coûts des technologies bas carbone, ou par l'évolution des modes de vie. En comparant ces scénarios, et en leur imposant ou non l'objectif de stabiliser le réchauffement climatique sous les 2°C, il en ressort que :

1. Si la contrainte énergétique et climatique peut avoir un impact macroéconomique substantiel dans certains cas, elle ne conduit pas à la baisse

de l'activité économique... tout du moins tant que nous supposons que la productivité augmente par ailleurs à des taux « normaux » observés dans le passé. En effet, les taux absolus de croissance dans les scénarios dépendent surtout du rythme d'évolution de la productivité hors problématique énergétique et climatique (cf. chapitre 1).

2. L'hypothèse basse en matière de ressources énergétiques connaît néanmoins un décrochage de l'ordre de 0,5 point de croissance annuelle du PIB pendant une longue période, par rapport aux hypothèses plus optimistes.

3. À productivité du travail donnée, il existe des déterminants tendant conjointement à favoriser la croissance via la diminution de la consommation de ressources énergétiques. Ainsi, la trajectoire qui connaît la croissance la plus forte – jusqu'à 0,5 point de croissance annuelle en plus à court et moyen terme – est relativement sobre en énergie. Croissance et énergie ne sont pas corrélées à 100 %.

4. Le coût macroéconomique des politiques climatiques peut néanmoins atteindre 0,5 point de croissance annuelle en moins en période de transition (jusqu'en 2030), avec les hypothèses les plus pessimistes. Une fois de plus, c'est substantiel en période de croissance déjà faible. À plus long terme, ce coût baisse notamment grâce au bénéfice de la transition climatique dans un contexte de raréfaction énergétique. Les coûts dépendent grandement des politiques d'accompagnement permettant un changement des modes de vie.

Si nous sommes assez confiants dans les ordres de grandeur donnés, c'est en gardant à l'esprit le fait qu'IMACLIM reste une représentation du monde toujours discutable. Les hypothèses fondamentales du modèle, la façon dont l'énergie est représentée par exemple, nous semblent certes une avancée par rapport à d'autres outils, mais elles sont toujours ouvertes à discussion. Rappelons que l'impact économique de la préservation de la biodiversité ou les impacts sur l'activité humaine de dérèglements climatiques majeurs ne sont pas pris en compte dans cette étude. De plus, un partage mondial des émissions de CO₂ au sein duquel les pays du Sud seraient soumis à des contraintes moindres que les pays du Nord accroîtrait le coût des politiques pour ces derniers.

De manière plus générale, IMACLIM comme tous les modèles n'est pas construits pour dire si oui ou non nous pouvons croître malgré la contrainte énergétique ou malgré la contrainte climatique. Ils sont là pour explorer différentes trajectoires possibles de développement et leurs conséquences économiques et environnementales. Ils révèlent les choix que nous pouvons faire pour ne pas subir la contrainte énergétique et climatique – changer

nos formes urbaines, investir ou non dans la capture et stockage du carbone – et ceux qui ne nous appartiennent pas vraiment – les réserves énergétiques réellement disponibles, l'avènement de ruptures technologiques. En ce sens, ils sont un outil de dialogue.

Ainsi, alors que le débat politique et médiatique en matière énergétique et climatique nous semble se focaliser sur les nouvelles technologies de la production et de la consommation d'énergie, l'évolution des modes de vie apparaît comme encore plus déterminante pour répondre à ces enjeux environnementaux tout en minimisant le coût macroéconomique de l'action. En effet, il apparaît dans l'exercice de simulation qu'on peut prolonger les modes de vie non durables d'aujourd'hui et faire le pari de l'innovation purement technologique : mais cette « stratégie » pourrait avoir un coût macroéconomique particulièrement élevé. Ne serait-ce qu'à cause de sa plus grande sensibilité à l'effet rebond.

Il est dès lors de la responsabilité des décideurs publics d'apporter les infrastructures nécessaires à la diffusion de modes de vie plus sobres en énergie et en CO₂ (transports collectifs bas carbone, de courte et de longue distance, outils de financements innovants pour la rénovation énergétique des logements), des normes pour la limitation du gaspillage ou de l'obsolescence planifiée ainsi que des politiques d'information et d'incitations pour l'évolution des préférences vers des produits à faible contenu énergétique (i.e. chaînes d'approvisionnement locales).

Certaines trajectoires de transition peuvent à la fois favoriser croissance et réduction des consommations d'énergie et des émissions de CO₂, alors que dans d'autres trajectoires les deux seront opposées. Nos capacités collectives à nous engager dans une trajectoire plutôt qu'une autre demeurent incertaines. Une position sérieuse face à ces incertitudes consiste à se demander si et comment il est possible de « faire société » dans un contexte de croissance structurellement faible, voire stagnante. ■

CHAPITRE III

PEUT-ON « FAIRE SOCIÉTÉ » DANS UN MONDE DE CROISSANCE FAIBLE ?

Dans le chapitre 1 de ce rapport, nous avons vu que la croissance pourrait se diriger vers des taux relativement faibles par rapport à ce que les pays développés ont connu au xx^e siècle. La contrainte climatique et celle des ressources énergétiques pourraient renforcer cette tendance à la baisse (chapitre 2). Certes, de nouvelles technologies peuvent voir le jour, qui accroîtraient les gains de productivité et pourraient transformer l'effort climatique en solution gagnante : c'est le pari de la « révolution industrielle verte ».

Néanmoins, la position que nous adoptons dans ce rapport est celle de la précaution. Il faut se préparer à un large éventail de futurs économiques possibles. Une des questions qui se pose est alors la suivante : les sociétés peuvent-elles s'accommoder d'une croissance du PIB structurellement plus faible ? Pour Adam Smith, dans *la Richesse des Nations* (1776), seul « l'état de croissance » permettrait le bien-être d'un pays et de sa population (figure 3.1). Cette pensée, héritage de la Modernité, est toujours largement en vigueur aujourd'hui – surtout en période de crise économique – et la perspective d'une croissance « molle » dans les années à venir n'enthousiasme guère.

Figure 3.1. Extrait de la *Richesse des Nations* (*The Wealth of Nations*, 1776), Adam Smith

« [...] Il est peut-être bon de remarquer que c'est dans l'état progressif de la société, lorsqu'elle est en train d'acquiescer successivement plus d'opulence, et non pas lorsqu'elle est parvenue à la mesure complète de richesse dont elle est susceptible que véritablement la condition de l'ouvrier pauvre, celle de la grande masse du peuple, est plus heureuse et plus douce ; elle est dure dans l'état stationnaire ; elle est misérable dans l'état de déclin. L'état progressif est pour tous les différents ordres de la société, l'état de la vigueur et de la santé parfaite l'état stationnaire est celui de la pesanteur et de l'inertie ; l'état rétrograde est celui de la langueur et de la maladie. [...] » In *Recherches sur la nature et les causes de la richesse des nations*, Livre 1^{er}, chapitre VIII (trad. du Comte Germain Garnier).

Demandons-nous néanmoins si par « état de croissance » il s'agit bien de croissance du PIB, ou si l'idéal de progrès (du latin *progressus*, qui veut dire « avancer ») peut être satisfait d'une autre manière. Dans son essai prospectif *Lettre à mes petits enfants* (1930), J.-M. Keynes imaginait un monde en 2030 où les conditions de vie matérielles seraient pleinement satisfaites et où les individus pourraient s'adonner à l'art et la culture, à la vie de famille et de sa communauté sans plus se soucier de la hausse de leurs revenus. Dans ce monde, on ne travaillerait que trois heures par jour – le niveau de productivité étant tel qu'il suffirait largement à subvenir aux besoins matériels jugés « essentiels ».

Figure 3.2. Extrait de *Perspectives économiques pour nos petits-enfants* (*Economic Possibilities for our Grandchildren*, 1930), J.-M. Keynes

« [...] Je nous vois donc libres de revenir à certains des principes les plus assurés et les moins ambigus de la religion et de la vertu traditionnelle : que l'avarice est un vice, que c'est un méfait que d'extorquer des bénéfices usuraires, que l'amour de l'argent est exécration, et qu'ils marchent le plus sûrement dans les sentiers de la vertu et de la sagesse, ceux qui se soucient le moins du lendemain. Une fois de plus nous en reviendrons à estimer les fins plus que les moyens, et à préférer le bon à l'utile. Nous honorerons ceux qui sauront nous apprendre à cueillir le moment présent de manière vertueuse et bonne, les gens exquis qui savent jouir des choses dans l'immédiat, les lys des champs qui ne tissent ni ne filent. Mais attention ! Les temps ne sont pas encore venus. Pendant au moins un siècle de plus, il nous faudra faire croire à tout un chacun et à nous-mêmes que la loyauté est infâme et que l'infamie est loyale, car l'infamie est utile et la loyauté ne l'est point. Avarice, Usure et Prudence devront rester nos divinités pour un petit moment encore. Car elles seules sont capables de nous faire sortir du tunnel de la nécessité économique pour nous mener à la lumière du jour. [...] » In *Essais sur la monnaie et l'économie*, Paris, Petite bibliothèque Payot, 1990.

Un tel monde relève-t-il de l'utopie ? Les sociétés industrialisées ont-elles atteint ce niveau d'opulence qui permettrait de dépasser le besoin d'enrichissement matériel pour « atteindre la lumière » selon les mots de Keynes ?

De nombreux travaux ont mis en avant une déconnexion entre le niveau de richesse et le bonheur déclaré au sein des pays riches (Jackson, 2009). D'autres (Lachaize, 2013) soutiennent qu'il faudrait dès lors se désintéresser du PIB, un agrégat statistique qui n'est plus adapté aux problèmes actuels. Il y a en effet de très bonnes raisons de critiquer cet indicateur et son utilisation⁹².

Mais si pour de nombreux acteurs politiques la croissance économique est une condition nécessaire à la prospérité, ce n'est pas uniquement parce qu'ils n'ont pas lu ces travaux. Si le « mythe » de la croissance perdue dans le discours politique, médiatique ou citoyen, c'est aussi – peut-être – parce que la croissance constitue réellement un outil pour mener à bien certains objectifs.

Pour dépasser le « mythe » de la croissance, nous proposons dans cette troisième partie d'étudier *quelques* dimensions du « bien vivre » et d'identifier les mécanismes qui les lient à la croissance du PIB, à court comme à long terme, pour mettre au jour les enjeux posés par un régime de croissance faible.

Ce chapitre présente une revue de la littérature économique sur les liens entretenus par le bonheur, l'emploi, les inégalités et la protection sociale avec la croissance. Ces quatre dimensions correspondent aux objectifs de la politique publique fréquemment cités par les citoyens européens dans les enquêtes d'opinion⁹³. Par ailleurs, de nos échanges avec des responsables politiques, il ressort qu'ils établissent des liens étroits, et parfois confus, entre croissance, emploi, inégalités et financement de la protection sociale, qu'il s'agit dès lors de clarifier.

Encore une fois, nous ne prédisons pas ici l'avenir : une croissance élevée *peut* avoir lieu dans le futur. Mais quoi qu'il advienne, il est plus sage de se demander comment faire évoluer le contrat social dans un monde d'accumulation ralentie de richesse économique.

1. CROISSANCE ET BONHEUR : CAN'T BUY ME LOVE?

La croissance fait-elle le bonheur ? Prenant le contrepied d'une vision très répandue dans

92. Voir notamment Stiglitz *et al.* (2009) ou encore Meda (2013).

93. Voir notamment les eurobaromètres, enquêtes d'opinion à l'échelle européenne EC (2013).

l'économie standard, selon laquelle le bonheur est synonyme de hausse du revenu, Richard Easterlin (1974) énonce un paradoxe : alors que le niveau de revenu explique relativement bien le bonheur à court terme et entre pays, il ne l'expliquerait pas sur le long terme. La thèse d'Easterlin peut être résumée en quatre faits principaux (Senik, 2013) :

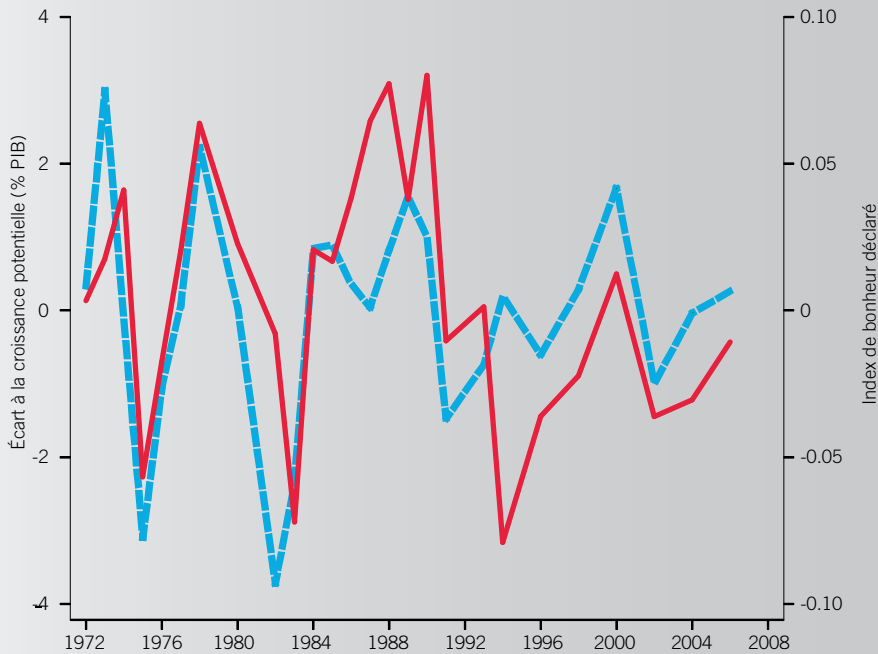
- i) Les fluctuations macroéconomiques à court terme sont fortement corrélées au bonheur déclaré (figure 3.3). La relation entre croissance de court terme et chômage (voir la section 3.2) n'est certainement pas étrangère à cette observation.
- ii) Dans les comparaisons entre pays, le bonheur déclaré dépend du revenu moyen (figure 3.4) : les habitants des pays riches déclarent être plus heureux que ceux des pays pauvres, en moyenne (Inglehart *et al.*, 2008). On observe cependant un fort ralentissement de la croissance du bonheur à mesure que le revenu moyen par habitant augmente – voir une déconnexion.
- iii) Au sein d'un pays, le niveau de revenu prédit également le niveau de bonheur entre individus : les riches déclarent être plus heureux que les pauvres. Il s'agit là d'un fait relativement bien établi aussi bien au sein des pays riches que des pays moins économiquement avancés et qui est stable dans le temps⁹⁴ ;
- iv) Néanmoins, on n'observe pas de corrélation entre revenu moyen par habitant et bonheur sur le long terme au sein des pays riches. Si le bonheur varie à court terme avec la conjoncture dans ces pays, le niveau de satisfaction rapporté reste stable en longue période. On observe la même tendance en Europe, aux États-Unis et au Japon. (Easterlin, 1995 ; Clark *et al.*, 2008 ; Easterlin *et al.*, 2007).

Easterlin met donc en évidence un effet de seuil, au-delà duquel la richesse n'augmenterait plus le bonheur de l'individu moyen. Il rejoint ici, d'une certaine manière, l'intuition de Keynes (1930), pour qui les individus se désintéresseraient de l'argent une fois que tous leurs biens matériels seraient satisfaits. L'hypothèse d'un seuil est validée par l'économiste anglais Richard Layard (2005) : « une fois qu'un pays a atteint un seuil de \$15 000 par habitant, son niveau de bonheur semble être indépendant de son revenu par tête ».

Afin d'expliquer la stagnation du bien être dans le temps, deux principaux arguments sont avancés :

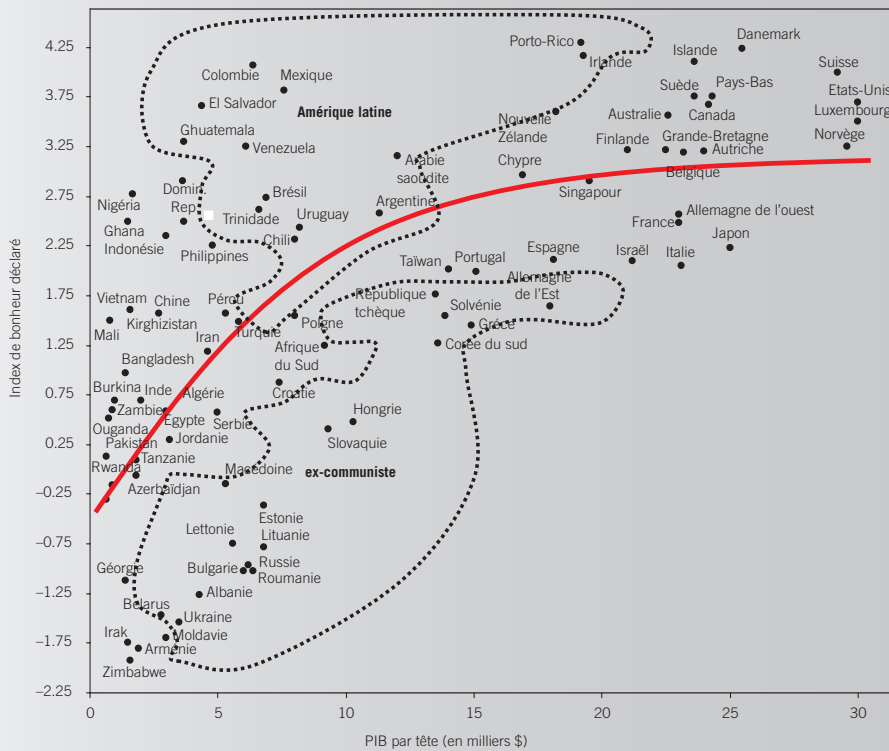
94. Pour la dimension nationale, se référer à : German Socio-Economic Panel, British Household Panel Survey, Swiss Household Panel, Australian Household Survey, French Household Survey, Indian Consumer Budget Survey, etc. Pour la dimension temporelle, se référer à : World Value aux cinq vagues (de 1981 à 2008) de la World Value Survey, dans 105 pays.

Figure 3.3. Écart à la croissance potentielle et bonheur déclaré



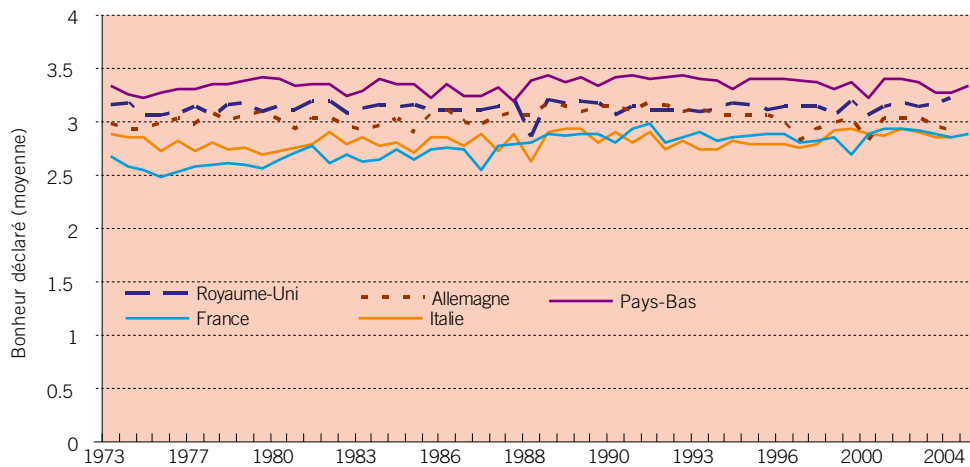
Note : Trait bleu : croissance potentielle (échelle de gauche), Trait rouge : bonheur déclaré (échelle de droite). L'écart à la croissance potentielle (ou output gap) est très bien corrélé aux évolutions du taux de chômage, cf. la section 3.2 sur l'emploi. Source : Stevenson *et al.* (2008)

Figure 3.4. Revenu moyen et bonheur déclaré



Source : Inglehart *et al.* (2008)

Figure 3.5. Évolution du bonheur déclaré dans le temps (France, Allemagne, Italie, Pays-Bas, Royaume-Uni, 1973-2004)



Source : Clark *et al.* (2007), cité par Senik (2013).

Le bien-être dans les sociétés riches ne dépendrait pas de ce que l'on peut faire ou acheter avec un niveau de revenu donné, mais de la différence entre notre pouvoir d'achat et celui de nos proches et donc de l'égalité des sociétés⁹⁵. Lorsque le revenu moyen augmente, mais que les inégalités augmentent comme c'est le cas dans les pays riches depuis les années 1970, le bien-être global stagnerait. Les études menées par McBride (2001) et Card *et al.* (2012) ont démontré empiriquement que la comparaison des revenus jouait fortement sur le bien-être.

L'autre argument utilisé relève de l'adaptation des individus à la nouveauté ou du glissement des préférences : la hausse du revenu qui permet d'accéder à de nouveaux biens ou service satisfait pendant un temps, jusqu'à ce que l'individu se soit habitué à sa nouvelle situation, qui devient alors sa norme. Plug (1997) ou Van de Stadt *et al.* (1985) ont montré que le revenu minimum jugé nécessaire par une personne pour « joindre les deux bouts »⁹⁶, sans s'endetter, augmentait à mesure que celle-ci gagnait davantage⁹⁷. C'est le syndrome de

la « pièce supplémentaire » des nouveaux propriétaires, satisfaits de leur nouvelle maison jusqu'à ce qu'ils désirent un peu plus d'espace.

L'existence d'un tel point de satiété est néanmoins controversée. Pour Stevenson *et al.* (2008), les données utilisées par Easterlin étaient parcellaires et, surtout, l'absence de preuve entre bien-être et croissance ne signifie pas preuve de l'absence⁹⁸. En utilisant de nouvelles données, les auteurs soutiennent que la croissance du revenu induirait une hausse du bien être déclaré. La figure 3.6 présente différentes études aux conclusions variées sur le lien croissance et bonheur sur le long terme.

Figure 3.6. Corrélation entre bonheur et niveau de revenu

Absence de corrélation	Easterlin (2005b); Easterlin <i>et al.</i> (2009) ; Easterlin <i>et al.</i> (2010); Brockman <i>et al.</i> (2009) ; Layard (2005)
Faible corrélation positive, non systématique	Hagerty et Veenhoven (2000) ; Inglehart <i>et al.</i> (2008) ; Kenny (2005) ; Layard <i>et al.</i> (2010) ; Di Tella <i>et al.</i> (2008)
Corrélation positive, systématique	Helliwell (2002) ; Stevenson <i>et al.</i> (2008) ; Veenhoven <i>et al.</i> (2013); Deaton (2008) ; Blanchflower (2008)

Une critique plus fondamentale peut être portée au paradoxe d'Easterlin : l'échelle du bonheur mesuré par les études est bornée. On demande aux répondants de classer leur bien être sur une échelle allant de 1 à 10 – par définition, le bonheur mesuré ne peut donc augmenter indéfiniment. Par

95. La littérature montre que les européens se comparent d'abord à leurs collègues de travail avant de se comparer à leurs amis ou à leur famille. Les européens du sud font exception toutefois, ils se comparent davantage à leur famille. Il est intéressant de noter que les comparaisons aux collègues sont moins associées à une baisse du bien être que les comparaisons à la famille. Si un collègue a un certain niveau de revenu, il est plus facile pour un individu d'y avoir accès qu'un membre de sa famille qui n'a pas la même profession. (Senik et Clark, 2010)

96. Selon l'expression utilisée par les chercheurs.

97. Plus précisément, un individu augmenté de 100 euros une année aura au bout de deux années rehaussé le revenu qu'il juge nécessaire pour vivre correctement de

60 euros. Voir aussi Kahneman *et al.* (1979) et Easterlin (2001)

98. Pour ces auteurs, le bonheur augmente avec le revenu mais moins que proportionnellement.

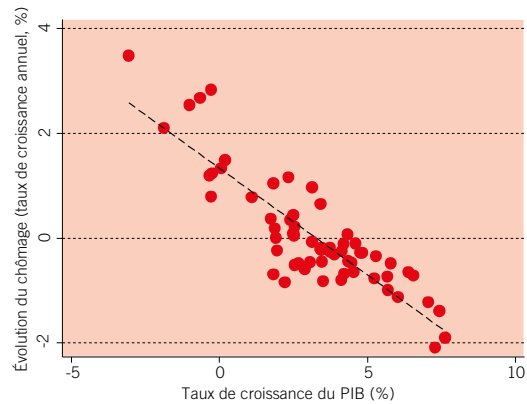
ailleurs, toute interprétation historique du lien entre croissance et bonheur n'aurait pas de sens, car les individus ne comparent pas leur bonheur à celui des générations précédentes mais raisonnent sur la base du monde tel qu'ils le connaissent (Senik, 2013).

Récemment, des études ont revisité les travaux d'Easterlin (Stevenson *et al.* 2008 et Clark *et al.* 2012) et ont montré que derrière la stabilité du bonheur mesuré sur le long terme se cachaient en réalité des évolutions frappantes: l'inégalité du bonheur chez les individus diminue au sein des pays riches au cours des quatre dernières décennies. Qu'est-ce qui expliquerait que les plus riches sont devenus davantage insatisfaits et que les moins riches sont devenus plus satisfaits ? Les plus aisés se compareraient davantage aujourd'hui aux riches dans les autres pays du monde qu'hier, du fait de la mondialisation, et ne seraient dès lors plus au sommet de la pyramide des revenus. Les plus modestes auraient pour leur part accès à davantage de biens publics qu'auparavant (protections sociale, améliorations dans les domaines de l'éducation, hausse de l'espérance de vie, droit politiques ou encore égalité entre les sexes). On remarquera ici, contrairement à l'interprétation faite par Senik (2013), que ces explications ne tiennent pas tant à la croissance – mais d'avantage aux inégalités comprises au sens large (non seulement économiques).

Pour résumer, nous avons montré qu'à court terme, la croissance est effectivement corrélée avec le bien être déclaré, et que ce lien peut s'expliquer en particulier par l'intermédiaire du chômage: les périodes de récession correspondent à des destructions d'emplois (cf ci-dessous), et donc à une forte insatisfaction. A long terme le lien entre bien être et croissance est beaucoup plus controversé une fois un certain niveau de vie atteint: l'importance de la comparaison entre individus et donc la question des inégalités, pourrait être plus importante pour la satisfaction déclarée que la croissance du revenu. Enfin, il ne faut pas s'arrêter à la question du revenu, l'accès aux biens publics comme la culture, la santé ou l'éducation étant un puissant facteur de hausse du bien-être chez les plus modestes⁹⁹.

Autrement dit: plutôt que de se focaliser sur la croissance et de l'attendre pour espérer faire le bonheur des gens, mieux vaut répondre à leur demande d'emploi, d'égalité de revenus et d'égalité devant l'accès à des biens publics.

Figure 3.7. Évolution du taux de chômage et croissance du PIB aux États-Unis (1951-2012)



Source: BLS (2013). Mise en forme des auteurs

2. EMPLOI, CROISSANCE ET PRODUCTIVITÉ : LE NŒUD GORDIEN ?

Sans croissance, pas d'emploi ? C'est en tous cas la vision des politiques, de la plupart des économistes et de l'opinion publique. Pour clarifier ce débat, il convient de différencier les effets reliant le taux de chômage à la croissance du PIB à court et à long termes ainsi que les différentes causes pouvant expliquer une baisse des taux de croissance.

Nous distinguerons donc dans cette section trois cas: les liens entre croissance, chômage et productivité à court terme (2.1); l'impact sur l'emploi d'une baisse volontaire et prolongée des consommations (2.2); et enfin l'impact sur le taux de chômage d'un ralentissement des gains de productivité sur le long terme (2.3).

2.1. Emploi, croissance et productivité à court terme

“Okun’s law, fit at fifty ?”¹⁰⁰ Dans un article paru en 2012, Ball *et al.* (2012) s'interrogent sur la pertinence de la loi dite « d'Okun », une relation permettant de prédire le niveau de chômage en fonction du niveau de croissance du PIB. La « loi d'Okun », formulée dans les années 1960 (Okun, 1962), établit une relation entre chômage et croissance à court terme.

La figure 3.7 montre le lien relativement fort entre croissance du PIB et variation du chômage depuis 1950 aux États-Unis. Ball *et al.* montrent la loi a un fort pouvoir prédictif dans de nombreux pays au cours de cinquante dernières années.

99. Voir notamment la section 3.4.2.

100. « La loi d'Okun : en forme à 50 ans » ?

Selon la loi d'Okun, la variation du chômage est fonction de l'écart entre la croissance réalisée et la croissance dite potentielle. La croissance « potentielle » est la croissance qui pourrait avoir lieu si l'économie utilisait pleinement ses capacités de production (toutes ses usines, tous ses travailleurs, et toutes les possibilités offertes par les techniques¹⁰¹ qu'elle a à disposition). Dans sa version simplifiée, la loi d'Okun s'écrit¹⁰² :

$$\text{Variation du chômage} = \text{croissance du PIB réalisée} - \text{croissance potentielle}$$

Cette loi se traduirait donc par un seuil de croissance en-dessous duquel l'économie détruit plus d'emplois qu'elle n'en crée, et un niveau de croissance au-dessus duquel elle en crée davantage. Ce seuil, fonction la croissance potentielle, dépend de deux principaux facteurs : la croissance de la productivité et la croissance démographique.

Mais une critique que l'on peut porter à la loi d'Okun est qu'elle traduit avant tout une réalité comptable et qu'elle n'informe en rien sur le sens de la relation entre croissance et chômage. Est-ce la croissance qui crée l'emploi ou l'inverse ? De manière très schématique, cette question renvoie au débat entre les tenants des « politiques de l'offre » (la réduction du coût du travail permettrait de relancer l'emploi et donc la croissance) et des tenants des « politiques de la demande » (la hausse des salaires ou des emplois publics¹⁰³ permettraient de relancer la croissance et l'emploi dans l'ensemble de l'économie).

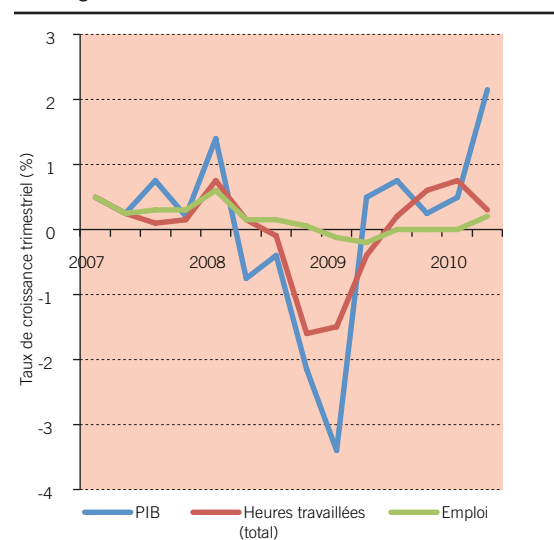
La relation comptable identifiée ci-dessus a également été critiquée : elle serait instable (Meyer et Tasci, 2012) pour certains, voire totalement inopérante pour d'autres (Gordon, 2011 ; NPR, 2011), qui observent des périodes de croissance forte après des épisodes de crise économique sans baisse du taux de chômage. En Europe, la relation entre chômage et croissance du PIB à court terme est en effet nettement moins mécanique qu'aux États-Unis. En Italie, en Allemagne, en Autriche ou en Suisse, la loi d'Okun explique les variations du chômage pour la moitié des trente-deux dernières

101. i.e. tout ce qui est permis par son progrès technique.

102. Plus précisément, la loi d'Okun s'écrit : $U - U^* = \beta(g - g^*) + u$, avec avec U le taux de chômage prédit, U^* le niveau de chômage de long terme, g la croissance du PIB, g^* le niveau de croissance potentielle, le coefficient d'Okun et u un terme d'erreur.

103. Les pouvoirs publics doivent alors dégager des marges budgétaires, imprimer de la monnaie ou s'endetter en attendant un retour de la croissance. C'est ce que fit le président américain F.D. Roosevelt pendant le New Deal à partir de 1932 ; c'est aussi le pari des contrats d'avenir du gouvernement français, inaugurés en 2012.

Figure 3.8. Emploi, croissance et heures travaillées en Allemagne



Source : Dietz et al., 2011. Mise en forme des auteurs

années seulement, et parfois moins (voir figure en annexe). Le pouvoir prédictif de la relation est donc loin d'être infaillible.

C'est en particulier le cas en Allemagne, lors de la dernière crise économique. La récession y a été sévère en 2008 et 2009, mais l'emploi s'est maintenu à un niveau relativement stable. Plusieurs facteurs, notamment démographiques (de nombreux jeunes ont prolongé leurs études au lieu d'entrer sur le marché du travail [Duval, 2013]), peuvent expliquer cette tendance, mais les entreprises ont aussi et surtout eu recours à la réduction du temps de travail (avec ou sans baisse de revenu) comme le montre la figure 3.8.

Ainsi, s'il existe un lien que certains qualifient de « mécanique » entre croissance du PIB et chômage, ce lien ne permet pas de dire systématiquement si c'est la croissance faible qui crée du chômage ou si c'est l'inverse. De plus, ce lien n'est pas infaillible : il existe des moyens de contenir le chômage lors des phases de récession, comme la réduction du temps de travail.

2.2. Emploi et croissance à long terme : le cas d'une réduction de la consommation

Comme nous l'avons vu dans le chapitre 2, certains auteurs (Jackson, 2009 ; Victor, 2008) soutiennent que l'atteinte des objectifs de réduction des gaz à effet de serre ou ne peut se réaliser que si les individus réduisent significativement le volume global de leurs consommations, i.e. si le PIB stagne ou décroît. Demandons-nous quelles problématiques un scénario de croissance faible prolongée ferait peser sur l'emploi.

Encadré 3.1

Croissance faible et chômage au Japon

Le Japon est un cas d'étude intéressant, car il s'agit d'un pays riche ayant connu plus d'une décennie de croissance faible tout en maintenant un taux de chômage faible. Il ne s'agit évidemment pas d'une baisse volontaire des consommations discutée dans la section 3.2.2, mais il ne s'agit pas non plus d'une crise conjoncturelle (cf. section 3.2.1).

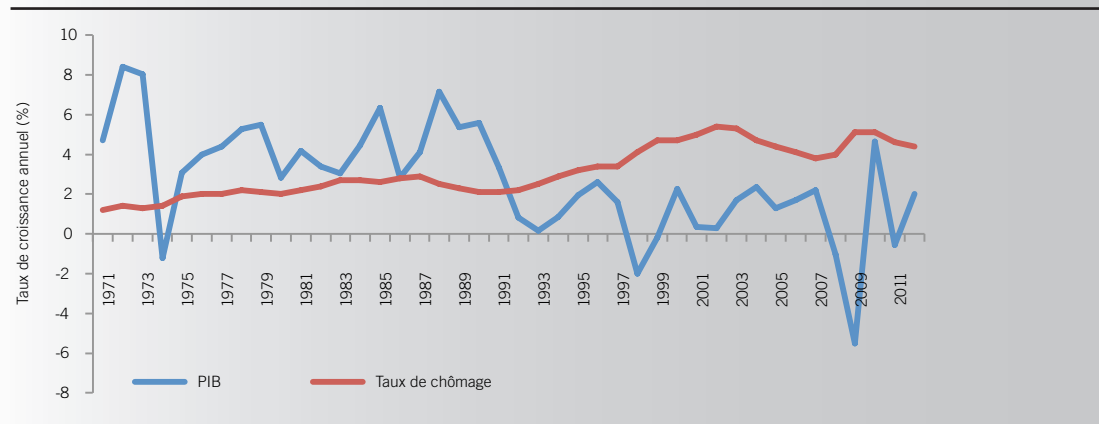
Après l'explosion de la bulle immobilière au début des années 1990, l'économie japonaise a crû à un rythme moyen de 1,1 % par an jusqu'à la crise de 2007 – alors que la productivité horaire a augmenté pour sa part en moyenne de 1,9 % sur la même période. Le Japon combine alors à la fois une situation de demande atone – les ménages n'ont pas confiance dans l'avenir et préfèrent épargner, ce qui ralentit la croissance du PIB – et de faibles gains de productivité au regard des décennies passées.

Pendant les quinze années qui ont suivi la crise de 1991, le taux de chômage japonais est passé de 2,1 % à 5,4 % pour retomber à 3,8 %, avant la crise de 2007. Néanmoins, si la hausse est sévère (le taux est

multiplié par deux), le niveau absolu reste contenu : le chômage japonais ne dépasse pas les 6 % — niveau que bon nombre de pays européens seraient envieux d'atteindre. Et avant la crise de 2007, il était reparti à la baisse, sans pour autant que la croissance n'enregistre de nette embellie.

Comment expliquer qu'une aussi longue période de croissance faible, inférieure aux gains de productivité, n'ait pas fait exploser le chômage ? Deux raisons peuvent être mises en avant, qui renvoient paradoxalement à deux prescriptions généralement opposées en matière de politiques de l'emploi. D'une part, le Japon est caractérisé par une culture du contrat de travail à vie. Ainsi, les entreprises ne licencient pas ou peu leurs travailleurs et préfèrent recourir à des réorganisations à l'intérieur des entreprises, avec du temps partiel et de la formation continue. D'autre part, le marché du travail japonais a été déréglementé pendant cette période (1991-2007), avec l'introduction de contrats à courte durée et avec l'assouplissement des procédures de licenciement – ce qui a entraîné une hausse des inégalités sociales, notamment entre les jeunes entrants dans le marché du travail et les plus âgés, déjà en poste (Lechevallier, 2011).

Figure 3.9. Croissance et chômage au Japon (1971-2012)



Source : Conference Board (2013) et OCDE (2013). Mise en forme des auteurs.

Jackson (2009) souligne que si la consommation diminue, alors que les gains de productivité et les destructions d'emploi associées sont élevés, l'économie détruira des emplois. Ce mode de raisonnement a été décrit dans la section précédente : à durée de travail inchangée, la croissance du PIB étant plus faible que la croissance de la productivité, l'économie ne peut absorber les emplois détruits dans de nouveaux secteurs car la demande est trop faible. La différence tient ici à la durée.

Dietz *et al.* (2013) soutiennent que dans un tel scénario, le partage du temps de travail permet de faire face à une importante montée du chômage¹⁰⁴.

Il convient de rappeler que dans ce cas, si des politiques de redistribution (entre les salaires ou du capital vers le travail) peuvent être mises en place pour accroître ou maintenir les revenus de certains groupes de la population, la réduction du temps de travail ne peut s'accompagner du maintien du niveau de salaire de chacun.

Mais il est intéressant de noter que, pour les auteurs du courant de la « décroissance », la réduction du temps de travail n'est pas seulement une manière d'éviter la hausse du chômage dans une période de baisse généralisée des consommations (Entropia, 2007). C'est aussi un moyen par lequel la baisse des consommations se réalise. Dans cette logique, la RTT permet de produire moins et de consommer moins. L'hypothèse forte faite ici est la possibilité de réduire les consommations matérielles individuelles et collectives de manière souhaitée.

104. Les auteurs soutiennent aussi que des emplois financés par le secteur public permettent également de réduire le taux de chômage. Le mode de financement de tels emplois (hausse des taxes, endettement, création monétaire) restant à définir.

2.3. Emploi et croissance faible à long terme : le cas de la baisse des gains de productivité

La loi d'Okun n'a pas été conçue pour expliquer les liens entre le taux de chômage et la transition vers un régime de croissance plus faible à cause d'un ralentissement des gains de productivité mais pour étudier les évolutions du chômage et du PIB sur le court terme. Afin de répondre à notre question initiale, il faut donc faire appel à d'autres théories qui étudient les liens entre le niveau de croissance de l'économie à long terme et le chômage. Nous nous intéressons dans cette section à une baisse de croissance induite par une baisse des gains de productivité, et non aux rétroactions du chômage sur la productivité ou sur la croissance, bien que ceci mériterait une analyse détaillée.

Intuitivement, on pourrait associer la baisse des gains de productivité enregistrée à partir de la fin des années 1960 dans les pays OCDE à une hausse du taux de chômage. Les gains de productivité chutent en Europe plus fortement qu'aux États-Unis. Et la montée du chômage est plus forte sur le vieux continent qu'en Amérique du Nord.

i) La transition d'un régime de croissance forte à un régime de croissance faible.

Une possible explication à la montée du chômage consécutive à la baisse des gains de productivité tient à l'inertie des salaires. Pour Blanchard et Woglfer (2000), lorsque les acteurs économiques ont été habitués à une période de croissance élevée, ils ont aussi été habitués à une rapide revalorisation de leurs revenus. Lors d'une transition vers un niveau de croissance de la productivité plus faible, les anticipations d'évolution de salaire peuvent être rigides. Les salaires croissent donc plus vite que ce que l'économie est capable de produire, ce qui accroît *de facto* le coût réel du travail et peut par conséquent accroître le chômage. À l'inverse, cet effet « rigidité » peut aussi jouer en faveur de l'emploi, quand la croissance de la productivité augmente. C'est ce qu'Aghion et Howitt (1994) appellent l'« effet de capitalisation », par lequel la hausse des gains de productivité rend l'emploi plus profitable¹⁰⁵.

Si cet effet « rigidité » a joué dans la phase initiale de ralentissement des gains de productivité, Blanchard montre néanmoins, en régressant les variations des taux de chômage sur l'évolution des

gains de productivité et d'autres facteurs¹⁰⁶, que la baisse des gains de productivité dans les pays de l'OCDE entre 1968 et 1980 ne permet pas de prédire la croissance du taux de chômage sur toute la période.

ii) Création destructrice et problèmes d'appariement sur le marché du travail

Aghion et Howitt (1994) défendent également une vision schumpétérienne du lien entre la croissance et l'emploi. Dans cette vision, des gains de productivité élevés témoignent d'un renouvellement rapide de la base productive d'une économie. Les destructions d'emplois dans les secteurs les moins productifs y sont élevées, mais les créations de nouveaux emplois dans les secteurs productifs le sont aussi. Une économie en forte croissance enregistre donc un taux de *séparation* et des *flux d'entrée et de sortie* dans l'emploi plus élevés qu'une économie de croissance faible.

Dans une société où les individus seraient omniscients et capables de se réorienter sans difficulté d'un emploi à un autre, la hausse du taux de séparation n'aurait aucun effet sur le taux de chômage. Mais dans un marché du travail soumis à des contraintes d'appariement, d'information ou de formation (Pissarides et Mortensen, 1994), plus le taux de séparation est élevé, plus le taux de chômage est élevé. Ainsi, la croissance de la productivité est associée à une hausse du taux de chômage. Et une plus faible productivité aurait l'effet inverse : elle réduirait le taux de chômage d'équilibre¹⁰⁷. Une telle vision est soutenue par les résultats de Davis et Haltiwanger (1992), qui montrent que les périodes de chômage élevé sont des périodes de flux d'entrées et de sortie de l'emploi élevés. Mais ces résultats ne sont pas valables pour tous les pays.

iii) Création destructrice et rigidités : quel effet l'emporte ?

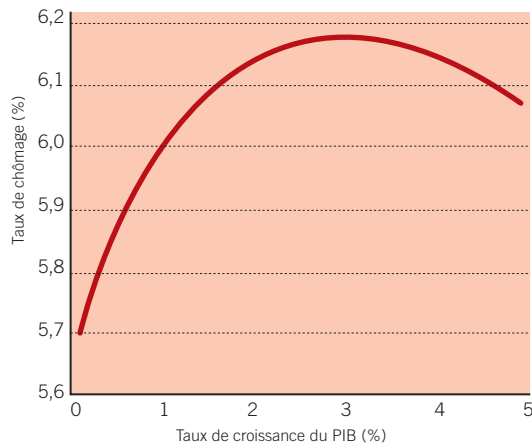
Pour Aghion et Howitt, l'effet de négatif de la croissance sur le taux de chômage (lié à la destruction créatrice et aux problèmes d'appariement) domine jusqu'à un certain seuil, au-delà duquel l'effet de rigidité l'emporte. Ainsi, le côté gauche de la courbe de la figure 3.9 est dominé par l'effet de création destructrice tandis que la partie droite est dominée par l'effet de rigidité.

106. Comme la part du capital dans le revenu agrégé, cf. Blanchard, 1998.

107. Ce résultat tient uniquement si le changement technologique et les gains de productivité *détruisent* des emplois tout en en créant de nouveaux. S'il n'y a pas destruction créatrice, mais maintien de l'emploi, le niveau de chômage est maintenu constant. Cela souligne l'importance du mode de recyclage des gains de productivité.

105. L'effet de capitalisation d'Aghion et Howitt est en réalité plus complexe, mais l'hypothèse permettant d'expliquer le lien positif entre croissance de la productivité et croissance de l'emploi dans leur modèle est le fait que les salaires demeurent constants.

Figure 3.10. Effet d'appariement vs. rigidités



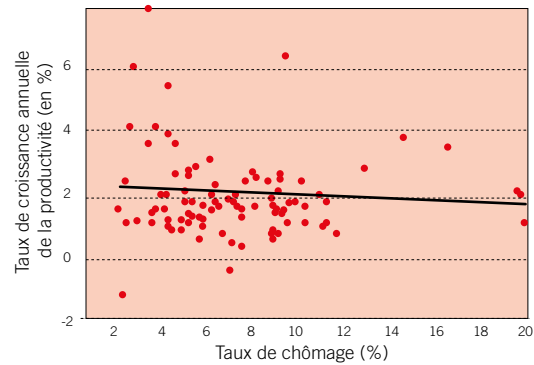
Source : Aghion et Howitt (1994).

En retournant l'analyse pour traiter notre question initiale, dans cette représentation, un ralentissement des gains de productivité pourrait avoir un effet négatif sur l'emploi dans un premier temps : l'effet de rigidité l'emporterait. Une fois ce seuil passé, un ralentissement prolongé des gains de productivité pourrait au contraire abaisser le taux de chômage d'équilibre.

Si un tel modèle offre des pistes de réflexion intéressantes pour appréhender notre problématique, sa grande faiblesse tient dans l'absence de tests empiriques d'une telle représentation. En fait, lorsque l'on étudie l'évolution des taux de chômage moyens sur cinq ans et les taux de croissance moyenne de la productivité moyens, sur la même période, on n'observe aucune corrélation entre les deux (Figure 3.10). En d'autres termes, le niveau de croissance à moyen terme ne semble pas avoir de lien avec le taux de chômage à cinq ans. Il ne semble pas y avoir non plus de relation à plus long terme.

En résumé, à court terme, une baisse de la croissance est corrélée à la hausse du taux de chômage, ce qui ne surprend guère. Néanmoins, la « loi dite d'Okun » ne renseigne pas sur le sens de la relation entre chômage et croissance – fortement controversé. Ainsi, pour une large partie de la littérature sur le sujet, ce n'est pas tant la croissance qui fait l'emploi mais l'emploi qui fait la croissance. Et cela est d'autant plus vrai à long terme. Le retour de la croissance est vu comme le résultat du succès de la lutte contre le chômage, que ce soit par un meilleur positionnement stratégique sur les marchés mondiaux, une amélioration du fonctionnement du marché du travail, les emplois publics, etc. Autrement dit, pour ces auteurs d'origines très diverses, pas besoin de croissance à court terme

Figure 3.11. Lien entre chômage et croissance à moyen terme



Source : Cahuc *et al.* (2014).

pour faire de l'emploi, mieux vaut faire des politiques... de l'emploi.

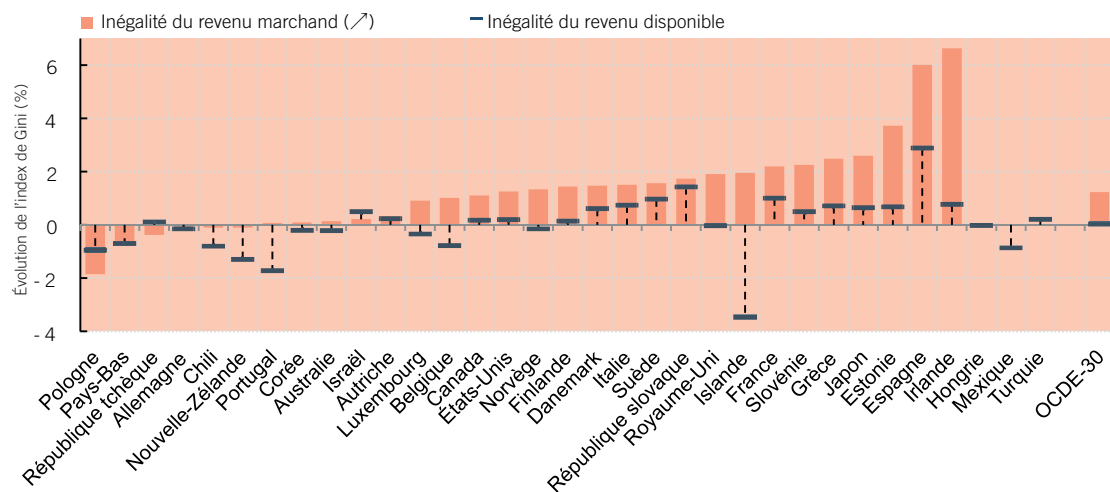
Parmi les politiques de l'emploi débattues, la réduction du temps de travail est mise en avant par certains auteurs « décroissants » comme solution à une baisse prolongée et souhaitée des consommations malgré des gains de productivité continus. Le débat économique est intense entre ceux qui pensent que la réduction du temps de travail est créatrice d'emplois, ceux qui pensent qu'elle ne l'est pas ou alors seulement lorsqu'elle s'accompagne d'une baisse des salaires. Mais il peut y avoir consensus sur le fait qu'elle est nécessaire si effectivement les consommateurs se mettent à baisser « volontairement » leur consommation. Ce qui reste obscur néanmoins, c'est comment atteindre une baisse de la consommation « volontaire » : la RTT ne serait-elle pas le moyen de la décroissance plutôt que l'outil pour créer de l'emploi sans croissance ?

3. CROISSANCE ET INÉGALITÉS DE REVENUS

3.1. Inégalités de revenu et croissance à court terme

La croissance faible est-elle compatible avec la réduction des inégalités économiques ? Les cinq dernières années de récession, croissance nulle ou faible ont également été une période de hausse des inégalités de revenu dans la grande majorité des pays européens. Le graphique xx présente la hausse des inégalités de revenu marchand (*i.e.* revenu du travail et des capitaux avant redistribution) et de revenu disponible (revenus que les ménages ont

Figure 3.12. Évolution des inégalités entre 2007 et 2011 dans les pays de l'OCDE



Note : Le coefficient de Gini mesure le niveau d'inégalité, une hausse du coefficient indique une hausse des inégalités. Source : OCDE (2012)

réellement en poche) dans les pays de l'OCDE depuis le début de la crise.

Les inégalités de revenu marchand ont augmenté dans presque tous les pays occidentaux. Les inégalités de revenu disponible ont-elles aussi globalement augmenté même si il y a des exceptions (Islande, Portugal, Belgique).

Lors de la crise qui a débuté en 2007, les faillites bancaires et la baisse de l'activité ont réduit les revenus du travail et les revenus du capital. Les travailleurs en bas de l'échelle sociale ont été particulièrement touchés par les licenciements et voient leur revenu diminuer (en absolu et en proportion) davantage que celui des autres catégories de ménages, souvent mieux formés, mieux intégrés et donc moins sensibles aux licenciements. Par ailleurs, les revenus des plus aisés repartent plus vite à la hausse que ceux des plus modestes (OCDE, 2012).

On remarque cependant que les inégalités de revenu disponible augmentent moins fortement que les inégalités de revenu marchand. En effet, les États activent des mécanismes d'aide au revenu (allocations chômage par exemple) en situation de crise, et créent de nouveaux outils de redistribution via la fiscalité ou les programmes sociaux, comme en Islande ou au Portugal. La croissance seule ne détermine donc pas de l'évolution des inégalités économiques, mais bien un ensemble de facteurs sociaux, économiques et politiques.

En période de récession, les inégalités de revenu marchand ont tendance à augmenter. Mais là encore, il faut mieux comprendre les raisons de cette « corrélation ». Ce qui fait augmenter les inégalités de revenu sur le court terme, ce n'est pas tant la croissance que : le chômage, le niveau de

protection sociale pour les chômeurs. Pas besoin d'en appeler à la croissance pour réduire les inégalités. Des périodes de croissance relativement soutenue peuvent d'ailleurs être associées à une forte hausse des inégalités, comme aux États-Unis ces vingt dernières années. Mieux vaut donc faire de bonnes politiques de l'emploi et de la redistribution en faveur des plus précaires. Nous avons vu précédemment que l'on peut séparer dans une certaine mesure croissance et emploi ; nous verrons que ce n'est pas chose aisée, politiquement, de séparer croissance et meilleure protection sociale.

3.2. Inégalités et croissance sur le temps long

Dynamiques d'accumulation du capital et croissance faible

Comment les inégalités évoluent-elle lors de phases de croissance faible prolongée ? Pour répondre à cette question, il faut s'intéresser au rapport entre l'évolution des rendements du capital (c'est-à-dire les intérêts, les loyers, les dividendes, etc.) et l'évolution des taux de croissance des revenus du travail. La richesse d'un ménage n'est en effet pas uniquement liée à son salaire, mais aussi à son patrimoine qui, placé, s'accroît avec le temps.

Si le taux de croissance du revenu du travail est, sur le temps long, à peu près égal à la croissance économique, le taux de rendement du capital peut être différent du taux de croissance. Quand le rendement du capital est plus élevé que la croissance, les détenteurs de capitaux s'enrichissent plus vite que ceux qui ne possèdent que le fruit de leur travail et les inégalités s'accroissent. Une petite différence entre taux de croissance et rendement

du capital peut entraîner des divergences considérables entre le revenu des rentiers et le revenu des travailleurs au bout de plusieurs décennies. À l'inverse, lorsque le taux de croissance est supérieur au taux de rendement du capital, les revenus du travail augmentent plus vite que les revenus des rentiers, ce qui réduit les inégalités entre travailleurs et détenteurs de capitaux (Piketty, 2013). On comprend alors qu'une faible croissance, à taux de rendement du capital inchangé, accroît l'écart entre capital et travail et entraîne une hausse des inégalités.

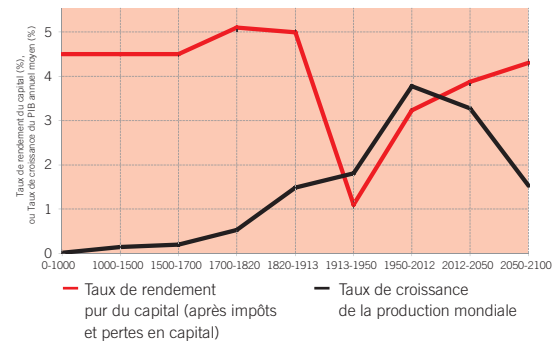
Les enseignements de l'histoire économique

Avant le décollage de la croissance identifié dans le chapitre 1, le rendement du capital était d'environ 4 à 5 % par an et autant de points supérieurs à la croissance. Alors que les capitaux s'accumulaient d'année en année, les revenus du travail stagnaient si bien que l'Ancien Régime était caractérisé par des inégalités considérables entre la noblesse et la paysannerie. Avec le décollage de la croissance, au cours du XIX^e siècle, l'écart se réduit entre rendement du capital et revenus du travail. De nouveaux métiers apparaissent et deviennent relativement plus profitables que les rentes. Les inégalités se réduisent.

Néanmoins, le principal enseignement de l'Histoire est que la formidable réduction des inégalités qui a eu lieu au cours du XX^e siècle par rapport aux siècles passés n'est pas la conséquence directe d'une croissance soutenue. La mécanique identifiée ci-dessus est contredite par les facteurs politiques, militaires et sociaux. En effet, les inégalités ont été principalement réduites par les catastrophes des guerres mondiales qui ont également ruiné les rentiers en détruisant usines et machines. Les généreux mécanismes de redistribution, les politiques de nationalisation, les processus de décolonisation ainsi que les mécanismes de taxation progressifs mis en place après la crise de 1929 et à la sortie de la Seconde Guerre mondiale ont accompagné ce mouvement qui a nivelé les richesses dans les sociétés européennes. L'âge d'or de la croissance, après la guerre, a contribué à maintenir un certain équilibre.

Ces dernières décennies, caractérisées par des taux de croissance plus faibles et une baisse de l'intensité des mécanismes de taxation et de redistribution, ont vu le retour des inégalités dans les sociétés occidentales. Aux États-Unis, les inégalités ont même augmenté durant des périodes de croissance relativement élevée. Entre 1993 et 2007, l'économie américaine a crû à un rythme moyen de 3,4 %. Mais la plus grande partie de cette augmentation du revenu a bénéficié aux plus aisés : le revenu moyen des 1 % les plus riches s'est accru en

Figure 3.13. Croissance et rendements du capital



Source : Piketty (2013).

moyenne de 10 % par an alors que le revenu des 99 % les plus pauvres a lui augmenté de 2 % par an (Atkinson et al., 2009).

Nous avons donc mis en évidence une tendance lourde de l'économie : une croissance plus faible tend à les accroître les inégalités de revenu entre travailleurs et rentiers. Mais le corps social dispose d'outils pour réagir, autre que les guerres : fiscalité, protection sociale, droit. Ces outils sont le fruit de luttes politiques intenses et leur mise en œuvre est d'autant plus compliquée par la mondialisation, puisque le capital est bien plus mobile que les travailleurs. Certains auteurs s'inquiètent d'ailleurs d'un retour négatif de tels outils de redistribution sur l'économie. Mais il n'y a pas, ici non plus, de réponse tranchée à avoir.

Les effets de l'inégalité sur la croissance

Dans la pensée économique classique, les inégalités sont souvent perçues comme une forme d'incitation et seraient par conséquent positives pour l'activité économique. À l'intérieur des entreprises, les inégalités seraient propices à la productivité des travailleurs en agissant par voie de stimulation des salariés désireux d'atteindre un niveau de salaire plus élevé. Une distribution plus égalitaire des revenus pourrait au contraire décourager les travailleurs de produire davantage (voir notamment Mirrlees, 1971). Mais les travaux de l'économie expérimentale et comportementale (Cohn, Fehr, Goette, 2011) ont montré au contraire qu'une inégalité de traitement ressentie peut avoir un impact sur la productivité des entreprises¹⁰⁸ – au-delà des conséquences sociales néfastes que les inégalités peuvent avoir.

108. On peut citer l'exemple tristement célèbre du constructeur de pneu Bridgestone, où les nouvelles conditions de travail et la baisse de rémunération de 30% des embauches précédèrent une série de défauts de fabrication et la survenue de centaines d'accidents mortels.

Dans une autre logique, les plus aisés épargneraient et investiraient une plus grande part de leur revenu, selon l'hypothèse formulée par Kaldor (1960). Par conséquent, une société plus inégalitaire investirait une part plus importante de son produit global, et enregistrerait donc des taux de croissance plus forts sur le long terme. Mais la réalité sociale est telle qu'une élite au pouvoir peut ne pas être encline à financer les biens publics (éducation, mais aussi santé, sécurité ou transports) car elle jouit déjà de ces services (Stiglitz, 2013). Ce déficit de financement des biens publics pèserait sur la société dans son ensemble et sur la croissance future.

Empiriquement, il n'y pas d'étude macroéconomique convaincante démontrant un lien de causalité stable dans le temps et dans l'espace, allant des politiques de redistribution vers la croissance (Banerjee *et al.* 2003). Les pays occidentaux ont eu, au cours des cinquante dernières années, des trajectoires différentes en matière d'inégalité mais leurs taux de croissance ont été, globalement, similaires (Atkinson, 2013). L'impact économique de la redistribution dépend donc des outils utilisés, du contexte international ou encore du compromis social dans lequel ils sont mis en œuvre. Il n'y a pas de relation systématique reliant la réduction des inégalités à la croissance.

Pour conclure, nous avons vu que sur le très long terme, une croissance faible tend à accroître les inégalités entre travailleurs et « rentiers ». Si la croissance demeure faible alors que le taux de rendement du capital reste élevé, comme il l'a été dans le passé, il y a une tendance lourde à l'accroissement des inégalités économiques.

Dans une société de croissance faible, l'accent doit dès lors être mis d'autant plus sur la réduction des inégalités. L'histoire du xx^e siècle montre que ce sont avant tout les dynamiques politiques, historiques et sociales qui déterminent le niveau des inégalités de revenu des sociétés, comme par exemple la progressivité de l'impôt. C'est pourquoi la réforme des systèmes fiscaux (cf. Piketty *et al.*, 2011), et leur coordination à l'échelle internationale, est un élément d'autant plus central dans un monde de croissance faible, pour contrecarrer la hausse des inégalités de revenu. Au-delà de la fiscalité et de la redistribution *ex post*, la démocratie interne aux entreprises est un puissant facteur d'égalité salariale, à l'image des pratiques dans de nombreuses coopératives.

Notons enfin que la question des inégalités ne se limite pas à celle du revenu, comme nous l'avons vu dans la section 1 de ce chapitre. Un meilleur accès aux biens publics en général (éducation, culture, protection sociale) constitue également

une manière de réduire les inégalités de bien-être. Nous étudierons dans la section qui suit les problématiques soulevées par la croissance faible sur le secteur de la santé, un exemple de bien public permettant de réduire les inégalités.

4. CROISSANCE ET SYSTÈME DE PROTECTION SOCIALE

Nous définissons la protection sociale comme la prise en charge par la collectivité d'un ensemble de risques individuels (en matière de santé, de chômage, ou de logement) et le versement des pensions de retraite. La protection sociale est le fruit de luttes sociales et politiques, mais elle a été facilitée par la croissance économique qui a permis de libérer une part croissante du revenu vers des dépenses « supérieures » au regard de l'histoire économique¹⁰⁹.

Nous nous intéressons ici aux deux principales composantes de la protection sociale dans la plupart des pays européens, aussi bien en termes budgétaire qu'en termes de préoccupation des citoyens : le système des retraites et le système de santé¹¹⁰. La part des dépenses de santé et de retraite n'a cessé d'augmenter depuis les cinquante dernières années dans la plupart des pays développés. La moyenne des dépenses de protection sociale représentait 30 % du PIB dans la zone euro au début des années 2010, contre environ 15 % à la fin des années 1950. Dans le futur, la Commission européenne table sur une protection sociale avoisinant les 35 % du PIB d'ici à 2050 dans les pays de la zone euro.

Évidemment, ces prévisions dépendent des hypothèses de croissance dans les années à venir. Une croissance inférieure d'un point aux prévisions standard¹¹¹ induirait une part de la protection sociale de 50 % en 2050. Quelles seraient les conséquences pour nos économies d'un tel niveau de dépenses sur la protection sociale ? Les problématiques posées par une croissance faible sur les

109. Un paysan du xvii^e siècle ne pouvait en effet mettre de côté de l'argent pour financer sa retraite ou ses soins car son revenu couvrait tout juste ses besoins de subsistance.

110. Les retraites et la santé représentent 80 % des dépenses de protection sociale dans un pays comme la France. Par ailleurs, le niveau de retraites et la qualité du système de santé figurent parmi les principales préoccupations des citoyens européens : 15 % des européens estiment que la sécurité sociale ou le système des retraites font partie de leurs deux principales préoccupations au niveau individuel, derrière le pouvoir d'achat et le chômage EC (2013).

111. Soit une croissance de 0,7 % au lieu de 1,7 %, cf. Chancel *et al.* 2013.

systèmes de retraite et les systèmes de santé sont distinctes.

4.1. Croissance faible et systèmes de retraites

Le versement d'une pension de retraite est une forme de revenu versé dans le futur – revenu que le salarié a épargné lorsqu'il travaillait. Cette épargne peut se faire de manière collective et la pension sera versée par l'Etat dans le cadre de la protection sociale. Dans ce cas, l'Etat prélève sur les salaires des travailleurs d'aujourd'hui pour payer les retraites des actifs d'hier - il s'agit d'un système de retraites par répartition. L'épargne peut également se faire de manière individuelle et les pensions des retraités seront payées par des dividendes de fonds placés sur un marché. C'est le système de retraite par capitalisation.

Dans le système par capitalisation, la retraite versée dépend des rendements des marchés des capitaux. Si ceux-ci sont plus élevés que la croissance les retraités jouissent d'une progression de leur pension plus forte que la progression du revenu des travailleurs. Si ceux-ci sont moins élevés que la croissance, ce sont les travailleurs qui voient leur revenu progresser plus rapidement. Ce système ne repose donc pas sur le principe de solidarité intergénérationnelle. Par ailleurs, cette pension est particulièrement sensible aux crises économiques, qui peuvent rapidement effacer un capital placé et lourdement amputer les retraites.

Dans le cas du système par répartition, le niveau de retraite dépend essentiellement du niveau de la productivité du travail (ou du revenu moyen d'activité), du taux de cotisation moyen des travailleurs et de la démographie (du rapport entre le nombre de travailleurs et le nombre de retraités). Cette relation est résumée dans l'équation « d'équilibre » du système des retraites :

$$\text{Ressources} = \text{Dépenses}$$

$$\text{Nombre de travailleurs} \times \text{Revenu moyen d'activité} \times \text{Taux de cotisation moyen} = \text{Pension moyenne} \times \text{Nombre de retraités}$$

Dans une économie où le rapport entre travailleurs et retraités est stable, et où la pension moyenne suit l'évolution du salaire moyen (lui-même censé être indexé sur la productivité), l'équilibre financier est assuré quelque soient les gains de productivité. Mais cela n'est vrai qu'en théorie. Dans de nombreux pays européens, les pensions ne sont pas indexées sur les gains de productivité et le rapport entre travailleurs et retraités évolue sous l'impulsion de transformations démographiques.

Ainsi, lorsque le nombre de retraités augmente relativement aux travailleurs (pour des raisons telles qu'un « papyboom » ou une hausse du chômage), il faut soit bénéficier d'un accroissement des revenus du travail grâce à la hausse de la productivité¹¹², soit jouer sur le levier de l'augmentation du taux de cotisation, soit sur celui de la baisse du niveau des pensions relativement à celui des salaires. Toujours est-il que la hausse des gains de productivité apparaît comme la solution – ou l'espoir – la plus « aisée » pour les pouvoirs publics afin d'assurer l'équilibre financier de la protection sociale. Elle n'implique en effet pas de réforme difficile.

En France, l'équilibre du système de retraites est très sensible aux prévisions de croissance de la productivité à long terme. Selon les calculs gouvernementaux, 0,3 point de croissance annuelle de la productivité en moins par rapport au scénario de référence se traduit par une hausse d'1 point de la part des retraites dans le PIB et un déficit public accru de 0,5 % à long terme (Chancel *et al.* 2013). Et une variation du taux de chômage démultiplie cet effet.

Un tel ralentissement des gains productivité doit donc être compensé par une hausse du taux de cotisation moyen, ou par l'augmentation de la durée effective de cotisation, ou encore par une baisse des pensions des retraités par rapport aux revenus des actifs. La baisse du chômage constitue aussi – évidemment – un levier.

Ces options peuvent être ou non mixées, et à chacune ses défauts : l'allongement de la durée de cotisation se heurte à la capacité du système à prendre en compte la pénibilité de certains parcours ou le fait que, si la durée de vie continue à augmenter, la durée de vie en bonne santé stagne (voire décroît) dans de nombreux pays industrialisés (Jagger *et al.*, 2008). La hausse du taux de cotisation réduit le niveau de vie relatif des actifs et renchérit le coût du travail. La baisse des revenus des retraités par rapport à celui des actifs pose également une question d'équité entre générations.

112. Ou grâce à une nouvelle répartition capital – travail plus en faveur de ce dernier.

4.2 Croissance faible et systèmes de santé

Ces cinquante dernières années ont été marquées par un accroissement des dépenses de santé supérieur au revenu : entre 1960 et 2006, elles ont augmenté de 7,3 points de pourcentage en part totale du revenu en France. On observe des évolutions similaires en Allemagne, au Royaume-Uni, en Suisse, aux États-Unis et au Japon (figure 3.13).

Figure 3.14. Part des dépenses totales de santé dans le PIB (1960-2006)

Pays	1960	2006	Variation
France	3,8	11,1	+7,3
Allemagne*	6	10,6	+4,6
Royaume-Uni	3,9	8,4	+4,5
Suisse	4,9	11,3	+6,4
États-Unis	5,1	15,3	+10,2
Japon**	3	8,2	+5,2

Source : Dormont (2009).

En France, en prolongeant les tendances en matière de croissance du revenu et du secteur de la santé, ce dernier représenterait un quart de l'économie en 2050. Avec un point de croissance en moins, la santé représenterait dix points de plus, soit plus d'un tiers des dépenses totales. Dans les pays qui ont décidé de gérer en grande partie le secteur de la santé collectivement notamment pour des raisons d'équité, l'augmentation de son « poids » dans le PIB pose la question de son financement à long terme. Est-il souhaitable d'avoir des dépenses de santé aussi importantes ? Et un tel niveau permet-il de garantir un équilibre comptable ?

Pour répondre à la première question, il faut revenir sur les raisons de l'augmentation des dépenses au cours des cinquante dernières années. La hausse des dépenses de santé est principalement due au progrès médical, permettant des traitements de meilleure qualité qui bénéficient à toutes les tranches d'âge. Cette hausse ne s'explique donc pas principalement par des dépenses liées au vieillissement et qui seraient « contraintes ». Si la croissance de certaines dépenses n'est pas positive – par exemple dans le secteur des antidépresseurs –, elle a en général généré d'importants gains en matière d'allongement de la vie et, de bien-être. Néanmoins, certaines études ont montré que la durée de vie en bonne santé stagne depuis une dizaine d'années, malgré la hausse continue des dépenses (Jagger *et al.*, 2008). Le débat sur le caractère souhaitable ou non de la hausse des dépenses reste donc ouvert, mais il reste à l'évidence de

nombreux nouveaux traitements à développer (maladie d'Alzheimer, cancers, etc.).

Comment concilier une croissance des dépenses de santé plus forte que la croissance du reste de l'économie ? Plusieurs options – qui ne s'excluent pas entre elles – sont possibles :

- La première consiste à accroître les taux de prélèvements. C'est ce qui a été fait historiquement en France : les taux de prélèvements obligatoires y ont crû pour maintenir le taux de remboursement des dépenses à un niveau constant depuis trois décennies (environ trois quart des dépenses sont remboursées).
- Une autre option consiste à dérembourser de plus en plus de dépenses et à compter sur le secteur privé pour les prendre en charge. Si c'est une solution pour l'équilibre financier du système public de santé, cela revient néanmoins à transférer le poids de la dépense sur les individus avec des implications fortes en matière d'équité, au détriment des plus modestes.
- Une troisième option consiste à accroître l'efficacité du système de santé : apporter le même service à moindre coût. Dans sa version faible, cette option consiste à décourager les soins jugés inutiles¹¹³. Dans sa version forte, l'efficacité du système de santé peut être améliorée en passant d'une logique curative à une logique préventive. Ce changement d'approche concerne aussi bien le milieu médical (médecine préventive) que la lutte contre le stress et la pénibilité physique au travail ou l'exposition aux substances toxiques, la promotion d'une alimentation équilibrée, etc. Il est extrêmement difficile de mesurer ex ante l'impact de telles évolutions.

Pour résumer, la croissance faible rend plus nécessaires et plus difficiles les réformes de la protection sociale. Les systèmes de retraite par répartition, qui doivent faire face dans de nombreux pays à des chocs démographiques tels que le « papy-boom », ont besoin soit de croissance soit de réformes pour assurer leur financement : hausse des cotisations sur le travail, baisse des pensions des retraités par rapport aux actifs, allongement de la durée du travail. Pour les systèmes de santé publics, en croissance comme les systèmes privés, la croissance faible du reste de l'économie impose une hausse des prélèvements obligatoires en proportion du PIB, ou des réformes plus ou moins profondes (par exemple par le passage d'une médecine curative à une médecine préventive ou encore

¹¹³. En France, à l'heure actuelle, certains médicaments jugés inefficaces continuent à être remboursés à un taux faible – mais non nul – de 15 %, et les assurances continuent à couvrir des dépassements d'honoraires excessifs pour ne pas risquer des perdre des clients.

Encadré 3.2

Croissance faible, inégalités et système de santé

Un moyen d'accroître les performances d'un pays en matière de santé indépendamment du niveau de croissance ou du mode de financement de ce système semble être la réduction des inégalités de revenu. Pour Wilkinson et Pickett (2009), au sein des pays riches, ni le niveau de revenu, ni le niveau de croissance du PIB, ne sont pas associées à un niveau de performance du système de santé.

À l'inverse, le niveau des inégalités de revenu est lui fortement corrélé aux performances en matière d'espérance de vie, de dépressions ou encore d'obésité. Une des explications tient au fait que le stress contribue à expliquer l'occurrence de ces problèmes. Or le niveau de stress serait étroitement lié au niveau d'inégalités économiques. Il est par ailleurs intéressant de noter que dans les sociétés inégalitaires, l'espérance de vie des plus riches est elle aussi plus faible que dans les sociétés égalitaires.

La figure 3.14 présente les liens entre les taux de croissance moyens depuis 40 ans dans 21 pays de l'OCDE et un index de performance en matière de santé publique¹. Plus la valeur de l'index est forte, plus le degré des problèmes est élevé. On obtient un graphique similaire à celui de gauche si au lieu du taux de croissance moyen on s'intéresse au lien entre santé et richesse globale du pays.

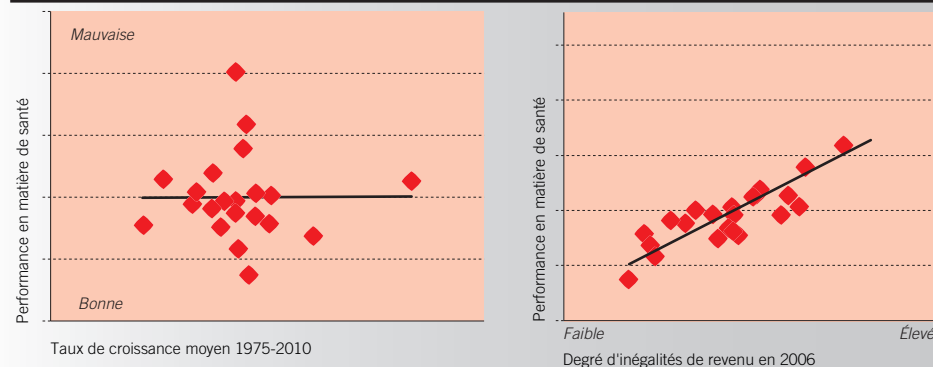
Chaque losange bleu représente un pays de l'OCDE. L'indicateur représente les performances en matière de santé en 2006. Plus la valeur de l'indicateur est élevée, plus la performance en matière de santé est faible.

Du point de vue de la politique publique dans une économie post-croissance, ces travaux constituent à la fois une bonne et une mauvaise nouvelle. C'est une bonne nouvelle car les performances du système de soins ne semblent pas être corrélées au niveau de croissance d'un pays² ; mais elles sont fortement reliées aux inégalités. C'est une mauvaise nouvelle car nous avons montré que les inégalités tendent à s'accroître dans un monde de croissance faible. Il existe cependant des moyens de limiter cet accroissement.

1. Cet index prend notamment en compte l'espérance de vie, le taux de mortalité infantile, d'obésité (voir Wilkinson *et al.* (2009). Sur chacune de ces dimensions prise séparément il y a également une forte corrélation avec degré d'inégalité des pays et il n'y a pas de relation avec le niveau de revenu ou les taux de croissance moyens, que ce soit dans un passé récent ou lointain.

2. Notons néanmoins qu'aucun des pays étudiés n'enregistre un taux de croissance annuel moyen du revenu par habitant inférieur à 0,9 % - en Suisse. Dans ce pays, l'indicateur de performance demeure toutefois à la moyenne.

Figure 3.15. Santé, croissance et inégalités



Note: Chaque losange correspond à un pays de l'OCDE.

en réduisant le stress à la source, via la réduction des inégalités).

La croissance faible rend aussi les réformes plus compliquées. Il est plus aisé d'accepter une baisse des pensions *par rapport* aux actifs quand sa pension de retraite continue à augmenter substantiellement. Ou de payer plus d'impôts pour financer un service public comme celui de la santé quand on peut par ailleurs consommer toujours plus d'autres biens et services. La croissance faible, c'est un gâteau qui grossit moins vite qu'avant, ce qui rend d'autant plus difficile de modifier la répartition, la taille de la part qui va à telle personne ou à telle autre, la taille de la part qui va à la consommation,

de tablettes numériques, de loisirs, ou à la santé¹¹⁴.

La croissance faible rend plus nécessaires et plus difficiles les réformes de la protection sociale : moins de croissance, c'est plus de politique. Faut-il alors chercher dans la croissance faible actuelle la cause des difficultés de nombreux gouvernements à faire accepter des augmentations d'impôts

114. Cela reste vrai dans les systèmes privés de protection sociale, sauf qu'au lieu de gérer collectivement cette « schizophrénie », elle est gérée individuellement. Chacun doit choisir entre son revenu aujourd'hui et sa pension, entre les loisirs et la santé. Dans les systèmes publics, cette schizophrénie est « gérée » collectivement... notamment via le débat sur l'impôt.

ou des réformes de leurs systèmes de protection sociale ? Peut être. Peut-on changer la répartition d'un gâteau qui grandit moins ? Comment faciliter ce changement malgré la croissance faible ? Il y a des options sur la table : une fiscalité plus lisible, voire plus progressive, et des prestations collectives de meilleure qualité, dans un processus de

réforme ou d'adaptation permanent, afin d'assurer la légitimité des prélèvements et de leur usage. Le désamour semble toutefois grandir dans de nombreux pays entre les citoyens, leur fiscalité et leurs prestations collectives. Une croissance plus faible accroît ces tensions.

5. CONCLUSION DU CHAPITRE III

Peut-on « faire société » dans un monde de croissance faible ? Nous nous sommes demandés dans ce chapitre si la focalisation du discours politique sur la croissance, présentée comme solution aux problèmes économiques et sociaux, à court comme à long termes, à droite comme à gauche de l'échiquier politique, relevait d'un mythe ou reposait sur des mécanismes bien établis par les sciences sociales. Il s'agit ainsi de se demander si une société évoluant dans un contexte de croissance faible est condamnée à régresser économiquement et socialement, ou non.

Pour cela, nous avons effectué une revue de littérature des liens entretenus par la croissance et quatre objectifs de la politique publique : le bien-être déclaré, l'emploi, la réduction des inégalités de revenus et le niveau de protection sociale. Si le chômage, la protection sociale et les inégalités économiques reviennent régulièrement en tête des priorités de politique économique des enquêtes d'opinion, notons qu'il s'agit là d'une liste non exhaustive, qui a vocation à être élargie en fonction des priorités de chacun et qui appelle donc à d'autres recherches.

Il ressort de ce chapitre qu'au-delà d'un certain niveau de richesse nationale, *dépassé dans les pays de l'Union européenne*, la croissance ne détermine pas le niveau de bien-être. En effet, dans le temps long, celui-ci dépendrait davantage du degré d'inégalités que du revenu. À court terme en revanche, l'évolution de la croissance du PIB est liée à l'évolution du chômage, et par cet intermédiaire aux variations du bonheur déclaré.

Concernant le chômage, faut-il de la croissance pour faire de l'emploi ? À court terme, les deux sont liés, mais le sens de ce lien est sujet à controverses : difficile de savoir qui de la « poule de l'emploi » ou de « l'œuf de la croissance » vient en premier. Pour des économistes d'origines diverses, ce sont d'ailleurs les politiques d'emploi au sens large (soutien à la demande en temps de crise, positionnement sur les marchés internationaux, réforme du

marché du travail, emplois publics, voire RTT, etc.) qui génèrent de la croissance, plutôt que l'inverse. Si la transition vers un régime de plus faible croissance peut accroître le taux de chômage pendant un temps, cet effet est controversé et, sur le temps long, on n'observe aucun lien entre taux de croissance et taux de chômage.

Certain décroissants soulignent par ailleurs qu'une baisse *volontaire* des consommations et donc de la croissance, alors même que la productivité augmente, appelle à une réduction du temps de travail afin d'éviter l'explosion du chômage. Celle-ci s'accompagne alors d'une baisse des revenus, qui doit être assumée ainsi. Notons néanmoins que la RTT apparaît alors davantage comme un moyen de réaliser cette baisse *volontaire* que comme la réponse au problème du chômage.

La revue de la littérature effectuée fait apparaître l'absence de liens de cause à effet entre croissance d'une part, bonheur et emploi d'autre part. La croissance n'est pas nécessaire à l'atteinte de ces objectifs, qui peuvent et doivent être « réglés » en tant que tels, par des politiques de l'emploi efficaces ou la baisse des inégalités. En revanche, les liens entre croissance, inégalités de long terme ou protection sociale sont beaucoup plus ténus.

En matière d'inégalités, la croissance faible a tendance à accroître les inégalités entre travailleurs et « rentiers » sur le long terme, alors même qu'elle apparaît comme un déterminant clé du bonheur déclaré ou encore de l'efficacité des systèmes de santé. En matière de protection sociale, la croissance faible implique de faire plus de réformes et d'arbitrages, plus difficiles par ailleurs, afin de garantir un certain niveau de soin ou de retraites. Mais, que ce soit en matière de réduction d'inégalité ou de protection sociale, la croissance faible n'empêche pas leur réalisation : elle la rend en revanche plus difficile politiquement.

Nous avons donc montré que les liens entre croissance et prospérité sont beaucoup moins forts qu'on peut généralement le penser. Ceci constitue une bonne nouvelle pour les acteurs publics, qui peinent à retrouver la croissance depuis plusieurs

décennies. D'autres outils, comme la réduction des inégalités ou les politique de l'emploi, doivent prendre le relais de « l'objectif croissance » dans les discours politiques et – c'est peut-être déjà le cas – dans la pratique des politiques publiques mises en œuvre. Pas besoin d'attendre la croissance pour prospérer, travaillons à cette prospérité.

Néanmoins, nous montrons également qu'une croissance plus faible complique la réduction des inégalités, alors même que celle-ci apparaît comme essentielle au bonheur déclaré ou à l'efficacité des systèmes de santé. Une société de croissance faible doit donc redoubler d'efforts en matière de redistribution ou d'accès aux services essentiels tels que l'éducation, la santé ou les retraites. De même, la croissance faible rend d'autant plus nécessaire la réforme des systèmes de protection sociale, afin de garantir leur financement.

Mais, que ce soit pour réduire les inégalités ou réformer la protection sociale, le contexte de croissance faible est un puissant frein politique.

Le gâteau ne grandissant plus aussi vite qu'avant, il est difficile de modifier la répartition, entre travailleurs et rentiers, actifs et inactifs, ou d'arbitrer – individuellement et collectivement – entre par exemple des services de santé (et donc des impôts quand les systèmes de soins sont publics) ou des écrans plasma. Un régime de croissance plus faible impose donc davantage d'arbitrages et, *in fine*, davantage de politique.

Rappelons pour finir ce que nous esquissions plus haut : il ressort de l'analyse que ce n'est pas tant le taux de croissance d'une société qui importe en matière de prospérité, mais le régime économique et social qui génère plus ou moins de prospérité. Le niveau et la croissance du PIB ne sont que le résultat de ce « régime ». Cette conclusion pourra paraître triviale pour certains, elle n'en est pas moins fondamentale. Le « détour » par la croissance du PIB, opéré dans de nombreux discours politiques, semble à bien des égards inutile et – après des décennies de croissance faible – désuet. ■

CONCLUSION

Le rapport « Une société post-croissance pour le XXI^e siècle » traite de deux questions : la croissance économique a-t-elle un avenir dans les pays développés ? Une société peut-elle prospérer dans un contexte de croissance faible ou stagnante ? Pour répondre à ces questions, nous avons étudié la littérature académique en économie, organisé des séminaires réunissant des praticiens, politiques et experts¹¹⁵ et procédé à un exercice de modélisation pour étudier dans le détail les liens entre la problématique énergie-climat et l'économie.

La croissance a-t-elle un avenir dans les pays développés ?

La croissance supérieure à 1 % par an est un phénomène récent dans l'histoire de l'humanité, et les taux observés après la Seconde Guerre mondiale en Europe notamment constituent eux-mêmes une exception. La croissance est le résultat de mécanismes complexes pouvant être liés à des facteurs comme la composition de l'économie (tertiarisation), la diffusion de nouvelles technologies avec un fort potentiel transformateur, l'énergie ou encore le compromis social. Force est de constater que les économistes sont bien incapables de faire des prévisions robustes sur plusieurs décennies.

La croissance économique est en baisse depuis quarante ans dans la plupart des pays riches, et la situation de croissance faible pourrait bien perdurer, voire s'accroître. En effet, il n'est pas inenvisageable que les nouvelles technologies d'aujourd'hui soient moins « radicales » que celles qui ont impulsé les révolutions industrielles, ou que le processus de tertiarisation à l'œuvre dans les pays

industrialisés ralentisse durablement les gains de productivité, en particulier dans les pays qui font le choix de modèles de développement reposant sur l'éducation, la santé, la prise en charge des personnes âgées, et plus généralement sur des services à fort contenu « relationnel ».

Il faut ajouter à cela le défi de la raréfaction des ressources énergétiques et de la réduction des émissions mondiales de gaz à effet de serre. Là encore, les controverses sont nombreuses. Si pour certains la décroissance économique est inéluctable, pour d'autres ces défis environnementaux constituent une réelle opportunité pour relancer la croissance, et initier une nouvelle révolution industrielle. Comme nous l'avons vu, l'état des ressources naturelles est parfois inquiétant. Néanmoins, pour savoir quel pourrait être l'impact macroéconomique de la raréfaction des ressources énergétiques ou de la réduction des émissions, il faut avoir recours à un modèle économie-énergie-climat comme celui du CIREC que nous utilisons. Il en ressort que si les hypothèses les plus pessimistes se confirment (sur les ressources énergétiques, l'évolution du coût des technologies bas carbone ou des modes de vie), l'impact macroéconomique peut être de l'ordre de plusieurs dixièmes de point de croissance annuelle en moins pendant la transition, dans les vingt prochaines années. Si la croissance est par ailleurs déjà faible, c'est très substantiel. Notons que notre exercice de modélisation ne prend pas en compte l'impact économique de politiques environnementales allant au-delà de la dimension « énergie-climat », comme la protection de la biodiversité.

Il existe donc une incertitude « radicale » sur l'avenir de la croissance économique. Les choix politiques que nous prendrons et les technologies que nous inventerons demain demeurent incertains. Cela ouvre par conséquent une large gamme

115. Les enseignements de ce rapport découlent en partie des séminaires « croissance et prospérité » organisés par l'Iddri en partenariat avec l'OFCE, le CIREC, la FNH et l'Institut Veblen.

de futurs économiques possibles avec autant de résultats en matière de croissance. Et l'hypothèse d'une croissance faible, oscillant péniblement autour de 1 %, d'une stagnation ou pire, ne peut être écartée.

Peut-on prospérer sans croissance ?

Dans les discours politiques, croissance et prospérité sont souvent synonymes. Pour autant, il ressort de ce rapport que s'adapter à des taux de croissance très faibles n'impose pas de renoncer aux objectifs poursuivis par les puissances publiques en matière d'emploi, de réduction des inégalités économiques, de protection sociale ou encore de bonheur déclaré.

Les liens entre croissance et prospérité sont beaucoup moins forts qu'on peut généralement le penser. Ainsi, il n'y a plus de corrélation entre bonheur déclaré et croissance de long terme dans les pays les plus riches, pas plus qu'entre emploi et croissance de long terme. Emploi et croissance apparaissent très corrélés à court terme, mais pour de nombreux économistes, c'est moins la croissance qui tire l'emploi que le retour de l'emploi qui ramène la croissance : pas besoin de croissance pour faire de l'emploi donc, mais plutôt un besoin tautologique de « politiques de l'emploi » (marché du travail, stratégie industrielle, politique salariale, emplois publics, etc.). De même, si bonheur et croissance sont bien corrélés à court terme, cela passe essentiellement par l'emploi : ce ne serait pas tant de croissance mais d'emploi dont les gens ont besoin pour être heureux..

En revanche, les liens entre croissance, inégalités de long terme ou protection sociale sont beaucoup plus présents. Une croissance plus faible creuse les inégalités de revenus sur le long terme, alors même que celle-ci apparaît comme essentielle au bonheur déclaré ou à l'efficacité des systèmes de santé. Une société de croissance faible doit donc redoubler d'efforts en matière de redistribution.

De même, nous observons que la croissance faible complique les arbitrages à réaliser pour assurer le financement des systèmes de retraite par répartition : sans croissance, il faut d'autant plus augmenter les prélèvements et/ou travailler plus longtemps et/ou baisser *relativement* les pensions. De même avec le secteur de la santé : sans croissance aussi forte du reste de l'économie, il faut d'autant plus augmenter les prélèvements et/ou couper les dépenses et/ou réformer

en profondeur le système. Au final, sans la « bulle d'air » de la croissance, il faut d'avantage réformer, faire davantage de politique.

Malheureusement, que ce soit pour réduire les inégalités ou réformer la protection sociale, le contexte de croissance faible est un puissant frein politique. Le gâteau ne grandissant plus aussi vite qu'avant, il est intuitivement plus difficile de modifier la répartition entre travailleurs et rentiers, actifs et inactifs, ou d'arbitrer collectivement entre des services de santé publics et de la consommation privée. Un régime de croissance plus faible impose donc davantage d'arbitrages et rend ces arbitrages encore plus délicats politiquement.

Rappelons pour finir ce que nous esquissions plus haut. Il ressort de l'analyse que ce n'est pas tant le taux de croissance de l'économie d'une société qui importe en matière de prospérité, mais plutôt les choix individuels et collectifs que nous effectuons : adopter ou non un modèle de développement reposant sur des services « relationnels », atteindre ou non nos objectifs climatiques. De ces choix résultent différents niveaux de prospérité et de croissance économique. Le niveau et la croissance du PIB sont avant tout le résultat de ces choix de trajectoires de développement ; ils ne déterminent pas la prospérité des pays industrialisés. Cette conclusion pourra paraître triviale pour certains, elle n'en est pas moins fondamentale. Le « détour » par la croissance du PIB pour atteindre la prospérité, opéré dans de nombreux discours politiques, semble à bien des égards inutile et – après des décennies de croissance faible – désuet¹¹⁶.

Il est temps aujourd'hui pour les responsables politiques de porter un nouveau regard sur la croissance, d'accepter l'incertitude radicale qui pèse sur elle et de construire d'abord une narration positive de l'avenir sans faire référence à la croissance, ensuite une société qui s'en émancipe concrètement : une société post-croissance. Nous espérons leur avoir donné quelques éléments de réflexion pour redevenir audibles auprès de la génération post-Trente Glorieuses. Nous espérons par ailleurs avoir incité les chercheurs à approfondir les questions laissées en suspens : une macroéconomie post-croissance reste à construire. ■

116. Il est fait dans les discours, est-il fait dans la réalité ?

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références du Chapitre 1 La croissance économique : retour vers le futur

Abdulnasser, H.J. et G.S. Uddin (2012). "Is the causal nexus of energy utilization and economic growth asymmetric in the US?". *Economic Systems*, Elsevier, vol. 36(3), pages 461-469.

Acemoglu, D. (2004). *Recent Developments in Growth Theory*. Edward Elgar Publishing.

Acemoglu, D., Aghion, P., Bursztyn, L. et D. Hemous (2009). "The Environment and Directed Technical Change", *American Economic Review*, American Economic Association, vol. 102(1): 131-66, February.

Aghion, P., G. Cette, É. Cohen et J. Pisani-Ferry (2007). « Les leviers de la croissance française ». Rapport du CAE, n° 72, La Documentation française.

Aghion, P. et P. Howitt (1998). *Endogenous growth theory*. The MIT Press, Cambridge.

Arndt, H.W. (1978). *The Rise and Fall of Economic Growth: A Study in Contemporary Thought*. Longman Cheshire, Melbourne.

Atkinson, A. et T. Piketty (2007). *Top Incomes over the Twentieth Century: A Contrast between Continental European and English-Speaking Countries (Volume 1)*. Oxford University Press.

Ayres, R. et B. Warr (2009). *The Economic Growth Engine*. Edward Elgar Publishing.

Algan, Y. et P. Cahuc (2010). "Inherited Trust and Growth". *American Economic Review*, Vol. 100.

Baumol, W. et W. Bowen (1966). *Performing Arts: The Economic Dilemma; a Study of Problems Common to Theater, Opera, Music, and Dance*. New York: The Twentieth Century Fund.

Boyer, R. (2002). *La croissance, début de siècle ; de l'octet au gène*. Albin Michel.

Boyer, R. (2004). *Théorie de la régulation. Les fondamentaux*. La Découverte. Paris.

Blinder, A. et W. Baumol (1993). *Economics: Principles and Policy*. Harcourt Brace Jovanovich, San Diego.

Bloom, D., Canning, D. et G. Fink (2011). "Implications of Population Aging for Economic Growth". PGDA Working Paper. Harvard University. Cambridge.

Camara, A. (2013). « Croissance économique et impact environnemental : le découplage est-il possible ? Les cas des émissions du CO² et du SO² ». *Cahiers de l'Association Tiers Monde* n°28-2013.

Cohen, D. (2006). *Trois leçons sur la société post-industrielle*. Le Seuil. Paris.

Cohn, A., Fehr, E. et L. Goette (2011). "Fairness and Effort Evidence from a field experiment". IZA working paper.

Conseil économique pour le développement durable (2009). « Taxe carbone : recyclage des recettes et double dividende ».

Conference Board, 2013. Total Economy Database, <http://www.conference-board.org/data/economydatabase/>

Cornilleau, G. (2006). « Croissance économique et bien-être ». Presses de Sciences Po, *Revue de l'OFCE*, 2006/1 - no96.

Cowen, T. (2011). *The Great Stagnation. How America ate all the low-hanging fruit of modern history, got sick and will (eventually) feel better*. Dutton.

Crassous, R. (2008). « Modéliser le long terme dans un monde de second rang : application aux politiques climatiques ». Thèse de doctorat. Centre international de recherche sur l'environnement et le développement.

Debonneuil, M. (2009). « L'économie quaternaire : une croissance durable à construire ». Rapport à la secrétaire d'État chargée de la Prospective et du Développement de l'économie numérique.

Demmou, L. (2010). « La désindustrialisation en France ». Direction générale du Trésor, France.

Easterlin, R. (1974). "Does Economic Growth Improve the Human Lot?" In Paul A. David and Melvin W. Reder, eds., *Nations and Households in Economic Growth: Essays in Honor of Moses Abramovitz*, New York: Academic Press, Inc.

- Easterly, W. (2001). *The Elusive Quest for Growth: Economists' Adventures and Misadventures in the Tropics*, MIT Press, Cambridge.
- Equest, H. (2004). "The Swedish ICT Miracle: Myth or reality", SSE/EFI n° 556.
- Esping-Andersen, G. (1990). *The Three Worlds of Welfare Capitalism*. Cambridge: Polity Press & Princeton: Princeton University Press.
- Forbes, R.J. (1958). "Power to 1850", in *A History of technology: the industrial revolution 1750-1850*. Oxford University Press.
- Gadrey, J. (2012). *Adieu à la croissance*. Les Petits Matins. Paris.
- Galor, O. (2011). *Unified growth theory*. Princeton University Press.
- Giraud, P.-N. (1996). *L'inégalité du monde. Économie du monde contemporain*. Folio, Paris
- Gomez-Salvador, R., Musso, A., Stocker, M. et J. Turunen (2006). "Labour productivity developments in the Euro area". *Occasional paper series* N° 53. European Central Bank. Frankfurt.
- Gordon, R. (1990). "The measurement of Durable Goods Prices". NBER.
- Gordon R. (2000). "Interpreting the «One Big Wave» in U.S. Long-Term Productivity Growth". NBER Working Paper No. 7752.
- Gordon, R. (2012). "Is U.S. economic growth over? Faltering innovation confronts The six headwinds". NBER Working Paper Series.
- Gordon, R. (2013). "US Productivity Growth: The Slowdown Has Returned After a Temporary Revival". Spring Issue International Productivity Monitor.
- Hamilton J. (2005). "Oil and the Macroeconomy". University of California. Prepared for: Palgrave Dictionary of Economics
- Helm, D. (2008). "Climate-change policy: why has so little been achieved?". *Oxford Review of Economic Policy* 24(20): 211-238.
- Jackson, T. (2009). "Prosperity without growth? The transition to a sustainable economy". Report of the UK Sustainable Development Commission.
- Jacobs, M. (2012). "Green Growth: Economic Theory and Political Discourse". Center for Climate Change Economics and Policy, working paper 108. Grantham Research Institute on Climate Change and the environment, working paper 92.
- Jevons, S. (1865). *The Coal Question: An Inquiry Concerning the Progress of the Nation, and the Probable Exhaustion of Our Coal Mines*.
- Jorgenson D., Ho, M. et K. Stiroh (2006). "Potential Growth of the U.S. Economy: Will the Productivity Resurgence Continue?". *Business Economics*, Palgrave Macmillan, vol. 41(1), pages 7-16, January.
- Jorgenson, Dale W., Mun S. Ho et Kevin J. Stiroh (2008). "A Retrospective Look at the U.S. Productivity Growth Resurgence". *Journal of Economic Perspectives* 22(1):3-24.
- Krugman, P. (1992). *The Age of Diminished Expectations: US Economic Policy in the 1980s*. MIT Press, Cambridge.
- Stiglitz, J., A. Sen et J-P Fitoussi (2009). « Rapport de la Commission sur les mesures des performances économiques et du progrès social ». Paris.
- Latouche, S. (2006). *Le Pari de la décroissance*. Fayard.
- McKinsey (2011). *Resource Revolution, Meeting the world's energy, material, food and water needs*, McKinsey Global Institute
- Maddison, A. (2001). "The World Economy: A Millennial Perspective". Paris: OECD.
- Maloney W. et D. Lederman (2004). "R&D and Development". Latin American Meetings 216, Econometric Society.
- Mankiw, G. (2011). *Principles of Economics*. Cengage Learning, Sixth Edition.
- North, D. (1990). *Institutions, institutional change and economic performance*. Cambridge University Press.
- OCDE (2003). "Productivity Growth in Service Industries: an assessment of recent patterns and the rôle of measurement". OECD Science, Technology and Industry Working Papers 2003/07.
- OCDE (2011). "Panorama des pensions 2011. Les systèmes de retraites dans les pays de l'OCDE et du G20 ». OCDE. Paris.
- OCDE (2012). « Toujours Plus d'inégalités. Pourquoi les écarts de revenus se creusent ». OCDE. Paris.
- OCDE (2012b). "Looking to 2060: long term global growth prospects". OECD Economic Policy Papers. Paris.
- OCDE (2013). Base de données STAN. www.oecd.org
- Parienty, A. (2005). *Productivité, croissance, emploi : la France dans la compétition mondiale*. Armand Colin.
- Pasquier, J.-L. (2012). « L'empreinte carbone de la consommation des français : évolution de 1990 à 2007 ». SoES, Le point, n° 114.
- Perez, C. (2002). *Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages*. Edward Elgar, UK.
- Piketty, T. (2013). *Le capital au XXI^e siècle*. Le Seuil. Paris.
- Polanyi, K. (1944). *The Great Transformation*.
- Pomeranz, K. (2000). *The Great Divergence: China, Europe and the Making of the Modern World Economy*. Princeton University Press, Princeton.
- Rifkin, J. (2012). *La troisième révolution industrielle*. Éditions Les liens qui libèrent.
- Rodrick, D. (1997). "Has Globalization Gone Too Far?". Institute for International Economics.
- Rostow, W. (1960). *The Stages of Economic Growth: A Non-Communist Manifesto*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sauvy, A. (1980). *La Machine et le Chômage*. Dunod, Paris.
- Solow, R. (1957). "Technical Change and the Aggregate Production Function". *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 39.

Solow, R. (1987). "We'd better watch out". *The New York Times Book Review*, July 12.

Spencer, T. Chancel, L. et E. Guérin (2012). "Exiting the crisis in the right direction. A sustainable and shared prosperity plan for Europe". Iddri, *Working Paper Series* 09/2012.

Stern, N. (2007). *The Economics of Climate Change-The Stern Review*. Cabinet Office - HM Treasury.

Stern, N. et J. Rydge (2012). "The New Energy-Industrial Revolution and an International Agreement on Climate Change". *Economics of Energy and Environmental Policy*, Volume 1: 1-19.

Stiglitz, J. (2013). *The price of inequality: how today's divided society endangers our future*. W. W. Norton & Company.

TEEB (2010). *L'Économie des écosystèmes et de la biodiversité: intégration de l'économie de la nature*.

TED (2013). Total Economy Database. The Conference Board.

Wagener, H.-J. (2009). "Why Europe? On comparative long-term growth". *The European Journal of Comparative Economics*, vol. 6.

Wilkinson, R. et K. Pickett (2009). *The Spirit Level: why equality is always better for everyone*. Allen Lane.

Wrigley, E.A. (1988). *Continuity, Chance & Change: The character of the Industrial Revolution in England*. Cambridge, Cambridge University Press.

Références du Chapitre 2 - partie A - Évaluer les stocks de ressources

4D (2013). « L'infini dans un monde fini : quelles transitions politique, économique et sociale face à la limitation des ressources aux différentes échelles d'action ? ». Rapport de l'association 4D (Dossiers et débats pour le développement durable), Paris.

AIE (2011). *World Energy Outlook 2011*. Statistical Tables. Agence internationale de l'énergie (AIE). Paris.

Banque mondiale (2013). Base de données en ligne sur les ressources en eau. data.worldbank.org

BP (2011). BP Statistical Review. British Petroleum (BP). London.

Capus, G. (2007). « Que savons-nous des ressources mondiales d'uranium ? ». Clefs CEA, n°55.

Cassman, K.G. (1999). "Ecological intensification of cereal production systems: Yield potential, soil quality, and precision agriculture". *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)* 96: 5952-5959.

CGSP (2013). « Les approvisionnements en métaux critiques ». Présentation du Commissariat général à la stratégie et à la prospective (CGSP) du mercredi 10 juillet, disponible en ligne.

EC (2013). *Water Scarcity. Facts sheet*. European Commission (EC). Brussels.

EIA (2005). *International Energy Annual*. US Energy Information Administration (EIA). Washington, D.C.

EIA (2013). "Technically recoverable shale oil and shale gas resources: an assessment of 137 shale formations in 41 countries outside the USA". US Energy Information Administration Report. Washington, D.C.

FAO (2011). *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture*. Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO). Roma.

Grossling, B. (1981). *World coal resources*. Financial Times Business information. London.

IAEA (2008). "Uranium 2007: Resources, Production and Demand". A Joint Report by the OECD Nuclear Energy Agency and the International Atomic Energy Agency (IAEA).

IAEA (2011). "Uranium 2011: resources, production and demand". A Joint Report by the OECD Nuclear Energy Agency and the International Atomic Energy Agency (IAEA).

Krausmann, F. et al. (2009). "Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century". *Ecological Economics* 68(10), 2696-2705.

Olesen, J. et M. Bindi (2002). "Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy". *European Journal of Agronomy* 16(4).

Pourrouchotamin, P., Barbier, C., Chancel, L. et M. Colombier (2013). « Nouvelles représentations des consommations d'énergie ». *Cahiers du CLIP* n°22. Iddri. Paris

Schaffartzik, A. et al. (2013). *The Global Metabolic Transition: Regional Patterns and Trends of Global Material Use, 1950-2010*. Institute of Social Ecology, Vienna, in preparation.

Schiklomanov, A. (1998). *World Water Resources. A new appraisal and assessment for the 21st century*. UNESCO. Paris.

Sukhdev, P. (2010). *L'Économie des écosystèmes et de la biodiversité: intégration de l'économie de la nature*. Routledge.

USGS (2010). "Mineral Commodity Summaries 2010". United States Geological Survey, Reston (Virginia, USA), <http://minerals.usgs.gov/minerals/>

Von Witzke, H. et S. Noleppa (2010). "EU agricultural production and trade: can more efficiency prevent increasing "land-grabbing" outside Europe?". Joint report of the AgriPol network and the Humboldt University. Berlin.

WWAP (2012). "Managing Water Under Uncertainty and Risk". Report of the World Water Assessment Programme of the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris.

Références du Chapitre 2, partie B - Énergie, climat et croissance : un exercice de modélisation

Acemoglu, D., Aghion, P., Bursztyn, L. et D. Hemous (2009). "The Environment and Directed Technical Change", *American Economic Review*, American Economic Association, vol. 102(1): 131-66, February.

Breiman, L., Freidman, J.H., Olshen, R.A. et C.J. Stone (1984). *Classification and Regression Trees*. Wadsworth.

EEA (2013). "Annual European Union greenhouse gas inventory 1990-2011 and inventory report 2013". Technical report n°8/2013, European Environmental Agency (EEA).

Ehrlich, P. et J.P. Holdren (1971). "Impact of population growth". *Science* 171:1212-1217.

Hamilton, J.D. (2008). "Oil and the Macroeconomy". *The New Palgrave Dictionary of Economics*.

Hogan W.W et A.S. Manne (1977). "Energy-Economy Interactions: The Fable of the Elephant and the Rabbit? ", in C.J. Hitch (Ed), *Modeling Energy-Economy Interactions: Five Approaches*: 247-277. Resources for the Future, Washington D.C.

Hourcade, J.-C., Jaccard, M., Bataille, C et F. Ghersi (2006). "Hybrid Modeling: New Answers to Old Challenges". In: "Hybrid Modeling of Energy-Environment Policies: reconciling Bottom-up and Top-down". *The Energy Journal* (Special Issue 2): 1-12.

PwC (2012). "Too late for two degrees? Low carbon economy index 2012". Étude de Price Waterhouse Coopers (PwC).

Rogelj, J. et al. (2011). "Emission pathways consistent with a 2C global temperature limit". *Nature Climate Change* 1: 413-418.

Références du Chapitre 3 - Peut-on « faire société » dans un monde de croissance faible ?

BONHEUR

Blanchflower, D.G. (2008). "International evidence on well-being". IZA Discussion Paper No. 3354.

Brockmann, H., Delhey, J., Welzel, C. et Yuan, H. (2009). "The China Puzzle: Falling Happiness in a Rising Economy". *Journal of Happiness Studies*, 10: 387-405.

Card D., Mas, A., Moretti, E., Saez, E. (2012). "Inequality at Work: The Effect of Peer Salaries on Job Satisfaction". *American Economic Review*, American Economic Association, 102(6): 2981-3003.

Clark, A., Frijters, P. et M. Shields (2008). "Relative Income, Happiness and Utility: An Explanation for the Easterlin Paradox and Other Puzzles". *Journal of Economic Literature*, 46(1): 95-144.

Clark, A., Flèche, S. et C. Senik (2012). "The Great Happiness moderation". Working paper CEPREMAP PSE. Paris.

Deaton, A. (2008). "Income, Health and Well-Being around the World: Evidence from the Gallup World Poll". *Journal of Economic Perspectives*, 22, 53-72.

Di Tella, R. et R. MacCulloch (2008). "Gross National Happiness as an Answer to the Easterlin Paradox?". *Journal of Development Economics*, 86, 22-42.

Easterlin, R. (1974). "Does Economic Growth Improve the Human Lot? ", in Paul A. David et Melvin W. Reder, *Nations and Households in Economic Growth: Essays in Honor of Moses Abramovitz*, New York, Academic Press.

Easterlin, R. (1995). "Will raising the incomes of all increase the happiness of all?". *Journal of Economic Behaviour and Organization*, No. 27.

Easterlin, R.A. (2001). "Income and Happiness: Towards a Unified Theory". *Economic Journal*, 111:473 (July), 465-484.

Easterlin, R. (2005b). "Diminishing Marginal Utility of Income? Caveat Emptor". *Social Indicators Research* 70, 243-255.

Easterlin, R. et L. Angelescu (2007). "Modern Economic Growth and Quality of Life: Cross Sectional and Time Series Evidence". IEPR Working Paper No. 07.4.

Easterlin R. et L. Angelescu (2009). "Happiness and growth the world over: time series evidence on the Happiness-income paradox", IZA Discussion Paper No. 4060.

Easterlin R. et O. Sawangfa (2010). "Happiness and Growth: Does the Cross Section Predict Time Trends? Evidence from Developing Countries", in E. Diener, J. Helliwell, and D. Kahneman, eds. *International Differences in Well-Being*. Princeton, NJ., Princeton University Press, chapter 7, pp. 162-212.

EC European Commission (2013). Rapports annuels des sondages « Eurobaromètre ». Disponibles en ligne sur ec.europa.eu/public_opinion/index_fr.htm

Hagerty, M.R. et R. Veenhoven (2000). "Wealth and Happiness Revisited - Growing Wealth of nations does go with greater happiness". University of California-Davis, mimeo.

Helliwell, J.F. (2003). "How's Life? Combining Individual and National Variables to Explain Subjective Well-Being". *Economic Modelling*, 20, 331-360.

Inglehart, R., Foa, R., Peterson, C. et C. Welzel (2008). "Development, Freedom and Rising Happiness: A Global Perspective 1981-2007". *Perspectives on psychological science*.

Jackson, T. (2009). *Prosperity without growth ? The transition to a sustainable economy*. Report of the UK Sustainable Development Commission.

Kahneman, D. et A. Tversky (1979). "Prospect theory: an analysis of decisions under risk". *Econometrica*, 47, 2.

Kenny C. (2005). "Does development make you happy? Subjective well-being and economic growth in developing countries". *Social Indicators Research*, 73, 199-219.

Keynes, J.M. (1930). *Economic Possibilities for our grandchildren*. Essay. <http://www.econ.yale.edu/smith/econ116a/keynes1.pdf>

Lachaize, P. et J. Morel (2013). « Comprendre le PIB pour le remplacer selon les usages ». Rapport du Shift Project. Paris.

Layard, R. (2005). *Happiness: lessons from a new science*. Penguin, London, UK.

Layard R., Mayraz, G. et S. Nickell (2010). "Does Relative Income Matter? Are the Critics Right?" in E. Diener, J. F. Helliwell, and D. Kahneman (ed.), *International Differences in Well-Being*, Oxford University Press.

McBride, M. (2001). "Relative-income effects on subjective well-being in the cross-section". *Journal of Economic Behavior & Organization* 45.

Meda, D. (2013). *La mystique de la croissance*. Flammarion. Paris.

Plug, E. (1997). "Leyden Welfare and Beyond". Ph. D. Thesis, University of Amsterdam. Amsterdam.

Senik, C. (2005). "What Can we Learn from Subjective Data? The Case of Income and Well-Being". *Journal of Economic Surveys*, 19 (1), 43-63.

Senik, C. et A. Clark (2010). "Who Compares to Whom? The Anatomy of Income Comparisons in Europe", *The Economic Journal*, vol. 120, May.

Sénik, C. (2013). « Croissance et Bonheur ». Cours au collège de France, sous la direction de Roger Guesnerie. Paris.

Smith, A. (1776). *An inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. MetaLibri Digital Library <http://metalibri.incubadora.fapesp.br>

Stevenson B. et J. Wolfers (2008). "Economic Growth and Subjective Well-Being: Reassessing the Easterlin Paradox". *Brookings Papers on Economic Activity*, Economic Studies Program, The Brookings Institution, vol. 391 (Spring), pp. 1-102.

Van Stadt, H. et A. Kapteyn (1985). "The impact of changes in income and family composition on subjective measures of well-being", in: "Horizontal Equity, Uncertainty and Economic Well-Being" *Studies in Income and Wealth*, 50, 35-69

Veenhoven, R. et F. Vergunst (2013). "The Easterlin illusion: economic growth does go with greater happiness". *HERO working papers: Erasmus Happiness Economics Research Organization*, Vol. 2013, No. 2013/1.

Victor, P. (2008). *Managing Without Growth: Slower by Design, Not Disaster*. Edwar Elgar Publishing Ltd

EMPLOI

Aghion, P. et P. Howitt (1994). "Growth and Unemployment". *The Review of Economic Studies*, Vol. 61, No. 3.

Ball, L., Leigh, D. et P. Loungani (2013). "Okun's Law: Fit at Fifty?", *NBER Working Paper* No. 18668.

Blanchard, O. et J. Wolfers (2000). "The Role of Shocks and Institutions in the Rise of European Unemployment: The Aggregate Evidence". *The Economic Journal*, Vol. 110, No. 462, Conference Papers.

Blanchard, O. (1998). "Technological Change, productivity growth, and unemployment". Cours au Massachusetts Institute of Technology <http://economics.mit.edu/files/776>

BLS (2013). Bureau of Labour Statistics (US) data.bls.gov/timeseries/

Cahuc, P., Carcillo S. et A. Zylberberg (2014, à paraître). *Labor Economics*, 2nd Edition. MIT PRESS.

Conference Board (2013). Total Economy Database. www.conference-board.org/data/economydatabase

Davis, S. et J. Haltiwanger (1992). "Gross Job Creation, Gross Job Destruction, and Employment Reallocation". *The Quarterly Journal of Economics*, MIT Press, vol. 107(3): 819-63.

Dietz, M., Stops, M. et U. Walwei (2011). "Safeguarding jobs in times of crises – Lessons from the German

experience". ILO, Geneva http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---inst/documents/publication/wcms_192802.pdf

Dietz, R. et D. O'Neill (2013). "Enough Is Enough: Building a Sustainable Economy in a World of Finite Resources", Berrett-Koehler Publishers.

Duval, G. (2013). *Made in Germany. Le modèle allemand au-delà des mythes*. Le Seuil, Paris.

Gordon, R. (2010). "The Demise of Okun's Law and of Procyclical Fluctuations in Conventional and Unconventional Measures of Productivity", NBER Summer Institute, PRBB Research Meeting, Cambridge (MA).

Jackson, T. (2009). *Prosperity without growth? Economics for a finite planet*, Earthscan, Londres.

Lechevallier, S. (2011). *La grande transformation du capitalisme japonais (1980-2010)*. Paris, Les Presses de Sciences Po.

Meyer, B. et M. Tasci (2012). "An unstable Okun's Law, not the best rule of thumb". *Economic Commentary*, Federal Reserve Bank of Cleveland, issue June 7.

Mortensen, D. et C. Pissarides (1994). "Job creation and job destruction in the theory of unemployment". *Review of Economic Studies*, 61, 397-415.

NPR (2011). "Output came back, employment didn't". National Public Radio, cited by Ball *et al.* (2013).

OCDE (2013). Portail de statistiques en ligne de l'Organisation économique pour la coopération et le développement, stats.oecd.org

Okun, A. (1962). "Potential GNP: Its Measurement and Significance". Reprinted as Cowles Foundation Paper 190.

Stiglitz, J., Sen, A. et J.-P. Fitoussi (2009). « Rapport sur la mesure du progrès économique et social ». www.stiglitz-sen-fitoussi.fr

Victor, P. (2008). *Managing Without Growth: Slower by Design, Not Disaster*. Edwar Elgar Publishing Ltd.

INÉGALITÉS

Atkinson, A., Piketty, T. et E. Saez (2009). "Top Incomes in the long run History". *Journal of Economic Literature*. American Economic Association, vol. 49(1): 3-71, March.

Atkinson, T. (2013). Propos de T. Atkinson recueillis lors de la conférence ETUI, "ETUI Conference Cycle: The crisis and inequality". Conference Report of the European Trade Union Institute. Bruxelles (Belgique).

Banerjee, A. et E. Duflo (2003). "Inequality and growth: what can the data say?". *Journal of Economic growth*, 8.

Cohn, A., Fehr, E. et L. Goette (2011). "Fairness and Effort Evidence from a field experiment". *IZA working paper*.

Kaldor, N. (1960). *Essays on value and distribution*. Free Press.

Mirrlees, J. (1971). "An Exploration in the Theory of Optimum Income Taxation". *The Review of Economic Studies*, 38(2): 175-208.

OCDE (2012). *Toujours Plus d'inégalités. Pourquoi les écarts de revenus se creusent*. OCDE. Paris.

Piketty, T. (2013). *Le capital au xx^e siècle*. Le Seuil. Paris.

Piketty, T., Landais, C. et E. Saez (2011). *Pour une révolution fiscale. Un impôt pour le xx^e siècle*. Le Seuil. Paris.

Stiglitz, J. (2013). *The price of inequality: how today's divided society endangers our future*. W.W. Norton & Company.

RETRAITES ET SANTÉ

Chancel, L. et D. Demailly (2013). « Quels enjeux pour la protection sociale dans une économie post-croissance ? ». *Working Paper n° 17/2013*. Iddri. Paris.

Dormont, B. (2009). *Les dépenses de santé, une augmentation salutaire ?* Ed. CEPREMAP. Paris.

Jagger, C. et al. (2008). "Inequalities in healthy life years in the 25 countries of the European Union in 2005: a cross-national meta regression analysis". *The Lancet*. Vol 372 December 20/27.

TED (2013). Total Economy Database. The Conference Board.

Wilkinson, R. et K. Pickett (2009). *The Spirit Level: why equality is always better for everyone*. Allen Lane.

*Impression : les 500 premiers
exemplaires de ce rapport ont été
imprimés sur du papier recyclé
et avec encre végétale.*

Une société post-croissance pour le XXI^e siècle

Peut-on prospérer sans attendre le retour de la croissance ?

Damien Demailly, Lucas Chancel (Iddri),
Henri Waisman, Céline Guivarch (Cired)



PUBLICATIONS DE L'IDDRI

- Chancel, L., Demailly, D. (2013). « Quels enjeux pour la protection sociale dans une économie post-croissance ? », Iddri, *Working Papers* N°17/13.
- Demailly, D., Verley, P. (2013). « Les espoirs de la révolution industrielle verte : une perspective historique », Iddri, *Working Papers* N°11/13.
- Chancel, L. (2013). "Are younger generations higher carbon emitters than their elders? Inequalities, generations and CO2 emissions in France and the USA", Iddri, *Working Papers* N°03/13.
- Spencer, T., Chancel, L., Guérin, E. (2012). "Green investments in a European Growth Package", Iddri, *Working Papers* N°11/12.

Publications disponibles en ligne sur : www.iddri.org

Institut de recherche sur les politiques, l'Institut du développement durable et des relations internationales (Iddri) a pour objectif d'élaborer et de partager des clés d'analyse et de compréhension des enjeux stratégiques du développement durable dans une perspective mondiale. Basé à Paris, l'Iddri accompagne les différents acteurs dans la réflexion sur la gouvernance mondiale des grands problèmes collectifs que sont la lutte contre le changement climatique, la protection de la biodiversité, la sécurité alimentaire ou l'urbanisation et participe aux travaux sur la redéfinition des trajectoires de développement.

L'Iddri porte une attention toute particulière au développement de réseaux et de partenariats avec les pays émergents et les pays les plus exposés aux risques, de façon à mieux appréhender et partager différentes visions du développement durable et de la gouvernance. Afin de mener à bien son action, l'Iddri s'insère dans un réseau de partenaires issus des secteurs privé, académique, associatif ou public, en France, en Europe et dans le monde.

Institut indépendant, l'Iddri mobilise les moyens et les compétences pour diffuser les idées et les recherches scientifiques les plus pertinentes en amont des négociations et des décisions.

Ses travaux sont structurés transversalement autour de cinq programmes thématiques : gouvernance, climat, biodiversité, fabrique urbaine et agriculture. L'Iddri publie trois collections propres : les *Working Papers* permettent de diffuser dans des délais brefs des textes sous la responsabilité de leurs auteurs ; les *Policy Briefs* font le point sur des questions scientifiques ou en discussion dans les forums internationaux et dressent un état des controverses ; enfin, les *Studies* s'attachent à approfondir une problématique. L'Iddri développe en outre des partenariats scientifiques et éditoriaux, notamment dans le cadre de la publication de *Regards sur la Terre*, fruit d'une collaboration avec l'Agence française de développement, The Energy and Resources Institute et Armand Colin.

Pour en savoir plus sur les activités et les publications de l'Iddri, visitez www.iddri.org

www.iddri.org