

RAPPORT ANNUEL 2021-2022

CONSEIL NATIONAL
DE LA PRODUCTIVITÉ

POLYCRISE



CONSEIL NATIONAL
DE LA PRODUCTIVITÉ
LUXEMBOURG

Les opinions exprimées dans ce rapport sont celles des membres du Conseil national de la productivité (CNP) et celles des auteurs des études respectives.

Pour toute requête ou suggestion, contactez le secrétariat du Conseil national de la productivité.

Ministère de l'Économie
Observatoire de la compétitivité
19-21 Boulevard Royal
L-2449 Luxembourg
observatoire@eco.etat.lu

Décembre 2022

Date de clôture statistique: 17 octobre 2022

Cette publication est téléchargeable sur le site du CNP
<https://odc.gouvernement.lu/fr/domaines-activite/cnp.html>

La reproduction totale ou partielle du présent rapport est autorisée à condition d'en citer la source.

© Conseil national de la productivité, Luxembourg

Conseil national de la productivité
Rapport annuel 2021-2022

Ont contribué à l'élaboration de cette publication :

Conseil national de la productivité

Serge ALLEGREZZA
Jean-Claude REDING
Michel WURTH
Arnaud BOURGAIN
Patrick LENAIN
Aline MULLER
Marc NIEDERKORN
Chiara PERONI
Paul SCHOSSELER
William TELKES

Ministère de l'Économie - Observatoire de la compétitivité
Secrétariat du Conseil national de la productivité

Max JENTGEN

Institut national de la statistique et des études économiques (STATEC)

STATEC Research

Xi CHEN
Charles-Henri DIMARIA
Giovanni MANGIAROTTI

Table des matières

Résumé	5
Partie 1	
Les réflexions et analyses macroéconomiques du Conseil national de la productivité (CNP).....	9
1.1 Les réflexions du CNP.....	10
1.1.1 Le contexte macroéconomique et la conjoncture.....	10
1.1.2 Les défis en matière de productivité.....	11
1.1.3 Les travaux du CNP	14
1.2 Les analyses macroéconomiques.....	16
1.2.1 La productivité du travail	16
1.2.2 La productivité des ressources et de l'énergie.....	20
1.2.3 Sources des données statistiques pour les analyses macroéconomiques.....	23
Partie 2	
Les études sur la productivité par STATEC Research	24
2.1 Introduction	25
2.2 Luxembourg's Labour Productivity Slowdown in a Comparative Perspective	26
2.3 Productivity and wage dispersion. Preliminary firm-level evidence for manufacturing and non-financial services in Luxembourg.....	40
2.4 The Limits to Green Benchmarking	51
Partie 3	
Le Conseil national de la productivité.....	60
3.1 Base légale du CNP	61
3.2 Caractéristiques et missions du CNP.....	61
3.3 Composition du CNP.....	61

Résumé du rapport annuel 2021-2022 du Conseil national de la productivité

Messages clés du Conseil national de la productivité (CNP)

- La productivité est un des déterminants essentiels pour pérenniser le modèle socioéconomique et accroître le niveau de vie à long terme. Au vu de l'évolution atone de la productivité au Luxembourg, le CNP recommande de faire de la productivité une priorité de l'agenda politique et de la recherche académique.
- Le découplage, donc la dissociation entre la prospérité économique et la consommation de ressources et d'énergie, est dans la nature même de la productivité. Augmenter la productivité signifie accroître l'efficacité avec laquelle les facteurs de production sont transformés en produits et services et permet d'économiser des ressources et de limiter l'impact sur l'environnement.
- Les champs d'action pour relancer la productivité sont multiples. Les investissements dans la digitalisation, la R&D et l'innovation, le renforcement et la reconversion des compétences de la main-d'œuvre, l'amélioration de la gouvernance d'entreprise et des compétences managériales ainsi que l'adaptation continue du cadre réglementaire sont des domaines d'action prioritaires aux yeux du CNP.

Un bref aperçu

Le rapport annuel 2021-2022 du Conseil national de la productivité (CNP), intitulé « Polycrise », est divisé en trois parties.

La partie 1 est consacrée aux réflexions du CNP et à ses analyses macroéconomiques. L'éventail des sujets est vaste et comprend, entre autres, un regard sur le contexte économique international et la situation conjoncturelle au Luxembourg, les réflexions du CNP sur certains défis en matière de productivité ainsi qu'une vue d'ensemble sur les travaux du CNP. Les analyses macroéconomiques traitent la productivité sous différents aspects. Tout d'abord, l'évolution de la productivité du travail est analysée au niveau agrégé de l'économie nationale et en détail pour certaines branches de l'économie marchande. Ensuite, le rapport introduit le concept de découplage et analyse les performances du Luxembourg en matière de productivité des ressources et de productivité de l'énergie.

La partie 2 comporte trois études, rédigées en anglais et réalisées par STATEC Research pour le compte du CNP. La première étude, intitulée « *Luxembourg's Labour Productivity Slowdown in a Comparative Perspective* », décrit l'évolution de la productivité du travail du Luxembourg dans une comparaison internationale en tenant compte de différents déterminants de la productivité.

La deuxième étude, intitulée « *Productivity and wage dispersion. Preliminary firm-level evidence for Manufacturing and Non-financial Services in Luxembourg* », est basée sur des données issues des statistiques structurelles sur les entreprises et analyse les relations entre les salaires et la productivité du travail au Luxembourg. La troisième étude, intitulée « *The Limits to Green Benchmarking* », classe les activités économiques en fonction de leur risque environnemental et associe ensuite les performances économiques aux émissions de gaz à effet de serre.

Le rapport est complété par la partie 3 qui présente le CNP, ses caractéristiques et ses missions.

Partie 1 : Les réflexions du Conseil national de la productivité et les analyses macroéconomiques

Le contexte macroéconomique et la conjoncture

La partie 1 du rapport annuel 2021-2022 du CNP propose tout d'abord un regard sur le contexte économique international et la situation conjoncturelle au Luxembourg. Le monde se trouve actuellement dans une situation de polycrise : les tensions géopolitiques croissantes, la résurgence épisodique de la pandémie du COVID-19, la perturbation continue des chaînes d'approvisionnement et la flambée générale des prix pèsent lourd sur les prévisions économiques.

En rétrospective, le Luxembourg a relativement bien géré la crise économique liée à la pandémie du COVID-19 jusqu'ici, au moins au niveau agrégé de l'économie nationale. La bonne performance du Luxembourg s'explique non seulement par les mesures d'aides aux entreprises mises en place par le gouvernement, mais également par la structure économique du pays et sa part élevée d'emplois télétravaillables, ce qui a soutenu l'activité alors que des restrictions sanitaires entravaient la vie économique en 2020 et 2021. En 2020, la baisse de l'activité économique était moins prononcée au Luxembourg que dans l'UE dans son ensemble et dans la plupart des autres États membres. De même, la reprise en 2021 était forte au Luxembourg et les bons chiffres du marché de l'emploi ont confirmé l'élan de l'économie nationale. En même temps, les finances publiques sont restées saines. La reprise économique a cependant été freinée en 2022 suite à une multiplication et une amplification des crises. La conséquence de l'environnement inflationniste et du durcissement des politiques monétaires subséquent est que les prévisions macroéconomiques ont été fortement révisées à la baisse, notamment pour l'année 2023.

Les défis en matière de productivité

Le CNP a identifié trois sujets majeurs, tous interconnectés, qui se présentent en matière de productivité : 1) l'évolution de la productivité à long terme, 2) le lien entre la productivité et le pouvoir d'achat et 3) le découplage de la production économique de la consommation des ressources. Ces trois sujets ne sont évidemment pas les seuls liés à la productivité, mais le CNP estime qu'ils sont d'une importance primordiale. La productivité est un des déterminants essentiels pour pérenniser le modèle socioéconomique et accroître le niveau de vie à long terme. Le CNP constate que l'économie luxembourgeoise est confrontée à une quasi-stagnation persistante de sa productivité. Les champs d'action pour relancer la productivité sont multiples. Les investissements dans la digitalisation, la R&D et l'innovation, le renforcement et la reconversion des compétences de la main-d'œuvre, l'amélioration de la gouvernance d'entreprise et des compétences managériales ainsi que l'adaptation continue du cadre réglementaire sont des domaines d'action prioritaires aux yeux du CNP.

Relancer la productivité n'est pas une fin en soi, mais elle profite aux différents acteurs. En bref, une productivité accrue permet aux entreprises de réduire les coûts unitaires, ce qui profite à leur rentabilité et génère des moyens de financement propres pour investir et développer les activités. Elle est bénéfique aussi pour les salariés, parce que l'évolution de la productivité joue sur l'évolution réelle des salaires et donc sur le pouvoir d'achat, les gains supplémentaires de valeur ajoutée étant répartis généralement entre les différents facteurs de production, soit le travail et le capital. Et finalement, l'État profite, par ce biais, de recettes fiscales et de cotisations sociales additionnelles, nécessaires au financement de l'État-providence.

Le découplage de la production économique de la consommation des ressources est dans la nature même de la productivité. Augmenter la productivité signifie utiliser moins de ressources (travail, matières, énergie, etc.) pour produire un même output, ou créer plus d'output avec une quantité de ressources donnée. En ce sens, la productivité est un élément clé du développement durable.

Les travaux du CNP

Le CNP souligne l'importance de viser surtout le long terme et de mettre en avant les éléments structurels sur lesquels il faut travailler pour relancer la productivité de l'économie luxembourgeoise, sans pour autant négliger les crises auxquelles sont confrontées les entreprises en ce moment et qui pèsent lourd sur les prévisions conjoncturelles.

Une approche sectorielle, voire une approche au niveau des entreprises, s'impose pour les analyses et études en matière de productivité afin de tenir compte de l'hétérogénéité du tissu économique luxembourgeois. Alors que bon nombre de questions soulevées dans les rapports CNP précédents restent toujours sous investigation, le CNP a identifié encore d'autres sujets qui méritent attention. Vu le contexte actuel, la hausse de l'inflation, l'évolution des coûts salariaux et la flambée des prix des intrants dans la production sont certainement les problèmes les plus préoccupants qui impactent la compétitivité et la productivité des entreprises.

En effet, la hausse des prix peut peser sur les marges des entreprises, réduisant ainsi leur rentabilité et pouvant même mettre en péril leur viabilité. Même si ce constat ne concerne pas toutes les entreprises, la baisse de la profitabilité risque de compromettre les capacités d'investissement et de développement futures de certaines entreprises et nuire ainsi à la productivité à long terme. D'une manière générale, le CNP juge utile d'explorer les liens entre la productivité et les marges. Un autre sujet que le CNP envisage d'investiguer davantage est le lien entre la productivité et les performances selon les critères environnementaux, sociaux et de gouvernance (ESG) qui servent à mesurer l'engagement pour une transition verte, responsable et équitable de l'économie.

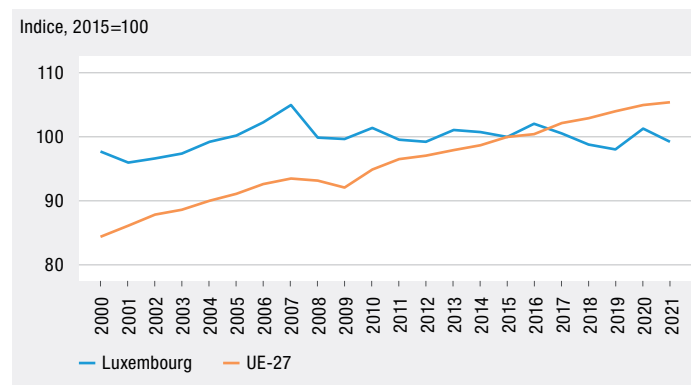
La productivité du travail au Luxembourg

Deux approches se prêtent au calcul de la productivité du travail, qui peut soit être calculée par le volume d'heures travaillées, soit par le nombre d'emplois. Alors que les deux indicateurs évoluaient de manière similaire auparavant, ils ont évolué dans des directions opposées en 2020 et 2021, au moment où la tourmente économique a secoué les économies européennes. D'une manière générale, le CNP estime que la mesure de la productivité par heures travaillées est plus pertinente puisqu'elle élimine les différences entre l'emploi à plein temps et l'emploi à temps partiel et prend ainsi en compte le volume de travail réellement presté.

Le niveau de la productivité du travail est élevé au Luxembourg, mais le pays connaît une quasi-stagnation persistante de sa productivité. Depuis le début du millénaire, l'évolution de la productivité réelle du travail par heures travaillées est assez volatile, mais la tendance est quasi plate sur la période au total. L'évolution atone de la productivité au Luxembourg est frappante en comparaison internationale, avec une croissance annuelle moyenne de seulement 0,08 % entre 2000 et 2021, contre 1,06 % pour l'UE dans son ensemble.

Derrière l'évolution au niveau agrégé de l'économie nationale se cachent des disparités sectorielles importantes. Les branches d'activité se distinguent non seulement par des niveaux de productivité très différents, mais également par des évolutions divergentes.

Figure 1
Évolution de la productivité réelle du travail par heures travaillées



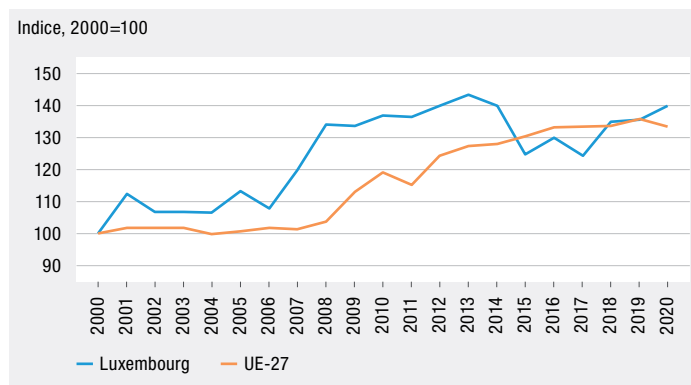
Source : Eurostat

La productivité des ressources et de l'énergie

Dans une optique de développement durable, le CNP suit également l'évolution de la performance du Luxembourg en termes de productivité des ressources et de productivité de l'énergie. Ces deux indicateurs sont compilés par Eurostat pour suivre le progrès de l'Union européenne et de ses États membres vers la réalisation des objectifs de développement durable (ODD) établis par les Nations Unies et permettent d'évaluer le découplage, donc la dissociation entre la croissance économique et la consommation de ressources et d'énergie.

La productivité des ressources est calculée en divisant le produit intérieur brut (PIB) par la consommation intérieure de matières (CIM). Le niveau de la productivité des ressources est élevé au Luxembourg, et le Grand-Duché est un des pays les plus performants parmi les États membres de l'UE pour cet indicateur. L'évolution de la productivité des ressources varie fortement d'année en année au Luxembourg. Après une augmentation spectaculaire en 2007 et 2008, l'indice fluctue autour de sa moyenne des dix dernières années depuis et est actuellement proche de son niveau d'il y a dix ans. Le Luxembourg n'a donc pas réussi à découpler la croissance du PIB de la consommation intérieure de matières au cours des dix dernières années.

Figure 2
Évolution de la productivité des ressources

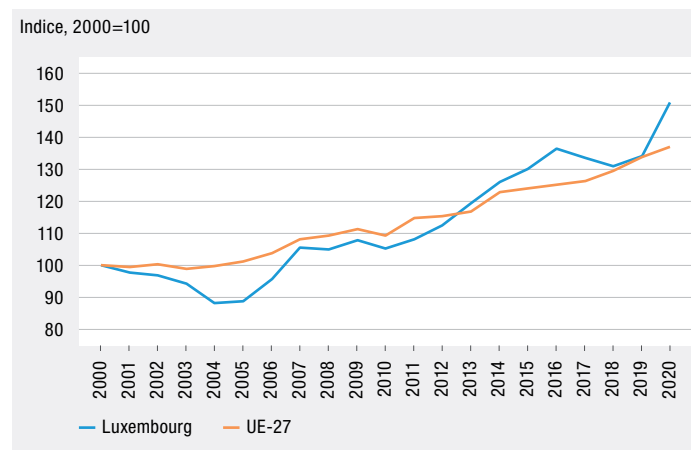


Source : Eurostat

La situation est plus favorable en ce qui concerne la productivité de l'énergie. Pour cet indicateur, qui mesure la quantité de production économique par unité d'énergie brute disponible, le Luxembourg affiche un niveau élevé. Cela peut s'expliquer en partie par le fait que l'économie luxembourgeoise repose principalement sur des activités de services qui sont en général moins énergivores que les activités industrielles. Quant à l'évolution de la productivité de l'énergie, il apparaît que la tendance générale des vingt dernières années est positive, aussi bien au Luxembourg que dans l'UE dans son ensemble. Le Luxembourg a réussi à découpler sa production économique de sa consommation d'énergie. Dans une optique climat, il reste cependant le bémol que l'économie luxembourgeoise affiche une intensité élevée en termes d'émissions de carbone, car la part des énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie est relativement faible (11,7 % en 2020) et les énergies fossiles dominent dans la consommation d'énergie au Luxembourg.

Du fait que le Luxembourg doit importer les énergies fossiles qu'il consomme, la dépendance envers ces sources d'énergie signifie en plus une vulnérabilité du pays.

Figure 3
Évolution de la productivité de l'énergie



Source : Eurostat

Partie 2 : Les études sur la productivité par STATEC Research

Part 2 of this report presents selected studies from the analysis of productivity conducted at STATEC Research. The studies conducted at STATEC Research aim to provide insights on the comparative evolution of productivity in Luxembourg's industries, and to support the analysis of the Conseil national de la productivité. The team compiles essential indicators of labour and total factor productivity (TFP) for Luxembourg's industries and main economic aggregates. The indicators stem from two approaches that provide complementary insights on productivity. Specifically, the frontier approach used by the LuxKLEMS project employs disaggregated National Accounts data, while the econometric approach draws evidence from firm-level data – primarily, Structural Business Statistics. Based on these frameworks, the team of STATEC Research investigates open issues in this field of study, such as the measurement of productivity performances in services, drivers of productive efficiency, the role of allocation of resources, and the role of trade in productivity. Previous issues of the CNP annual report presented results from a selection of these analyses.

The studies in this year's CNP report examine features of labour productivity evolution, also in relation with wages, and productive efficiency for selected aggregates of Luxembourg's economy. They take a medium-run perspective, focusing on a period that goes from 1995, or early 2000s, depending on data availability, to 2019. The studies provide insights on some of the issues highlighted in the opening of this report: respectively, the role of ICT capital in shaping productivity performances, the relation between salaries and productivity, and the link between productivity and sustainability.

Luxembourg's Labour Productivity Slowdown in a Comparative Perspective

The first contribution sets the scene: after describing the medium-run comparative evolution of Luxembourg's labour productivity, it provides a concise review and an examination of possible explanations for observed productivity patterns. In doing so, it highlights the contribution of the accumulation of information and communication technology (ICT) capital to labour productivity's evolution. This evidence draws from a recent update of the OECD productivity database and covers the period from 1995 to 2019. The data highlight the general slowdown in advanced economies' labour productivity growth that occurred in the last two decades. This trend was aggravated by the great recession of 2007-2009. In Luxembourg labour productivity featured a flat trend and high volatility since the crisis, accompanied by weak TFP performance and sustained capital deepening. We examine possible reasons underlying this pattern, including the idea that high levels of productivity are observed in conjunction to slow growth due to a "convergence effect". We do so by contrasting the evolution of labour productivity with its drivers, including TFP, the accumulation of ICT and other fixed capital assets, innovation and trade indicators, for a panel of countries. The results cast doubts on the convergence hypothesis. Furthermore, ICT capital accumulation, which is positively associated to the growth of labour productivity before the recession, does not significantly correlate with productivity growth in the subsequent period.

Productivity and wage dispersion. Preliminary firm-level evidence for Manufacturing and Non-financial Services in Luxembourg

The second study presents a preliminary investigation of the correlation between wages and productivity. This extends previous analysis of labour productivity in Luxembourg's firm-level data, which evidenced the increasing dispersion of productivity across manufacturing and non-financial service firms. Specifically, this study examines the correlation between productivity and wages, and evaluates the evolution of the dispersion for the respective distributions as well as potential associations between them. The theoretical link between productivity and wages, and the link's relevance and implication for inequality and social cohesion, has prompted economists to investigate the relationship between the observed increased productivity dispersion and wage patterns. This research follows previous analysis carried out at the OECD for a group of member countries over the period 2001-2012. We find evidence of a positive significant association between firms' average wages and productivity for both manufacturing and non-financial services. This indicates that firms that are more productive tend to pay higher wages in Luxembourg. In contrast, we do not find an overall statistically robust link between wage dispersion and productivity dispersion.

The Limits to Green Benchmarking

The third and last contribution extends the concept of productive efficiency, a key component of TFP, to environmental efficiency, and applies the proposed framework to study Luxembourg's industries comparative environmental performances. Economic activities use production factors such as energy, natural resources, labour and capital to produce outputs, that is, goods and services.

At the same time, the same activities results in undesirable outputs such as emissions of pollutants, or greenhouse gases (GHG). Environmental efficiency is the extent to which economic activities can maximise output, while reducing pollution, given the level of inputs use. In this study, we first classify industries according to an environmental-risk taxonomy proposed by the European Bank of Reconstruction and Development (EBRD). Then, we contrast this ex ante classification with environmental efficiency indices derived from National Accounts data using a frontier method. That is, we check whether belonging to a specific risk group implies lower or higher efficiency. The results show that, in Luxembourg, low risk industries account for the highest share of output and pollution, although medium and high risks industries account for a greater proportion of emissions per unit of output. The analysis of environmental efficiencies, however, evidence substantial heterogeneity across and within the groups. We discuss possible policy implications of this analysis. Indeed, this approach could be relevant to decision-makers who need to evaluate how industries fare in terms of environmental sustainability when granting funds according to ESG principles.

Partie 3 : Le Conseil national de la productivité

La partie 3 du rapport annuel 2021-2022 présente le CNP, ses caractéristiques et ses missions.

Le CNP se fonde sur l'arrêté grand-ducal du 23 septembre 2018 portant création d'un Conseil national de la productivité au Luxembourg.

Le CNP bénéficie d'une autonomie fonctionnelle. Il est chargé de suivre les évolutions dans le domaine de la productivité en tenant compte des particularités nationales et des aspects liés à l'UE. La portée des travaux englobe la productivité au sens large, y compris les facteurs coûts et hors coûts, les déterminants à long terme de la productivité ainsi que les défis et enjeux économiques, sociaux et environnementaux afférents.

Le Conseil national de la productivité (novembre 2022)

Président

M. Serge ALLEGREZZA, Observatoire de la compétitivité

Vice-Présidents

M. Jean-Claude REDING, Chambre des salariés

M. Michel WURTH, ArcelorMittal Luxembourg

Membres

M. Arnaud BOURGAIN, Université du Luxembourg

M. Patrick LENAIN, Économiste

Mme Aline MULLER, Luxembourg Institute of Socio-Economic Research

M. Marc NIEDERKORN, Société Nationale de Crédit et d'Investissement

Mme Chiara PERONI, STATEC

M. Paul SCHOSSELER, Ministère de l'Énergie et de l'Aménagement du territoire

M. William TELKES, Banque et Caisse d'Épargne de l'État

Secrétariat

Observatoire de la compétitivité, Ministère de l'Économie

Partie 1

Les réflexions et analyses macroéconomiques du Conseil national de la productivité (CNP)



Cette partie présente les réflexions et analyses du CNP. L'éventail des sujets est vaste et comprend entre autres un regard sur le contexte économique international et la situation conjoncturelle, des réflexions sur certains défis en matière de productivité ainsi qu'une vue d'ensemble sur les travaux du CNP. Les analyses macroéconomiques décrivent d'abord l'évolution de la productivité du travail au niveau agrégé de l'économie nationale, puis en détail pour certaines branches de l'économie marchande. Le rapport introduit ensuite le concept de découplage et les performances du Luxembourg en matière de productivité des ressources et de productivité de l'énergie sont analysées.

Les réflexions du CNP

Ce chapitre donne un aperçu des réflexions et discussions menées lors des réunions du Conseil national de la productivité (CNP), notamment sur le contexte macroéconomique et la conjoncture actuelle, les défis en matière de productivité et les travaux du CNP.

1.1.1

Le contexte macroéconomique et la conjoncture

Le monde se trouve actuellement dans une situation de polycrise. Comme le note le STATEC dans sa Note de conjoncture 1-2022¹, « ... il y a concomitance et interdépendance de plusieurs déséquilibres tragiques : les tensions géopolitiques, aboutissant à une guerre sanglante en Ukraine, le dérèglement climatique, palpable, chez nous, par les canicules et inondations et, finalement, la résurgence épisodique, ici et ailleurs, de vagues de la pandémie du COVID-19. » Les bouleversements sont également visibles à la une des actualités où la pandémie a été supplantée par la guerre en Ukraine, les chaînes d'approvisionnement perturbées, la flambée des prix à la production et ceux à la consommation ainsi que les effets sur le pouvoir d'achat des ménages et la compétitivité des entreprises.

En rétrospective, le Luxembourg a relativement bien géré la crise économique liée à la pandémie du COVID-19 jusqu'ici, au moins au niveau agrégé de l'économie nationale. Dans son « Évaluation des réponses au COVID-19 du Luxembourg », l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) constate que les mesures de subvention ont été principalement ciblées sur les entreprises les plus affectées par la crise, celles qui étaient relativement dynamiques avant la crise mais qui nécessitaient des aides pour survivre. Les entreprises qui étaient faiblement ou fortement rentables (ou endettées) en 2019 ont perçu moins d'aides pendant la crise. Le risque associé au dispositif de soutien de garder en vie des entreprises destinées à faire faillite en l'absence de crise ne s'est pas concrétisé. L'OCDE observe en plus que les montants des aides et le soutien à l'emploi ont été globalement suffisants pour préserver la situation financière de la plupart des entreprises, telle qu'elle est mesurée par les profits, la liquidité et la solvabilité de ces dernières².

En 2020, la baisse de l'activité économique était moins prononcée au Luxembourg que dans l'UE dans son ensemble et dans la plupart des autres États membres individuels. De même, la reprise en 2021 était forte au Luxembourg. Les bons chiffres du marché de l'emploi confirment l'élan de l'économie nationale.

En effet, le Luxembourg est un des rares pays de l'UE à avoir connu une hausse continue en termes d'emploi pendant la pandémie, même si l'évolution a été freinée par la crise en 2020. La situation des finances publiques reste saine au Luxembourg. Alors qu'un déficit public a été enregistré 2020 (-3,4 % du PIB), le Luxembourg a réussi à inverser la situation et a pu comptabiliser un excédent public en 2021 (+0,8 % du PIB). Au total, la dette publique s'est élevée à 24,5 % du PIB en 2021 et est estimée à 24,6 % pour 2022. Selon le projet de loi concernant le budget des recettes et des dépenses de l'État pour l'exercice 2023, la dette augmentera à 26,3 % en 2023 et continuera à grimper ensuite en perspective pluriannuelle. L'évolution de la dette est due d'une part au financement des mesures pour faire face à la pandémie du COVID-19 et à la crise énergétique actuelle, et d'autre part à une politique d'investissement ambitieuse qui vise à améliorer la compétitivité de l'économie luxembourgeoise et à accélérer la transition climatique et numérique. La dette publique devrait demeurer en dessous du plafond de 30 % du PIB que le gouvernement s'est fixé dans l'accord de coalition, malgré le fait que la dette publique grimpe en termes absolus³. Le Luxembourg garde toujours une marge importante par rapport à la valeur de référence européenne de 60 % du PIB.

Après la baisse du PIB en 2020 (-0,8 %) et la hausse en 2021 (+5,1 %), l'élan de la reprise économique a été freiné en 2022 suite à une multiplication et une amplification des crises, menant à des incertitudes grandissantes qui pèsent lourd sur les prévisions économiques. La pandémie du COVID-19 reste d'actualité, en dépit de la levée successive de presque toutes les restrictions et mesures sanitaires au Luxembourg. Au niveau épidémiologique, le pays a enregistré une nouvelle vague d'infections entre juin et mi-juillet 2022 et une autre dès la rentrée en septembre, mais ces deux vagues étaient moins fortes que celles du début de l'année 2022. Du fait que les nouveaux variants du coronavirus se sont montrés moins dangereux que leurs prédécesseurs malgré leur forte contagiosité, l'impact est resté limité au niveau des hospitalisations. Les effets de la crise sanitaire persistent aussi au niveau économique. La perturbation des chaînes logistiques mondiales, liée à la reprise dite « post-COVID » en 2021 et renforcée par de fortes restrictions appliquées en Chine pour faire face à la recrudescence du coronavirus, reste d'actualité, avec à la clé des problèmes d'approvisionnement pour les entreprises et des pressions inflationnistes croissantes.

¹ STATEC, Note de conjoncture 1-2022 : Guerre et Prix, <https://statistiques.public.lu/fr/publications/series/note-conjoncture/2022/note-conjoncture-01-2022.html>

² OCDE (2022), Évaluation des réponses au COVID-19 du Luxembourg : Tirer les enseignements de la crise pour accroître la résilience, Éditions OCDE, Paris, <https://gouvernement.lu/dam-assets/documents/actualites/2022/10-octobre/05-briefing-rapport-ocde/evaluation-des-reponses-au-covid-19-du-luxembourg-launchversion.pdf> et <https://gouvernement.lu/dam-assets/documents/actualites/2022/10-octobre/05-briefing-rapport-ocde/highlights-evaluation-des-reponses-au-covid-19-du-luxembourg.pdf>

³ Pour plus d'informations sur le projet de Budget 2023 : https://gouvernement.lu/fr/actualites/toutes_actualites/communiqués/2022/10-octobre/12-backes-presentation-budget.html

La guerre en Ukraine et les sanctions imposées par l'UE et ses partenaires à l'encontre de la Russie viennent s'ajouter aux difficultés, en réduisant notamment l'offre de matières premières, de l'énergie, de produits agroalimentaires et d'autres ressources nécessaires à la production, provoquant ainsi une flambée des prix supplémentaire. Sans surprise, les enquêtes de conjoncture montrent une dégradation de la confiance des industriels et laissent prévoir des temps difficiles pour les entreprises, tant au Luxembourg que dans la zone euro.

Côté demande, l'inflation galopante risque de réduire le pouvoir d'achat des ménages, surtout celui des quintiles de revenu inférieurs, et de briser le dynamisme de la consommation privée. Le STATEC note dans sa Note de conjoncture 1-2022 que la confiance des consommateurs s'effondre en zone euro, les ménages étant particulièrement préoccupés par les perspectives relatives à la situation économique générale et à l'évolution de leur situation financière récente et à venir, ce qui plaiderait pour une dégradation des perspectives de consommation. Le gouvernement luxembourgeois a tenté de modérer l'impact de l'inflation par différentes mesures prises d'abord dans le cadre du « *Energiedësch* » et du « *Solidaritétspek* », puis par l'accord tripartite de septembre 2022 qui vise à répondre à l'inflation galopante et à la forte hausse des coûts énergétiques à travers un paquet de mesures ambitieux⁴. La baisse envisagée de l'inflation profitera non seulement aux consommateurs, mais permettra aussi d'atténuer un peu la charge pour les entreprises, car elle devrait limiter le nombre de tranches indiciaires et freiner ainsi l'évolution des coûts salariaux, au moins à court terme. Malgré les mesures, bon nombre d'entreprises restent confrontées à des moments très difficiles en raison de la hausse actuelle des coûts de production et des tranches indiciaires pourtant en vue. Il faudra ainsi veiller à ce que les mesures de la tripartite ne soient pas seulement un report d'une hausse supplémentaire des coûts et que les entreprises soient frappées de plein fouet au moment où l'accord cesse ses effets au 31 décembre 2023, car en effet le paquet des mesures traite uniquement les symptômes et ne s'attaque pas directement aux causes de la flambée des prix.

Finalement, la remontée de l'inflation influe également sur les politiques monétaires. Après une décennie avec des taux d'intérêt très bas, voire nuls et même négatifs, la plupart des banques centrales (dont la Banque centrale européenne, la Federal Reserve américaine et la Bank of England) ont commencé à ajuster à la hausse leurs taux d'intérêt directeurs. Ce durcissement des politiques monétaires se répercute évidemment sur les taux appliqués par les établissements de crédit qui ont déjà commencé à augmenter, ce qui met sous pression le financement des entreprises et des ménages et, par conséquent, les dépenses de consommation et les capacités d'investissement. En plus, avec un place financière importante, le Luxembourg est exposé au risque de perturbations sur les marchés financiers, qui pourraient survenir si le durcissement des conditions financières est mal maîtrisé et provoque des difficultés sur le marché obligataire, les crédits immobiliers et la solvabilité des pays en développement les plus endettés.

La conséquence de cet environnement inflationniste, incertain et avec un durcissement des conditions financières est que les prévisions macroéconomiques ont été fortement révisées à la baisse, notamment pour l'année 2023. Le STATEC table actuellement sur une croissance du PIB en volume entre 1 % et 2 % pour les années 2022 et 2023. Ces prévisions sont similaires à celles du Fonds monétaire international (FMI) qui, dans ses perspectives de l'économie mondiale d'octobre 2022⁵, estime la croissance de l'économie luxembourgeoise à +1,7 % en 2022 et +1,1 % en 2023. Pour la zone euro dans son ensemble, le FMI prévoit une croissance de +3,0 % pour cette année, puis seulement de +0,5 % pour l'année prochaine. Ces prévisions sont proches de celles de l'OCDE qui prévoit pour la zone euro une croissance du PIB de 3,1 % (2022) et de 0,3 % (2023) dans ses projections de septembre 2022⁶. Le seul point positif, si jamais il y en a, c'est que l'inflation peut avoir un effet favorable sur les finances publiques. Premièrement, la hausse des prix devrait augmenter les recettes de l'État et, deuxièmement, l'inflation devrait gonfler le PIB en valeur (à prix courants) et freiner ainsi l'évolution du ratio dette/PIB.

1.1.2

Les défis en matière de productivité

Alors que les effets de la pandémie sur la productivité du travail sont bien visibles dans les indicateurs statistiques correspondants pour les années 2020 et 2021, force est de constater que l'image est ambiguë. En effet, les résultats divergent selon que l'on analyse la productivité par heure travaillée ou par personne employée. Ainsi, il est encore difficile, voire impossible pour le moment de dire si les bouleversements induits par la pandémie ont eu un impact structurel sur la productivité. Abstraction faite du flou qui règne sur l'évaluation de la productivité des deux dernières années, le constat principal dressé par le CNP dans ses rapports précédents reste valable : l'économie luxembourgeoise est confrontée à une stagnation de sa productivité. Au vu de l'importance de la productivité comme déterminant clé de la création de richesse et du niveau de vie, le CNP souhaite réitérer sa recommandation de faire de la productivité une priorité de l'agenda politique et de la recherche académique.

Dans ses discussions, le CNP a identifié trois sujets majeurs, tous interconnectés, qui s'annoncent en matière de productivité : 1) l'évolution de la productivité à long terme, 2) le lien entre la productivité et le pouvoir d'achat et 3) le découplage de la production économique de la consommation des ressources. Ces trois sujets ne sont évidemment pas les seuls en lien avec la productivité, mais le CNP estime qu'ils sont d'une importance primordiale et qu'il est utile de les présenter et d'expliquer dans une approche pédagogique certains aspects un peu plus en détail ici.

⁴ L'accord tripartite a été signé par les partenaires sociaux le 28 septembre 2022. Pour plus d'informations : https://gouvernement.lu/fr/actualites/toutes_actualites/communiqués/2022/09-septembre/28-tripartite-signature.html

⁵ International Monetary Fund, World Economic Outlook: Countering the Cost-of-Living Crisis, October 2022, <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2022/10/11/world-economic-outlook-october-2022>

⁶ OECD Economic Outlook, Interim Report September 2022: Paying the Price of War, <https://www.oecd.org/economic-outlook/september-2022/>

L'évolution de la productivité à long terme

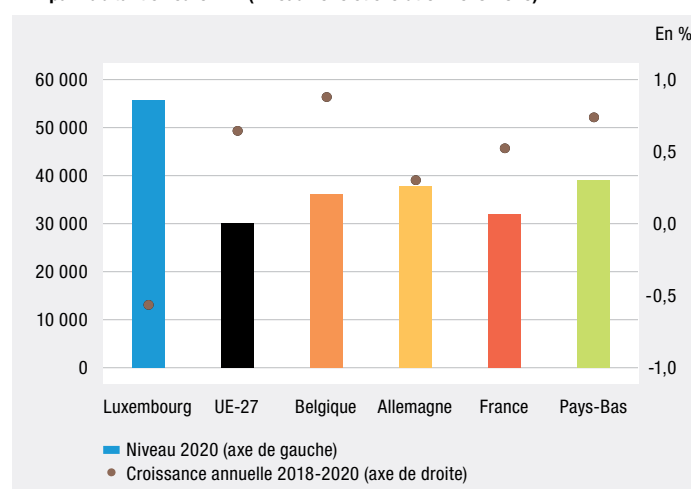
Comme mentionné, la productivité est un des déterminants essentiels pour pérenniser le modèle socioéconomique et accroître le niveau de vie à long terme. Dans ses rapports précédents, le CNP a mis en avant différents champs d'action qui restent toujours d'actualité pour faire progresser la productivité : la R&D et l'innovation pour accumuler du savoir et valoriser les connaissances afin de promouvoir et réaliser le progrès technique, l'évolution de la technologie numérique qui ouvre la voie à une digitalisation accrue et qui change les modes de production et de consommation, l'investissement dans le capital humain pour équiper la main-d'œuvre actuelle et future des compétences nécessaires ou encore les efforts en matière de gouvernance d'entreprise pour rendre plus efficace la combinaison et l'interaction des facteurs de production. En matière de gouvernance, les compétences managériales des dirigeants d'entreprise sont particulièrement importantes. En effet, des travaux de recherche montrent que l'évolution de la productivité est fortement liée aux pratiques managériales et qu'une bonne gestion d'entreprise est bénéfique pour l'efficacité de la production et donc la productivité⁷. Un dernier domaine est l'adaptation continue du cadre réglementaire comme élément fondamental qui façonne le terrain sur lequel opèrent les acteurs économiques et qui contribue à l'attractivité du pays. Ici, l'aspect concurrentiel devrait guider l'effort, sachant que la concurrence stimule les entreprises à devenir plus productives. Le rôle de la réglementation pour réduire les barrières à l'entrée et à la sortie des marchés ainsi que le rôle des autorités de la concurrence pour combattre les abus de position dominante sont deux champs d'action concrets concernant la réglementation⁸.

Bien évidemment, une hausse de la productivité n'est pas une fin en soi, mais elle profite aux différents acteurs. En bref, une productivité accrue permet aux entreprises de réduire les coûts unitaires, ce qui profite à la rentabilité des entreprises et génère des moyens de financement propres pour investir et développer les activités. Elle est bénéfique aussi pour les salariés, parce que l'évolution de la productivité joue sur l'évolution réelle des salaires, les gains supplémentaires de valeur ajoutée étant répartis généralement entre les différents facteurs de production, donc le travail et le capital. Et finalement, l'État profite par le biais de recettes fiscales et de cotisations sociales additionnelles, nécessaires pour le financement de l'État-providence. Il existe évidemment des interactions entre ces différentes dimensions. Ainsi par exemple, le développement des activités par les entreprises crée des emplois et profite ainsi aux demandeurs d'emploi sur le marché du travail. Une autre interaction se présente par exemple si les salariés sont actionnaires de leur entreprise. Dans ce cas, ils reçoivent directement une partie des dividendes (supplémentaires) distribués par les entreprises.

Le lien entre la productivité, le pouvoir d'achat et les salaires

La productivité est un déterminant de l'évolution des salaires et donc du pouvoir d'achat. Pour comprendre les effets réciproques inhérents, il est d'abord nécessaire de rappeler un principe fondamental. D'une manière générale, la richesse créée, donc le PIB (calculé dans l'approche revenu dans la comptabilité nationale), est répartie entre trois parties : la main-d'œuvre (à travers la rémunération du travail), les détenteurs des moyens de production (à travers la rémunération du capital, donc l'excédent brut d'exploitation plus les revenus mixtes) et l'État (à travers les impôts sur la production et les importations moins les subventions correspondantes). Dans une petite économie très ouverte comme le Luxembourg, l'évolution du pouvoir d'achat dépend également de l'évolution des termes de l'échange. Ainsi, une hausse des prix des produits importés, en particulier l'énergie et d'autres matières premières, est un prélèvement du reste du monde auquel l'économie nationale ne peut pas échapper. Dans le cas du Luxembourg, il est également utile de rappeler la différence entre le produit intérieur brut (PIB) et le revenu national brut (RNB). En effet, le RNB est égal au PIB diminué des revenus primaires versés par les unités institutionnelles résidentes à des unités institutionnelles non résidentes et augmenté des revenus primaires reçus du reste du monde par des unités institutionnelles résidentes. La différence entre PIB et RNB est importante au Luxembourg, notamment en raison de la part importante de travailleurs frontaliers dont les revenus (salaires) sont versés à l'étranger.

Figure 1
RNB par habitant en euro PPA (niveau 2020 et évolution 2018-2020)



Source : Eurostat, calculs de l'auteur

⁷ Entre autres, les travaux de Nicholas Bloom et John Van Reenen du National Bureau of Economic Research sur les liens entre management et productivité sont novateurs en la matière. Pour plus d'informations, voir p.ex. :

N. Bloom and J. Van Reenen, "Bossonomics? The Economics Of Management And Productivity" NBER Reporter No 4, December 2008,

<https://www.nber.org/reporter/2008number4/bossonomics-economics-management-and-productivity>

N. Bloom, R. Sadun and J. Van Reenen, "Management as a technology?" NBER Working Paper No. 22327, June 2016, <https://www.nber.org/papers/w22327>

⁸ Le ministère de l'Économie a initié une réflexion concernant la mise en place d'un système national de contrôle des concentrations. Un bilan intermédiaire des travaux préparatoires, qui pose les premiers jalons pour la définition d'un futur cadre juridique pour l'introduction au Luxembourg d'un contrôle national des concentrations d'entreprises, a été publié le 13 juillet 2022. Pour plus d'informations : <https://meco.gouvernement.lu/dam-assets/publications/rapport-etude-analyse/snmc/rapport-intermediaire-controle-des-concentrations.pdf>

Comparé aux autres États membres de l'UE, le revenu médian équivalent (en standard de pouvoir d'achat) reste élevé au Luxembourg, même s'il a légèrement baissé en 2020⁹. Le constat est identique pour le revenu moyen au Luxembourg qui est également le plus élevé en Europe. Pour le RNB par habitant, exprimé ici en parité de pouvoir d'achat (PPA), le Luxembourg dépasse de loin les niveaux de ses pays voisins et de l'UE dans son ensemble en 2020. Récemment, le Grand-Duché a connu toutefois une évolution moins favorable que ses pays voisins. En effet, le RNB par habitant en PPA a baissé de -0,6 % en moyenne annuelle au Luxembourg entre 2018 et 2020, alors que la Belgique, l'Allemagne, la France et les Pays-Bas ont connu des taux de croissance positifs durant la même période, tout comme l'UE dans son ensemble.

Le lien entre productivité et salaires est fait à l'aide du coût salarial unitaire (CSU) qui représente le coût du travail par unité de valeur ajoutée produite et qui est défini comme le ratio entre le coût de la main-d'œuvre (rémunération des salariés / nombre de salariés) et la productivité de la main-d'œuvre (PIB / emploi total). Le CSU peut être exprimé en deux variantes : le CSU nominal qui est basé sur le PIB en volume (déflaté, à prix constants) et le CSU réel qui, lui, est basé sur le PIB en valeur (à prix courants). Le choix de l'indicateur fait l'objet de discussions controversées dans le débat sur la compétitivité. La polémique est due au fait que les deux indicateurs montrent des évolutions opposées et peuvent donc mener à des conclusions et actions politiques différentes, en fonction de l'indicateur choisi. En effet, en moyenne annuelle sur les dix dernières années, le CSU nominal a augmenté (+2,4 %), alors que le CSU réel a baissé (-0,1 %) au Luxembourg. Le CNP estime que les deux indicateurs sont complémentaires et ont tous les deux leur raison d'être s'ils sont interprétés correctement.

L'impact de la productivité sur l'évolution des salaires dépend au final de la répartition des revenus entre la main-d'œuvre, les détenteurs des moyens de production et l'État. Il s'agit de savoir quelle part du revenu (supplémentaire) est empochée par quelle partie. Si la part salariale reste constante, une augmentation de la productivité signifie en parallèle une hausse des rémunérations des salariés. Alors que ce raisonnement est simplifié pour décrire comment les interactions entre les différents éléments fonctionnent, il est encore nécessaire de tenir compte de la distribution des salaires pour évaluer l'impact sur le pouvoir d'achat. En effet, le regard sur la part salariale au niveau agrégé néglige la distribution des rémunérations, donc les différences de rémunérations qui existent entre et au sein des branches et des entreprises.

Le découplage de la production économique de la consommation des ressources

Le découplage de la production économique de la consommation des ressources est dans la nature même de la productivité. Pour rappel, « *de façon générale, la productivité est définie comme le rapport, en volume, entre la production d'un bien ou d'un service et les ressources mises en œuvre pour l'obtenir. Elle constitue donc une sorte de mesure de l'efficacité avec laquelle une entreprise, un secteur et/ou une économie mettent à profit les ressources dont ils disposent pour fabriquer des biens ou prêter des services*¹⁰ ». Augmenter la productivité signifie donc utiliser moins de ressources (travail, matières, énergie, etc.) pour produire un même output, ou créer plus d'output avec une quantité de ressources donnée.

Pour réaliser une transition verte et équitable, il est toutefois indiqué de ne pas se limiter au seul volume des ressources utilisées, mais de tenir compte également de la qualité des ressources. Comme le CNP l'avait déjà mentionné dans son rapport annuel précédent¹¹, l'approche volume néglige non seulement les propriétés physiques des matières, mais également des qualités environnementales et sociales. À titre d'exemple, il ne ressort pas des données « en volume » s'il s'agit d'un premier usage des matières ou de matières recyclées ou revalorisées, ni leur provenance ou les conditions et impacts environnementaux et sociaux de leur extraction, transformation et consommation. Dans ce contexte, un nouveau cadre statistique, adapté aux enjeux et élaboré au niveau international, semble nécessaire pour évaluer la transition. Toujours en vue d'une évaluation globale de la transition, l'approche statistique de comptabilisation par territoire peut être complétée par une approche d'empreinte globale. En tenant compte des impacts environnementaux et sociaux causés par chaque maillon de la chaîne de production, donc à travers toute la chaîne de valeur et indépendamment de la localisation géographique des unités de production, une telle approche d'empreinte peut être utile pour évaluer l'impact total provoqué par la consommation de biens et services dans un pays, à la différence d'un système statistique qui comptabilise uniquement les effets nationaux dus à la partie de la production qui a lieu sur le territoire d'un pays. *In fine*, il s'agit d'éviter que les dommages environnementaux et sociaux de la production soient délocalisés ou externalisés, sans changement intégral vers une production et une consommation plus durables au niveau mondial.

Les engagements pour la transition prennent de plus en plus d'ampleur, tant au niveau politique que dans les entreprises. Ainsi par exemple, l'Accord de Paris sur le climat, le pacte vert pour l'Europe (*European Green Deal*), les Objectifs de développement durable (ODD) adoptés par les Nations Unies, l'initiative européenne sur le devoir de vigilance des entreprises en matière de durabilité ou encore les efforts des entreprises en matière d'ESG (critères environnementaux, sociaux et de gouvernance) sont des éléments concrets qui tracent la voie à poursuivre. Le CNP entend considérer dans ses réflexions et analyses les engagements pris en vue de la transition de l'économie afin d'alimenter les débats en la matière.

⁹ Pour plus d'informations : Eurostat News du 04.07.2022, "Income inequality across Europe", <https://ec.europa.eu/eurostat/fr/web/products-eurostat-news/-/ddn-20220704-1>

¹⁰ Conseil économique et social (2018), Analyse de la productivité, de ses déterminants et de ses résultantes, dans un contexte international, <https://ces.public.lu/dam-assets/fr/avis/politique-generale/avis-productivite-100118-.pdf>

¹¹ CNP, Rapport annuel 2020-2021, chapitre 1.3.4 « La productivité des ressources et de l'énergie », <https://odc.gouvernement.lu/dam-assets/domaines/cnp/CNP-rapport-2020-2021.pdf>

Pour ce qui est de la politique climatique, le Luxembourg a instauré une taxe carbone au 1^{er} janvier 2021, qui s'ajoute aux permis d'émissions que doivent acheter certaines entreprises dans le cadre du marché européen (*Emission Trading System*). L'OCDE attribue ainsi un score élevé au Luxembourg pour sa taxation des émissions provenant de la combustion d'énergie. Néanmoins, beaucoup reste à faire pour réduire l'intensité en termes d'émissions de carbone, car la part des énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie reste relativement faible (11,7 % en 2020) et les énergies fossiles dominent dans la consommation d'énergie au Luxembourg. À cet égard, les mesures prises lors de la tripartite en septembre 2022 pour plafonner les prix du gaz et de l'électricité tout en subventionnant le mazout de chauffage, même si elles sont inévitables pour amortir le choc de l'inflation, vont accroître le soutien aux énergies fossiles et ne contribuent donc pas à une amélioration de la politique climatique du pays. En plus, du fait que le Luxembourg doit importer les énergies fossiles qu'il consomme, la dépendance envers ces énergies signifie une vulnérabilité du pays.

1.1.3

Les travaux du CNP

Lors des discussions sur les travaux actuels et futurs, les membres du CNP ont souligné l'importance de viser surtout le long terme et de mettre en avant les éléments structurels sur lesquels il faut travailler pour relancer la productivité de l'économie luxembourgeoise, sans pour autant négliger les crises auxquelles sont confrontées les entreprises pour le moment et qui pèsent lourd sur les prévisions conjoncturelles. Les impacts possibles varient fortement selon l'activité économique et en fonction du degré d'exposition aux risques et faits qui se présentent.

Bon nombre de questions soulevées dans les rapports précédents du CNP restent toujours sous investigation. Parmi celles-ci, la digitalisation et le besoin en main-d'œuvre sont les défis les plus préoccupants. En matière de digitalisation, des investissements massifs sont nécessaires pour provoquer des changements institutionnels et réaliser la transformation numérique, tant du côté des entreprises que dans le secteur public. Pour ce qui est du besoin en main-d'œuvre, le STATEC estime dans ses projections macroéconomiques à moyen terme 2022-2026¹² que le cycle d'expansion de l'emploi pourrait se modérer d'ici quelques années, mais que cela n'empêcherait pas la création de près de 70 000 emplois additionnels. La plupart des secteurs, y compris le secteur public, devront ainsi recruter massivement sur les prochaines années pour pourvoir les nouveaux postes et combler des départs à la retraite. La course aux talents risque donc de s'intensifier et de créer des tensions supplémentaires sur le marché du travail. Une stratégie de reconversion et de renforcement des compétences pourrait se prêter pour faire face au *skills gap* et au *skills mismatch* croissants. Dans ce contexte, le CNP rappelle aussi l'importance d'accroître le taux d'activité des seniors qui, en comparaison internationale, est très faible au Luxembourg. En effet, moins d'une personne sur deux dans le groupe d'âge 55-64 ans est présente sur le marché du travail au Luxembourg (48,8 %), beaucoup moins que la moyenne de l'UE (64,0 %) et des pays membres de l'OCDE (64,4 %). Ceci prive l'économie de ressources en main-d'œuvre et en talents indispensables à une croissance durable¹³.

En outre, le CNP a identifié encore d'autres sujets en lien avec la productivité qui méritent attention. Une approche sectorielle, voire une approche au niveau des entreprises sur base de microdonnées, s'impose pour les analyses et études correspondantes afin de tenir compte de l'hétérogénéité du tissu économique. En effet, les travaux du CNP, et plus généralement du *Global Forum on Productivity* de l'OCDE et de la littérature, ont montré l'existence d'un écart croissant entre les entreprises les plus productives (*frontier firms*) et les entreprises les moins productives (*laggard firms*). Ces différences de productivité ne recouvrent pas les distinctions sectorielles, c'est-à-dire qu'ils existent des *frontier firms* et des *laggard firms* dans chaque branche d'activité. La faiblesse structurelle de la productivité des entreprises les moins productives appelle à s'interroger sur les causes. Des explications potentielles comme l'insuffisance de leurs investissements, leur lente digitalisation, la pression concurrentielle insuffisante, les barrières à la sortie, la qualité du management ou encore l'adéquation entre l'offre et la demande de compétences devront faire l'objet d'analyses plus approfondies.

Vu le contexte actuel, la hausse de l'inflation, l'évolution des coûts salariaux et la flambée des prix des intrants dans la production sont certainement les problèmes les plus préoccupants qui impactent la compétitivité et la productivité des entreprises. Les hausses de prix frappent quasi toutes les catégories des matières (énergies, métaux, produits agricoles, etc.) et se répercutent en aval à travers les chaînes de valeur. Une demande accrue depuis la reprise dite « post-COVID » conjuguée aux problèmes d'approvisionnement liés aux perturbations des chaînes logistiques mondiales causées par la pandémie ont commencé à exercer des pressions inflationnistes dès le deuxième semestre 2021. La guerre en Ukraine et les sanctions économiques à l'encontre de la Russie ont ensuite amplifié les difficultés en limitant davantage la disponibilité des produits, notamment pour ce qui est de l'énergie et des hydrocarbures en particulier. La situation géopolitique a amené l'UE à revoir les chaînes d'approvisionnement dont elle dépend et à accélérer ses efforts d'autonomie stratégique, notamment par la diversification et le rapatriement des chaînes de valeur en vue de réduire les dépendances envers l'extérieur. Les impacts de ces bouleversements sur la compétitivité et la productivité des entreprises et de l'économie nationale devront être suivis de près.

La hausse des prix peut peser également sur les marges des entreprises, réduisant ainsi leur rentabilité et pouvant même mettre en péril leur viabilité. Même si ce constat ne concerne pas toutes les entreprises, la baisse de la profitabilité risque de compromettre les capacités d'investissement et de développement futur de certaines entreprises et nuire ainsi à la productivité à long terme. D'une manière générale, le CNP juge utile d'explorer les liens entre la productivité et les marges. La question est de savoir comment ces deux éléments interagissent et si les liens jouent de la même manière dans les différentes branches d'activité.

¹² STATEC, Analyses 1-2022 : Projections macroéconomiques à moyen terme 2022-2026, <https://statistiques.public.lu/fr/publications/series/analyses/2022/analyses-01-22.html>

¹³ OCDE (2022), Taux d'activité (indicateur). doi: 10.1787/05025ae1-fr, <https://data.oecd.org/fr/emp/taux-d-activite.htm>

Un autre sujet que le CNP envisage d'investiguer davantage est le lien entre la productivité et les performances selon les critères environnementaux, sociaux et de gouvernance (ESG), qui servent à mesurer l'engagement pour une transition verte, responsable et équitable de l'économie. Une telle analyse extrafinancière, qui vise à évaluer les impacts sociétaux et environnementaux des activités d'une entreprise, devient de plus en plus indispensable, notamment en termes d'attractivité des entreprises pour les salariés et surtout pour les investisseurs. Ainsi, les critères ESG ne sont pas seulement un *nice to have*, mais un atout pour la compétitivité et un levier pour booster la performance des entreprises. Le CNP est conscient que l'analyse des liens entre productivité et critères ESG n'est pas une tâche facile. En effet, du fait que les engagements en matière d'ESG sont une démarche volontaire des entreprises, la définition des critères et la mesure des performances ESG ne sont pas harmonisées et il n'existe pas de standard unique pour évaluer les efforts ESG des entreprises. Le manque de comparabilité des performances complique toute analyse. En plus, les critères ESG ne sont pas sans controverse et des reproches de *greenwashing* surgissent régulièrement dans le débat, remettant en question la pertinence des critères ESG pour renseigner sur le comportement responsable des entreprises vis-à-vis des acteurs économiques, de l'environnement et de la société. Au vu de ces critiques, la prudence est de mise dans l'analyse et l'interprétation des résultats en matière d'ESG. À cet égard, le CNP suivra avec intérêt la suite des travaux sur la directive européenne CSRD (*Corporate Sustainability Reporting Directive*)¹⁴, et notamment sa transposition dans la législation luxembourgeoise, car cette directive vise à améliorer la qualité et la couverture des données non financières publiées par les entreprises, et permettra donc de faire une meilleure évaluation de leur impact sur l'environnement et la société, et sur les risques encourus du fait des impacts.

En plus de ses propres analyses, le CNP suit avec intérêt les discussions, actualités et études en lien avec la productivité et se propose de partager quelques réflexions correspondantes. Un rapport particulièrement important en ce sens est le « Bilan technique du régime général d'assurance pension 2022 » présenté par l'Inspection générale de la sécurité sociale (IGSS) en avril 2022¹⁵. Le rapport comporte entre autres des projections démographiques et financières du régime général d'assurance pension à partir de l'année de base 2020 jusqu'à l'horizon 2070 et pour lesquelles « l'hypothèse principale est celle de la croissance économique, qui, en termes réels, peut être décomposée en un facteur emploi et un facteur productivité ». Le modèle de projection illustre bien le rôle crucial de la productivité pour pérenniser le système social national. En effet, l'évolution de la productivité du travail ne concerne pas seulement les entreprises et leurs salariés, mais elle a un effet au niveau macro-économique et notamment sur les recettes et dépenses courantes et donc la stabilité financière du régime général d'assurance pension.

Pour ce qui est de la croissance de la productivité, l'IGSS retient dans son scénario de base que « la productivité du travail, qui détermine l'évolution réelle des salaires, est supposée augmenter au cours de la période de projection. Affichant une croissance négative de -1,0 % pour l'année de base 2020, elle est supposée s'accroître pendant la première moitié de la période de projection avant de se stabiliser à un rythme de 1,5 % par la suite. La croissance moyenne de cette variable s'élève ainsi à 1,2 % entre 2020 et 2070 ». Vu l'évolution modeste de la productivité au cours des vingt dernières années, cette projection semble pour le moins ambitieuse aux yeux du CNP.

Un autre sujet qui a attiré l'intérêt du CNP sont les discussions récentes sur le temps de travail au Luxembourg. Le temps de travail n'est pas un sujet isolé, il comprend différents aspects et touche à beaucoup de domaines parmi lesquels on retrouve la productivité, la flexibilité du travail, l'équilibre entre vie privée et vie professionnelle, l'égalité des genres, le besoin en main-d'œuvre de l'économie, l'attractivité du pays pour les talents étrangers ou encore la mobilité pour ne citer que ceux-ci. Pour ce qui est du temps de travail même, il convient de considérer non seulement les heures de travail par jour et par semaine, mais également la durée annuelle effective de travail ainsi que la durée de vie au travail. Dans sa réponse à la question élargie n° 140 sur la réduction du temps de travail, le Ministre du Travail, de l'Emploi et de l'Économie sociale et solidaire a annoncé devant la Chambre des Députés qu'il ferait réaliser une étude en la matière pour objectiver le débat¹⁶. Le CNP se réjouit de cette initiative et plaide pour une approche holistique qui tient compte des différents aspects.

Le nombre de sujets sur lesquels le CNP veut travailler devient de plus en plus important. Vu ses ressources propres limitées, le CNP envisage d'activer d'autres acteurs et réfléchit à des partenariats pour agrandir son périmètre d'action. Un aspect important est de bâtir des ponts avec les entreprises afin de porter le sujet sur le terrain. Dans ce contexte, les chambres professionnelles ou des organismes publics tels que Luxinnovation pourraient être des partenaires appropriés pour concilier la compréhension des entreprises et l'approche académique de la productivité.

¹⁴ Pour plus d'informations : Conseil de l'UE, Communiqué de presse du 21 juin 2022 concernant la directive CSRD, <https://www.consilium.europa.eu/fr/press/press-releases/2022/06/21/new-rules-on-sustainability-disclosure-provisional-agreement-between-council-and-european-parliament/>

¹⁵ Pour plus d'informations : Présentation du bilan technique du régime général d'assurance pension 2022, https://gouvernement.lu/fr/actualites/toutes_actualites/communiques/2022/04-avril/26-haagen-pensions.html

¹⁶ Pour plus d'informations : Chambre des Députés, Question parlementaire élargie n° 140, Réduction temps de travail, <https://www.chd.lu/fr/question/23353>

Les analyses macroéconomiques

Ce chapitre propose des analyses macroéconomiques sur différents aspects de la productivité, à savoir la productivité du travail, la productivité des ressources et la productivité de l'énergie. Les analyses ont été réalisées par l'Observatoire de la compétitivité (dans sa fonction de secrétariat du Conseil national de la productivité) et sont basées sur des données publiées par Eurostat et le STATEC.

1.2.1

La productivité du travail

Cette partie analyse et décrit l'évolution de la productivité du travail au Luxembourg. Sachant que le facteur travail n'est qu'un facteur de production parmi d'autres, le CNP appelle à la prudence dans l'interprétation des résultats et des conclusions à tirer. En effet, le regard sur le seul facteur travail ne peut constituer qu'une analyse partielle de la productivité du fait que d'autres éléments ne sont pas considérés, tels que la productivité du capital ou la productivité globale des facteurs.

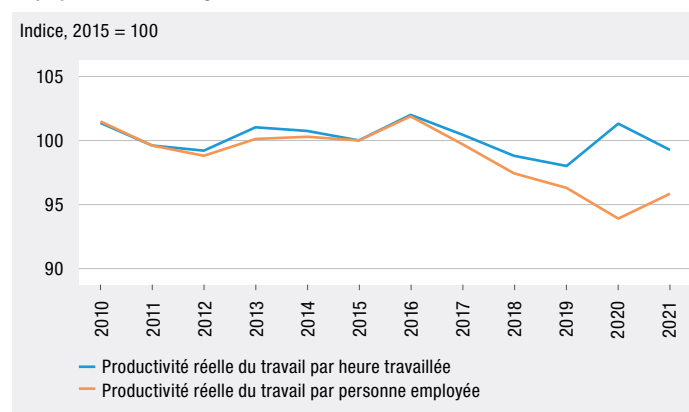
Deux approches

D'une manière générale, deux approches se prêtent au calcul de la productivité du travail : la richesse créée, donc le PIB réel et la valeur ajoutée brute par branche d'activité (en volume, donc à prix constants), peut soit être divisée par le nombre des personnes employées, soit par le nombre d'heures travaillées. Dans les deux cas, la productivité est mesurée par une quantité de travail, et non pas par sa qualité. Comme expliqué dans son rapport annuel 2020-2021, le CNP estime que la mesure de la productivité par heure travaillée est plus pertinente puisqu'elle élimine les différences entre l'emploi à plein temps et l'emploi à temps partiel et prend ainsi en compte le volume de travail réellement presté. Alors que les deux indicateurs présentaient une forte corrélation et donnaient des résultats similaires jusqu'en 2016, ils ont commencé à s'éloigner l'un de l'autre dès l'année 2017, en évoluant toutefois dans la même direction. Une explication de cette divergence grandissante pourrait être la réduction du temps de travail suite aux réformes du congé parental et d'autres congés liés à la situation familiale, ainsi que l'augmentation du congé légal à 26 jours et l'introduction d'un jour férié légal supplémentaire (Journée de l'Europe) en 2019. En 2020 et 2021, les deux indicateurs ont pourtant évolué dans des directions opposées. En effet, dès le début de la crise du COVID-19, le gouvernement luxembourgeois a décidé de faire du maintien de l'emploi une priorité et de subventionner le facteur travail pour empêcher des licenciements massifs. Ce choix politique a notamment été mis en œuvre à l'aide de la mesure du chômage partiel qui a été étendu, temporairement et sous certaines conditions, à toutes les entreprises et indépendants qui occupaient des salariés et qui étaient touchés par les restrictions imposées par les autorités publiques pour endiguer la crise sanitaire.

Par ailleurs, les mesures sanitaires pour lutter contre la propagation du virus, telles que l'isolement et la quarantaine, ont fortement impacté le nombre d'heures travaillées, tout comme l'a fait le congé pour raisons familiales dans le cadre de la pandémie de COVID-19. Au total, les heures travaillées ont beaucoup baissé en 2020 (-4,0 %), contrairement à l'emploi total qui a connu une évolution positive (+1,7 %). En 2021, les heures travaillées ont fortement repris (+7,3 %) alors que l'évolution de l'emploi s'est rapproché de ses taux d'avant crise (+3,0 %). Pour ce qui est du numérateur utilisé pour les calculs, le PIB réel a baissé en 2020 (-0,8 %) et a ensuite bien repris en 2021 (+5,1 %).

Figure 2

Évolution de la productivité réelle du travail par heure travaillée et par personne employée au Luxembourg



Source : Eurostat

La figure 2 montre bien l'impact de la crise du COVID-19 sur la productivité du travail en fonction de l'indicateur utilisé. Alors que la productivité par personne employée a fortement baissé en 2020 et a ensuite presque retrouvé son niveau d'avant-crise en 2021, la productivité par heure travaillée a évolué dans le sens opposé, affichant d'abord une belle hausse en 2020, puis une dégradation en 2021. La flexibilité du travail pourrait être une explication de l'évolution très favorable de la productivité par heure travaillée en 2020. En effet, l'extension généreuse du chômage partiel a permis aux entreprises en sureffectif (suite à la réduction de la production en raison de la pandémie) de garder toutefois leurs salariés et de les faire revenir au travail rapidement en cas de besoin. Le chômage partiel a ainsi facilité un emploi plus efficient de la main-d'œuvre.

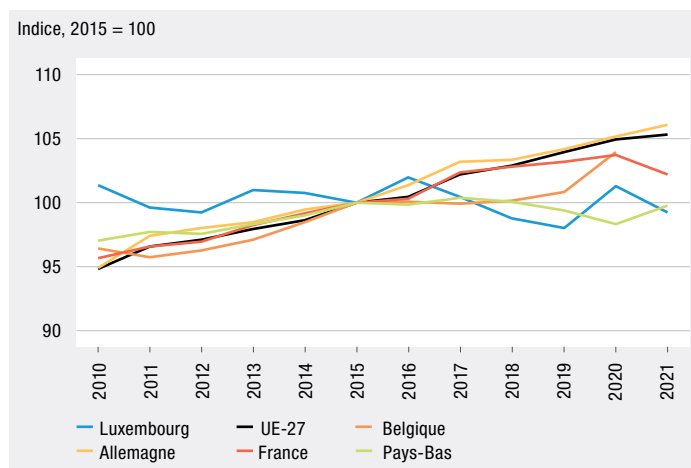
Pour les analyses qui suivent, le CNP utilise l'approche par heure travaillée. Vu la situation exceptionnelle des deux dernières années, le CNP appelle toutefois à la prudence dans l'interprétation des chiffres.

Productivité du travail au Luxembourg

La tourmente économique des années 2020 et 2021 a secoué la productivité du travail dans la plupart des pays européens. Les évolutions ont été très différentes d'un pays à l'autre. Alors que certains pays ont d'abord enregistré une hausse en 2020, puis une baisse en 2021 (p.ex. le Luxembourg et la France), d'autres pays ont évolué de manière inverse (p.ex. les Pays-Bas) et une bonne partie des États membres de l'UE ont même connu deux hausses consécutives de leur productivité du travail (p.ex. l'Allemagne). Ceci a également été le cas pour l'UE dans son ensemble, avec des hausses de 0,9 % en 2020 et 0,4 % en 2021. Au Luxembourg, la productivité réelle du travail par heure travaillée a évolué en dents de scie, avec une hausse en 2020 (+3,4 %) et une baisse en 2021 (-2,0 %).

La performance économique du Luxembourg s'explique non seulement par les aides financières et les mesures de maintien dans l'emploi mises en place par le gouvernement pour soutenir l'économie face à la crise liée à la pandémie du COVID-19, mais également par la part élevée d'emplois pouvant être réalisés en télétravail, ce qui a joué en faveur de l'activité alors que des restrictions sanitaires entravaient la vie économique. En plus, le secteur dominant de l'économie luxembourgeoise a bien résisté face à la crise. Le fait que la productivité du travail est très élevée dans la branche des activités financières et d'assurance a bénéficié à la productivité au niveau agrégé de l'économie nationale, ce qui indique la présence d'un effet de composition important dans l'évolution de la productivité du travail du Luxembourg.

Figure 3
Évolution de la productivité réelle du travail par heure travaillée en comparaison internationale



Source : Eurostat

Une analyse approfondie du type *shift-share*, à poids constant des secteurs, serait nécessaire pour distinguer quelle part relève des effets de composition et quelle part est due à l'évolution de la productivité à l'intérieur de chaque secteur (effet intrinsèque)¹⁷.

Un regard détaillé sur les deux composantes de la valeur ajoutée¹⁸, donc la production et les consommations intermédiaires, fait apparaître un constat un peu surprenant en 2020 pour le Luxembourg : la baisse de la valeur ajoutée n'était pas due à une baisse de la production, mais à une hausse plus prononcée de la consommation intermédiaire. En effet, au niveau agrégé de l'économie totale, la production a augmenté de 1,6 % et la consommation intermédiaire de 2,4 %, avec à la clé une baisse de la valeur ajoutée de -0,7 %. En 2021, la production a augmenté de 8,9 %, la consommation intermédiaire de 10,4 % et la valeur ajoutée brute de 4,8 % pour le total des branches¹⁹. Ainsi, le ratio consommation intermédiaire/production, déjà élevé au Luxembourg, a encore augmenté au cours des deux dernières années et s'élève à 74,2 % en 2021.

Productivité du travail par branche d'activité

Derrière l'évolution plutôt satisfaisante au niveau de l'économie nationale se cachent des disparités sectorielles importantes, tant pour la valeur ajoutée créée que pour les heures travaillées, et donc forcément en termes de productivité du travail. Les analyses qui suivent retracent l'évolution récente de ces trois éléments dans différentes branches de l'économie luxembourgeoise, agrégées au premier niveau de la nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne (NACE Rév. 2). L'analyse descriptive se limite aux principales branches du secteur marchand²⁰. Un tableau avec les données correspondantes pour toutes les branches de l'économie est fourni à la fin du chapitre.

Les activités financières et d'assurance (K) ont bien résisté face à la crise, avec des performances qui ont dépassé celles de la période 2015-2019. La valeur ajoutée a augmenté de 5,5 % en 2020 et de 7,1 % en 2021, alors que les heures travaillées ont évolué moins vite avec 2,5 % et 3,3 % respectivement. Après une dégradation continue de sa productivité du travail enregistrée depuis 2015, le secteur des activités financières et d'assurance a amélioré sa productivité les deux dernières années et a ainsi réussi à inverser la tendance, au moins provisoirement.

Contrairement aux prévisions antérieures, les chiffres révisés des comptes nationaux montrent que la branche de l'information et de la communication (J) a beaucoup souffert pendant la crise. La valeur ajoutée en volume a chuté de -10,8 % en 2020, alors que les heures travaillées n'ont diminué que de -1,2 % la même année. En 2021, la valeur ajoutée de la branche a encore baissé de -3,4 %, et ce malgré une hausse des heures travaillées de 6,8 %.

¹⁷ Dans son rapport annuel 2019, le CNP avait déjà présenté une analyse « *shift-share* » par branche d'activité qui visait à apporter des éléments d'explication empiriques et économiques sur l'évolution moins favorable de la productivité du Luxembourg par rapport à celle des pays limitrophes. Pour plus d'informations : <https://odc.gouvernement.lu/dam-assets/domaines/cnp/CNP-rapport-2019.pdf>

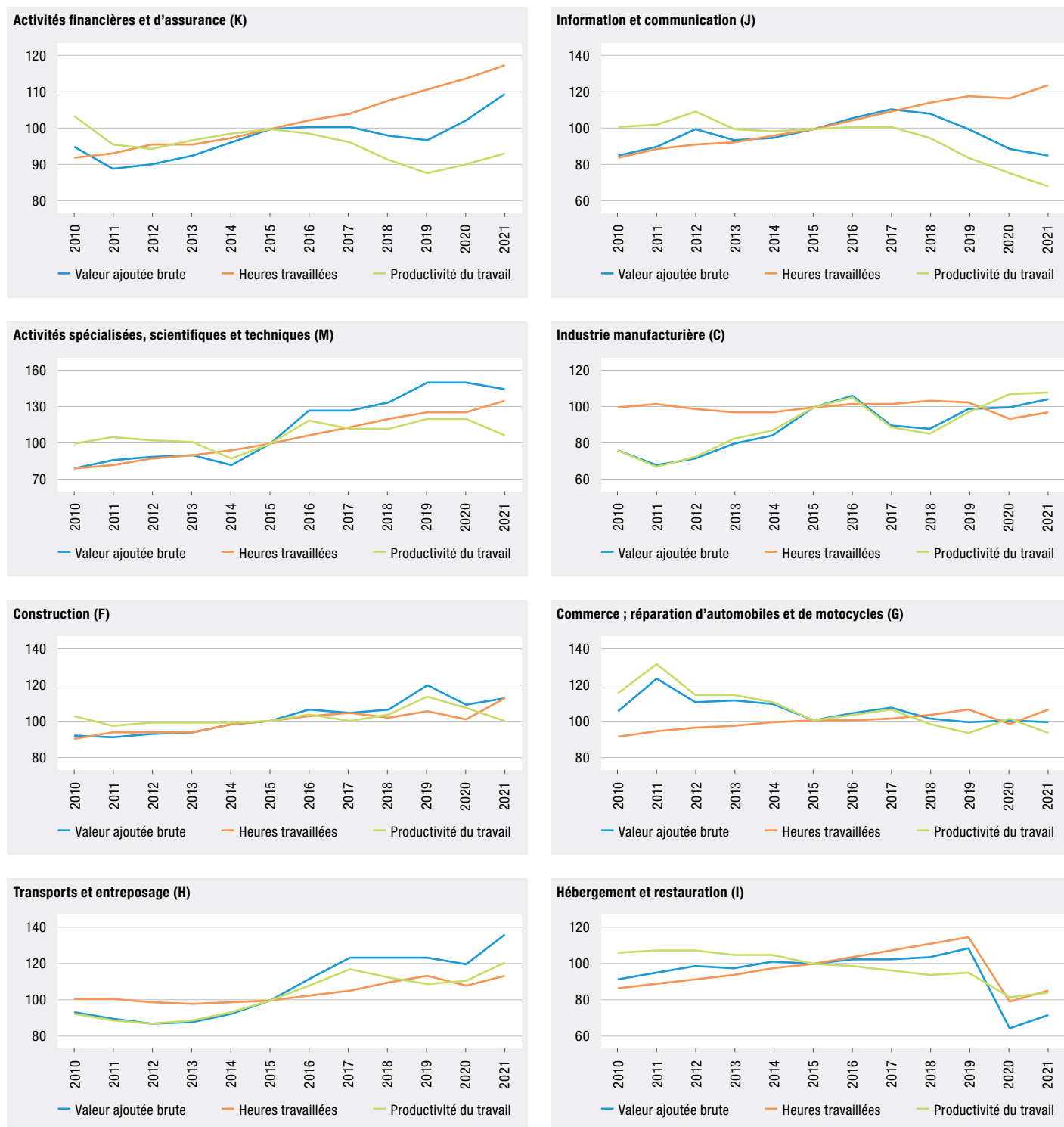
¹⁸ Pour plus d'informations sur les composantes de la valeur ajoutée et leur impact sur la productivité, voir le Rapport annuel 2019 du CNP, chapitre 2.3 « Productivité apparente du travail : focus sur la valeur ajoutée », <https://odc.gouvernement.lu/dam-assets/domaines/cnp/CNP-rapport-2019.pdf>

¹⁹ La différence entre l'évolution de la valeur ajoutée brute pour le total des branches et l'évolution du PIB s'explique par la définition même du PIB. Pour rappel, dans les comptes nationaux et d'après l'approche production, le PIB est égal à la somme des valeurs ajoutées brutes des différents secteurs institutionnels ou des différentes branches d'activité, augmentée des impôts moins les subventions sur les produits.

²⁰ Activités financières et d'assurance (K) - Information et communication (J) - Activités spécialisées, scientifiques et techniques (M) - Industrie manufacturière (C) - Construction (F) - Commerce ; réparation d'automobiles et de motocycles (G) - Transports et entreposage (H) - Hébergement et restauration (I).

Figure 4

Évolution de la valeur ajoutée brute, des heures travaillées et de la productivité du travail au Luxembourg, branches sélectionnées (Indice, 2015 = 100)



Source : STATEC, calculs de l'auteur

Au total, la dégradation très nette de la productivité du travail, observée depuis 2018 dans le secteur de l'information et de la communication, continue avec des taux très élevés de -9,8 % en 2020 et -9,5 % en 2021.

Après avoir connu des taux de croissance à deux chiffres en moyenne annuelle entre 2015 et 2019, la valeur ajoutée des activités spécialisées, scientifiques et techniques (M) a légèrement baissé en 2020 et encore plus en 2021. Pour ce qui est des heures travaillées, elles ont quasi stagné en 2020, puis ont rebondi fortement l'année d'après. En conséquence, la productivité du travail a dévié de sa tendance à la hausse observée précédemment et est retombée en 2021 en dessous de son niveau d'il y a cinq ans.

L'industrie manufacturière (C) a enregistré une quasi-stagnation en termes de valeur ajoutée et une baisse importante des heures travaillées en 2020. Ensuite, les activités se sont bien redressées en 2021 et les heures travaillées ont également augmenté. En somme, la productivité du travail a bondi dans l'industrie manufacturière en 2020, puis la tendance à la hausse a sensiblement ralenti en 2021.

Le bilan est difficile pour le secteur de la construction (F). La valeur ajoutée a baissé bien plus que les heures travaillées en 2020, alors qu'en 2021 la hausse de la valeur ajoutée était accompagnée d'une hausse plus forte des heures travaillées. Du coup, la productivité du travail a diminué les deux années consécutives et est retombée à son niveau de 2015.

Le commerce et la réparation d'automobiles et de motocycles (G) a relativement bien passé la crise, au moins au niveau agrégé de la branche. La légère hausse de la valeur ajoutée en 2020 était réalisée avec moins d'heures travaillées, signifiant une hausse de la productivité du travail. L'évolution s'est cependant inversée en 2021 où la valeur ajoutée a diminué légèrement alors que les heures travaillées ont augmenté. En tout, après deux années mouvementées, la valeur ajoutée, les heures travaillées et la productivité se retrouvent quasi à leurs niveaux de 2019.

La branche des transports et de l'entreposage (H) a perdu en valeur ajoutée, mais encore plus en heures travaillées en 2020. Les activités de la branche ont ensuite bien repris en 2021, la hausse en termes de valeur ajoutée dépassant celle des heures travaillées. En conséquence, la productivité a augmenté en 2020 et en 2021, inversant ainsi la tendance observée en 2018 et 2019.

La situation est alarmante pour l'hébergement et la restauration (I). En effet, le secteur de l'Horeca a été frappé de plein fouet par le confinement et les restrictions sanitaires imposées dans la crise sanitaire du COVID-19. La valeur ajoutée a chuté de -40,8 % en 2020. La reprise en 2021 (+12,2 %) n'a pas suffi pour revenir au niveau d'avant-crise. La diminution du nombre d'heures travaillées montre bien les difficultés auxquelles sont toujours exposés les acteurs de l'hôtellerie, de la restauration et des cafés. La hausse (mécanique) de la productivité du travail observée en 2021 n'est en rien un réconfort pour les entreprises concernées.

Tableau 1

Croissance annuelle moyenne de la valeur ajoutée brute, des heures travaillées et de la productivité du travail au Luxembourg, par branche

	Valeur ajoutée brute			Heures travaillées			Productivité du travail		
	2015-2019	2020	2021	2015-2019	2020	2021	2015-2019	2020	2021
Agriculture, sylviculture et pêche (A)	0,2 %	-3,6 %	-0,1 %	-0,4 %	-2,1 %	1,7 %	0,6 %	-1,5 %	-1,7 %
Industries extractives (B)	-2,4 %	-1,0 %	-4,9 %	1,0 %	-6,6 %	2,5 %	-3,4 %	6,0 %	-7,1 %
Industrie manufacturière (C)	3,4 %	0,3 %	5,1 %	1,1 %	-9,1 %	3,8 %	2,2 %	10,4 %	1,2 %
Production et distribution d'électricité, de gaz, de vapeur et d'air conditionné (D)	9,3 %	-6,2 %	-12,8 %	3,4 %	2,1 %	5,3 %	5,7 %	-8,1 %	-17,2 %
Production et distribution d'eau ; assainissement, gestion des déchets et dépollution (E)	-0,1 %	3,2 %	0,3 %	2,5 %	1,3 %	7,7 %	-2,5 %	1,9 %	-6,9 %
Construction (F)	4,1 %	-9,1 %	3,2 %	1,3 %	-3,8 %	10,8 %	2,7 %	-5,5 %	-6,9 %
Commerce ; réparation d'automobiles et de motocycles (G)	-1,8 %	0,3 %	-0,7 %	1,4 %	-7,2 %	7,7 %	-3,2 %	8,1 %	-7,8 %
Transports et entreposage (H)	5,9 %	-3,0 %	13,6 %	2,9 %	-5,1 %	4,7 %	2,9 %	2,2 %	8,5 %
Hébergement et restauration (I)	1,4 %	-40,8 %	12,2 %	3,4 %	-31,1 %	8,4 %	-1,9 %	-14,2 %	3,5 %
Information et communication (J)	0,9 %	-10,8 %	-3,4 %	4,0 %	-1,2 %	6,8 %	-3,1 %	-9,8 %	-9,5 %
Activités financières et d'assurance (K)	0,2 %	5,5 %	7,1 %	2,6 %	2,5 %	3,3 %	-2,4 %	2,9 %	3,7 %
Activités immobilières (L)	2,5 %	-1,6 %	4,3 %	6,9 %	-6,3 %	10,4 %	-4,1 %	5,0 %	-5,6 %
Activités spécialisées, scientifiques et techniques (M)	12,8 %	-0,4 %	-3,8 %	5,9 %	-0,2 %	8,1 %	6,5 %	-0,2 %	-11,0 %
Activités de services administratifs et de soutien (N)	8,7 %	-6,1 %	10,6 %	5,9 %	-8,8 %	12,6 %	2,7 %	3,0 %	-1,8 %
Administration publique (O)	2,9 %	6,8 %	6,3 %	2,5 %	7,4 %	6,5 %	0,4 %	-0,6 %	-0,1 %
Enseignement (P)	1,6 %	3,0 %	3,7 %	3,3 %	0,1 %	9,9 %	-1,7 %	2,9 %	-5,7 %
Santé humaine et action sociale (Q)	3,9 %	0,1 %	13,4 %	3,8 %	0,3 %	4,8 %	0,1 %	-0,2 %	8,2 %
Arts, spectacles et activités récréatives (R)	2,7 %	-6,8 %	9,3 %	3,3 %	-9,2 %	12,2 %	-0,6 %	2,7 %	-2,6 %
Autres activités de services (S)	1,7 %	-6,1 %	20,9 %	2,5 %	-7,4 %	20,1 %	-0,8 %	1,4 %	0,6 %
Activités des ménages en tant qu'employeurs ; activités indifférenciées des ménages en tant que producteurs de biens et services pour usage propre (T)	0,8 %	-4,2 %	1,4 %	0,8 %	-4,2 %	1,4 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Activités extraterritoriales (U)	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Total des branches (TOT)	2,8 %	-0,7 %	4,8 %	3,0 %	-4,0 %	7,3 %	-0,2 %	3,5 %	-2,3 %

Source : STATEC, calculs de l'auteur

1.2.2

La productivité des ressources et de l'énergie

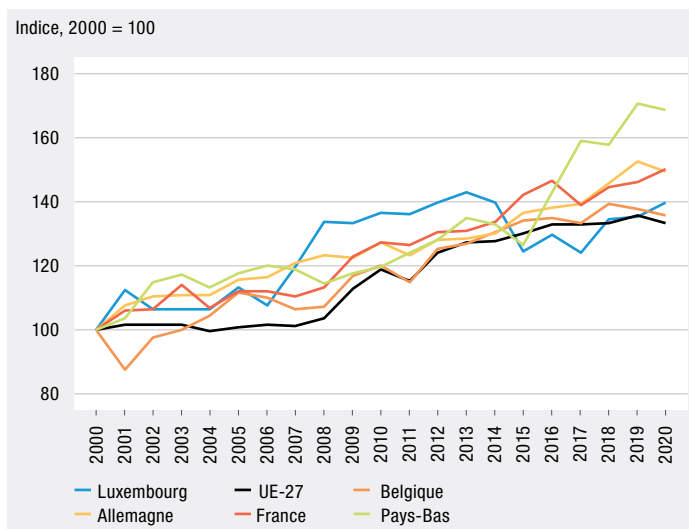
Dans une optique de développement durable, cette partie retrace l'évolution de la productivité des ressources et celle de l'énergie depuis l'année 2000. L'analyse descriptive vise plus en détail l'année 2020, marquée par la crise économique liée à la pandémie du COVID-19. Les données pour l'année de reprise 2021 n'étant pas encore disponibles au moment de la rédaction du rapport, les résultats des analyses sont à considérer comme préliminaires. En effet, l'année de crise 2020 était une année très particulière avec un grand confinement et des restrictions sanitaires importantes qui ont entravé l'activité économique. Pour déceler des changements structurels éventuels, il est indiqué de répéter l'exercice d'analyse avec les données des années suivantes afin d'avoir une image pertinente et plus complète de l'évolution de la productivité des ressources et de l'énergie au Luxembourg.

Productivité des ressources

La productivité des ressources, donc le produit intérieur brut (PIB) divisé par la consommation intérieure de matières (CIM), est un des indicateurs utilisés par Eurostat pour suivre le progrès de l'Union européenne et de ses États membres vers la réalisation des Objectifs de développement durable (ODD) établis par les Nations Unies. La productivité des ressources fait partie des indicateurs de l'ODD 12 qui vise à établir des modes de consommation et de production durables. L'indicateur permet de mesurer le découplage des impacts environnementaux de la croissance économique.

Le niveau de la productivité des ressources est élevé au Luxembourg. Parmi les États membres de l'UE, seuls les Pays-Bas affichent une meilleure performance. Pour ce qui est de l'évolution en 2020, il apparaît que la productivité des ressources a augmenté au Luxembourg et en France. Par contre, l'évolution était négative aux Pays-Bas, en Belgique et en Allemagne ainsi que dans l'UE dans son ensemble.

Figure 5
Évolution de la productivité des ressources, économies sélectionnées



Source : Eurostat

Le regard sur les deux éléments considérés dans les calculs montre que le PIB et la consommation intérieure de matières ont baissé aussi bien dans l'UE qu'au Luxembourg et dans ses pays voisins en 2020, et que c'est la différence de l'ampleur des baisses qui entraîne l'évolution divergente de la productivité des ressources des pays respectifs. Au Luxembourg, la consommation intérieure de matières a baissé de 689,6 mille tonnes (soit -4,8 %) en 2020 par rapport à l'année précédente, soit une baisse plus importante que celle du PIB (-0,8 %), provoquant ainsi une hausse de la productivité des ressources (+3,2 %). Ce résultat s'explique en partie par la structure de l'économie luxembourgeoise, fortement axée sur les services et donc dominée par des activités avec une consommation de matières relativement faible. En plus, certaines de ces activités de services ont mieux résisté face à la crise en 2020, notamment la branche des activités financières et d'assurance, comparé aux branches plus intensives en consommation de matières comme l'industrie manufacturière qui a stagné ou la construction qui a connu une baisse importante de ses activités en 2020. En somme, ces évolutions ont provoqué une hausse significative de la productivité des ressources au niveau agrégé de l'économie nationale.

La baisse de la CIM en 2020 par rapport à l'année précédente concerne presque toutes les catégories de matières. Ainsi, la consommation de biomasse a baissé de 244,2 mille tonnes (-10,1 %), principalement en raison de la baisse de la consommation de bois ronds industriels et de biomasse pâturée. La baisse de 189,4 mille tonnes pour les minerais métalliques (-19,2 %) s'explique par une réduction importante de la consommation de fer. La réduction de 253,8 mille tonnes pour les minerais non métalliques (-3,8 %) est due à la consommation réduite de sable et gravier. Finalement, la catégorie des autres produits a baissé de 113,5 mille tonnes (-21,6 %). Le volume de la catégorie des déchets pour traitement et élimination définitifs a augmenté de 4,8 mille tonnes mais reste marginal dans le total de la CIM. À l'opposé des autres catégories, la consommation de matières/vecteurs énergétiques fossiles a augmenté de 106,5 mille tonnes (+2,9 %) au Luxembourg en 2020.

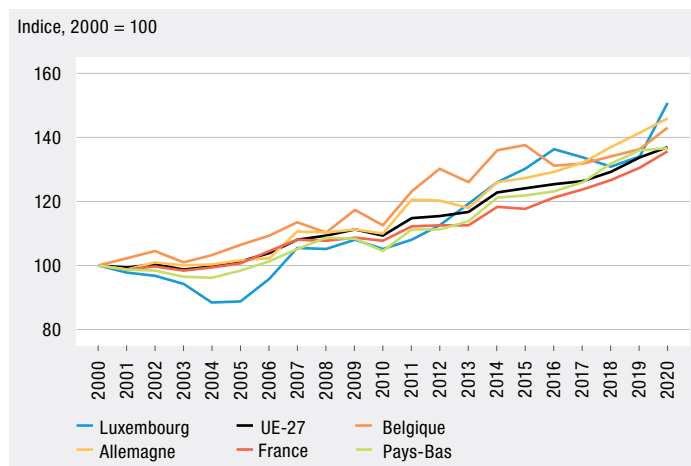
Productivité de l'énergie

La productivité de l'énergie est également un des indicateurs utilisés par Eurostat pour suivre le progrès de l'UE et de ses États membres vers la réalisation des Objectifs de développement durable établis par les Nations Unies. L'indicateur fait partie des indicateurs de l'ODD 7 qui vise à garantir l'accès de tous à des services énergétiques modernes, à améliorer l'efficacité énergétique et à accroître la part d'énergie renouvelable. L'indicateur mesure la quantité de production économique produite par unité d'énergie brute disponible (en milliers de tonnes équivalent pétrole, mtep).

Le niveau de la productivité de l'énergie reste élevé au Luxembourg. Le Grand-Duché se retrouve parmi les États membres de l'UE les plus performants pour cet indicateur et devance ses pays voisins et l'UE dans son ensemble. Cela est notamment dû au fait que l'économie luxembourgeoise repose principalement sur des activités de services qui sont en général moins énergivores que les activités industrielles.

Quant à l'évolution de la productivité de l'énergie, il apparaît que la tendance générale des vingt dernières années est positive, aussi bien au Luxembourg que dans l'UE dans son ensemble et dans les États membres individuels. La productivité de l'énergie a bondi au Luxembourg (+12,6 %) en 2020 par rapport à 2019. Ce taux de croissance était bien supérieur à ceux observés pour la Belgique, la France, l'Allemagne, les Pays-Bas et l'UE dans son ensemble.

Figure 6
Évolution de la productivité de l'énergie, économies sélectionnées



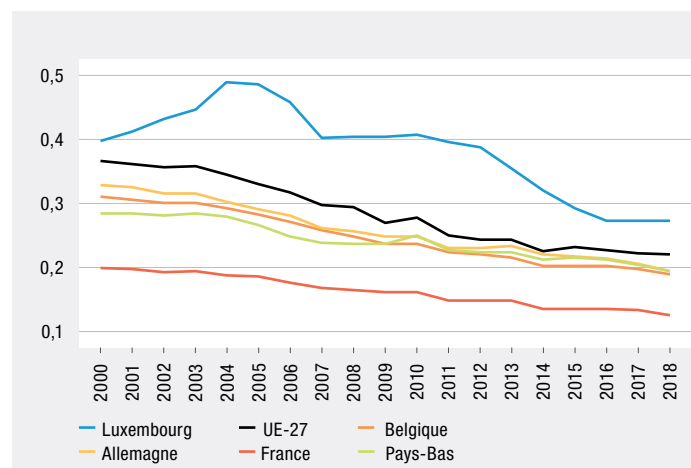
Source : Eurostat

Le regard sur les deux composantes de l'indicateur montre que la consommation d'énergie a baissé partout en Europe en 2020. La situation est différente en termes de production économique. En effet, certains États membres de l'UE ont connu une baisse alors que d'autres ont réussi à augmenter la production en 2020. Parmi les pays mis en avant ici, le Luxembourg a connu en 2020 la baisse annuelle la plus importante en matière de consommation d'énergie (-12,8 %) et est le seul à avoir augmenté sa production économique (+1,6 %), avec en conséquence une hausse exceptionnelle de la productivité de l'énergie.

L'analyse détaillée de la consommation finale d'énergie par secteur au Luxembourg montre que quasi la totalité de la baisse en 2020 est imputable au seul secteur des transports dans lequel la consommation d'énergie a baissé de 485,0 mtep (-22,5 %). Cette baisse s'explique principalement par les mesures sanitaires prises pour endiguer la pandémie du COVID-19, notamment le confinement et le recours massif au travail à distance (télétravail). Suite au ralentissement des activités en raison de la crise, la consommation d'énergie a baissé de 47,0 mtep dans le secteur de l'industrie (-7,4 %) et de 26,3 mtep dans le commerce et les services publics (-5,1 %). Par contre, la consommation d'énergie des ménages a augmenté de 34,2 mtep (+7,4 %) en 2020.

Dans une optique climat, il convient d'analyser non seulement la productivité de l'énergie, mais également l'intensité des émissions de dioxyde de carbone des économies. L'indicateur correspondant, publié par *Our World in Data*, mesure les émissions annuelles de CO₂ liées à la production économique (en kilogramme) par unité de PIB (en dollar international au prix de 2011). Le jeu de données des émissions liées à la production économique est basé sur les émissions territoriales qui ne tiennent pas compte des émissions intégrées dans les biens échangés dans le commerce international. Les dernières données disponibles datent de 2018.

Figure 7
Intensité en dioxyde de carbone des économies, émissions de CO₂ (en kg) par unité de PIB (en dollar international au prix de 2011)



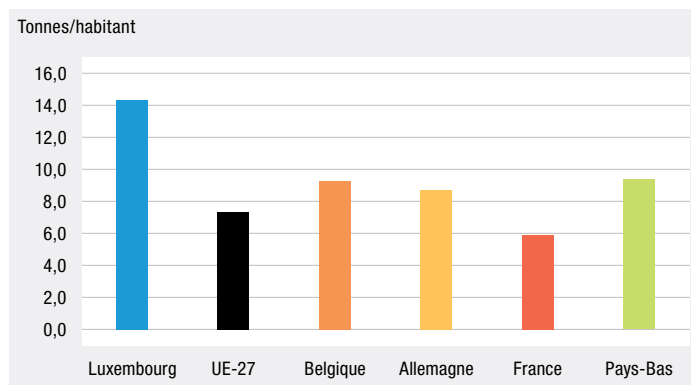
Source : Our World in Data
(based on the Global Carbon Project and Maddison Project Database 2020)

L'intensité en CO₂ de l'économie luxembourgeoise est plus élevée que celle de ses pays voisins et de l'UE dans son ensemble. L'intensité en CO₂ est en baisse au Luxembourg depuis 2010, à part une stagnation en fin de la période observée. Une tendance à la baisse est également observée pour la Belgique, l'Allemagne, la France, les Pays-Bas et l'ensemble de l'UE, et cela sur toute la période.

Le constat est similaire si l'on considère les émissions de gaz à effet de serre (GES) par habitant²¹. Selon les dernières données disponibles de l'OCDE, les émissions de GES par habitant étaient bien plus élevées au Luxembourg que dans ses pays voisins et l'UE dans son ensemble en 2020. Le regard sur les vingt dernières années montre toutefois que tous les pays analysés ici ont réduit peu à peu leurs émissions de GES par habitant depuis le début du millénaire. Après des hausses au début des années 2000 et un pic en 2004/2005, le Luxembourg a réussi à baisser ses émissions par habitant en continu jusqu'en 2016, puis à les stabiliser jusqu'en 2019. Les émissions de GES par habitant ont ensuite chuté fortement au Luxembourg en 2020. La baisse spectaculaire lors de cette année de crise exceptionnelle est bien évidemment liée aux restrictions et mesures sanitaires prises pour faire face à la pandémie du COVID-19. Il reste encore à voir quels en seront les impacts structurels.

²¹ Les émissions de GES renvoient à la somme des sept gaz à effet de serre qui influencent directement le changement climatique : dioxyde de carbone (CO₂), méthane (CH₄), hémioxyde d'azote (N₂O), chlorofluorocarbones (CFC), hydrofluorocarbones (HFC), perfluorocarbones (PFC), hexafluorure de soufre (SF₆) et trifluorure d'azote (NF₃). Les données sont exprimées en équivalents CO₂ et portent sur les émissions brutes directes provenant des activités humaines.

Figure 8
Émissions de GES (équivalents CO₂), 2020



Source : OCDE

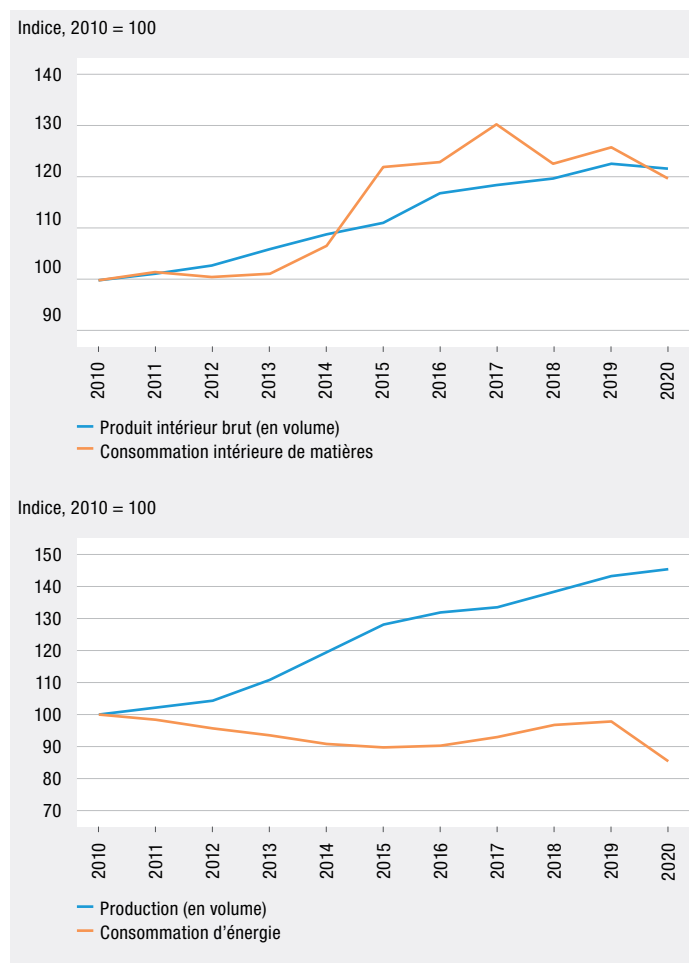
Découplage de la croissance économique de la consommation de matières et d'énergie

L'analyse des différentes composantes utilisées pour calculer la productivité des ressources et de l'énergie permet d'illustrer le concept du découplage, soit la dissociation entre la croissance économique et la consommation de ressources et d'énergie. Réussir le découplage signifie augmenter la prospérité tout en limitant les atteintes à l'environnement.

La figure 9, graphique du haut, montre que le Luxembourg n'a pas réussi à découpler la croissance du PIB de la consommation intérieure de matières au cours des dix dernières années. Les taux de croissance des deux éléments varient à différentes vitesses d'année en année, mais au total de la décennie, les deux éléments ont connu une hausse similaire, signifiant une quasi-stagnation de la productivité des ressources au bout de dix ans.

L'image est par contre bien différente en matière d'énergie. Le graphique du bas montre que le Luxembourg a réussi à augmenter constamment le volume de sa production économique tout en réduisant sa consommation d'énergie (et ses émissions de gaz à effet de serre), signifiant un découplage absolu et, en résultat, une belle hausse de la productivité de l'énergie entre 2010 et 2020.

Figure 9
Découplage de la croissance économique de la consommation de ressources et d'énergie au Luxembourg



Source : STATEC, Eurostat, calculs de l'auteur

1.2.3

Sources des données statistiques pour les analyses macroéconomiques

Tableau 2

Sources des données

Indicateur	Source	Base de données, code des données	Date de téléchargement
Revenu national brut par habitant	Eurostat	RNB (Revenu national brut) par habitant en PPA (parité de pouvoir d'achat) [nama_10_pp]	17.10.2022
Productivité du travail, économie nationale, comparaison internationale	Eurostat	Productivité du travail et coût salarial unitaire [nama_10_lp_ulc]	17.10.2022
Productivité du travail au Luxembourg, par branche	STATEC	Comptes nationaux [tableau E2305, Valeur ajoutée brute (B1) aux prix de base par branche (en volume aux prix de l'année précédente chaînés ; année de référence = 2015)] Comptes nationaux [tableau E2312, Heures travaillées total par branche]	17.10.2022
Productivité des ressources	Eurostat	Productivité des ressources et consommation intérieure de matières [SDG_12_20] Comptes de flux de matières [ENV_AC_MFA]	17.10.2022
Productivité de l'énergie	Eurostat	Productivité de l'énergie [SDG_07_30] Énergie disponible brute par produit [TEN00121] Consommation finale d'énergie par secteur [TEN00124]	17.10.2022
Intensité des économies en CO ₂	Our World in Data	Carbon emission intensity of economies, https://ourworldindata.org/grapher/co2-intensity	17.10.2022
Émissions de gaz à effet de serre	OCDE	Émissions de GES et de polluants de l'air (indicateur), doi: 10.1787/e35e4bd6-fr	17.10.2022
Découplage du PIB de la consommation intérieure de matières	STATEC	Comptes nationaux [tableau E2101, Principaux agrégats, Produit intérieur brut (en volume aux prix de l'année précédente chaînés ; année de référence = 2015)]	17.10.2022
	Eurostat	Comptes de flux de matières [ENV_AC_MFA]	
Découplage de la production économique de la consommation d'énergie	STATEC	Comptes nationaux [tableau E2301, Production (P1) par branche (en volume aux prix de l'année précédente chaînés ; année de référence = 2015)]	17.10.2022
	Eurostat	Énergie disponible brute par produit [TEN00121]	



Cette partie comporte trois études, rédigées en anglais et réalisées par STATEC Research pour le compte du CNP. La première étude décrit l'évolution de la productivité du travail du Luxembourg dans une comparaison internationale en tenant compte de différents déterminants de la productivité. La deuxième étude analyse les relations entre les salaires et la productivité du travail au Luxembourg. La troisième étude classifie les activités économiques en fonction de leur risque environnemental et associe ensuite les performances économiques aux émissions de gaz à effet de serre.

Part 2 of this report presents selected studies from the analysis of productivity conducted at STATEC Research.

The studies conducted at STATEC Research aim to provide insights on the comparative evolution of productivity in Luxembourg's industries, and to support the analysis of the Conseil National de la Productivité. The team compiles essential indicators of labour and total factor productivity (TFP) for Luxembourg's industries and main economic aggregates. The indicators stem from two approaches that provide complementary insights on productivity. Specifically, the frontier approach used by the LuxKLEMS project employs disaggregated National Accounts data, while the econometric approach draws evidence from firm-level data – primarily, Structural Business Statistics. Based on these frameworks, the team investigates open issues in this field of study, such as the measurement of productivity performances in services, drivers of productive efficiency, the role of allocation of resources, and the role of trade in productivity. Previous issues of the CNP report reported results from a selection of these analyses.

The following studies examine features of labour productivity evolution, also in relation with wages, and productive efficiency for selected aggregates of the economy of Luxembourg. They take a medium-run perspective, focusing on a period that goes from 1995, or early 2000s, depending on data availability, to 2019. The studies provide insights on some of the issues highlighted in the opening of this report: respectively, the role of ICT capital in shaping productivity performances, the relation between salaries and productivity, and the link between productivity and sustainability.

The first contribution sets the scene: after describing the medium-run comparative evolution of Luxembourg's labour productivity, it provides a concise review and an examination of possible explanations for observed productivity patterns. In doing so, it highlights the contribution of the accumulation of information and communication technology (ICT) capital to labour productivity's evolution. This evidence draws from a recent update of the OECD productivity database and covers the period from 1995 to 2019. The data highlight the general slowdown in advanced economies' labour productivity growth that occurred in the last two decades. This trend was aggravated by the great recession of 2007-2009. In Luxembourg labour productivity featured a flat trend and high volatility since the crisis, accompanied by weak TFP performance and sustained capital deepening. We examine possible reasons underlying this pattern, including the idea that high levels of productivity are observed in conjunction to slow growth due to a "convergence effect". We do so by contrasting the evolution of labour productivity with its drivers, including TFP, the accumulation of ICT and other fixed capital assets, innovation and trade indicators, for a panel of countries. The results cast doubts on the convergence hypothesis.

Furthermore, ICT capital accumulation, which is positively associated to the growth of labour productivity before the recession, does not significantly correlate with productivity growth in the subsequent period.

The second study presents a preliminary investigation of the correlation between wages and productivity. This extends previous analysis of labour productivity in Luxembourg's firm-level data, which evidenced the increasing dispersion of productivity across manufacturing and non-financial service firms. Specifically, this study examines the correlation between productivity and wages, and evaluates the evolution of the dispersion for the respective distributions as well as potential associations between them. The theoretical link between productivity and wages, and the link's relevance/implication for inequality and social cohesion, has prompted economists to investigate the relationship between the observed increased productivity dispersion and wage patterns. This research follows previous analysis carried out at the OECD (Berlingieri et al., 2017b) for a group of member countries over the period 2001-2012. We find evidence of a positive significant association between firms' average wages and productivity for both manufacturing and non-financial services. This indicates that firms that are more productive tend to pay higher wages in Luxembourg. In contrast, we do not find an overall statistically robust link between wage dispersion and productivity dispersion.

The third and last contribution extends the concept of productive efficiency, a key component of TFP, to environmental efficiency, and applies the proposed framework to study Luxembourg's industries comparative environmental performances. Economic activities use production factors such as energy, natural resources, labour and capital to produce outputs, that is, goods and services. At the same time, the same activities results in undesirable outputs such as emissions of pollutants, or greenhouse gases (GHGs). Environmental efficiency is the extent to which economic activities can maximise output, while reducing pollution, given the level of inputs use. (In comparison, productive efficiency compares desirable output to inputs use.) In this study, we first classify industries according to an environmental-risk taxonomy proposed by the European Bank of Reconstruction and Development (EBRD). Then, we contrast this ex ante classification with environmental efficiency indices derived from National Accounts data using a frontier method. That is, we check whether belonging to a specific risk group implies lower or higher efficiency. The results show that, in Luxembourg, low risk industries account for the highest share of output and pollution, although medium and high risks industries account for a greater proportion of emissions per unit of output. The analysis of environmental efficiencies, however, evidence substantial heterogeneity across and within the groups. We discuss possible policy implications of this analysis. Indeed, this approach could be relevant to decision makers who need to evaluate how industries fare in terms of environmental sustainability when granting subsidies/funds according to ESG principles.

Luxembourg's Labour Productivity Slowdown in a Comparative Perspective

2.2.1

Introduction

This contribution describes the evolution of labour productivity in Luxembourg in a comparative perspective. It also shows the evolution of main drivers of labour productivity, and goes on to consider possible explanations for the observed slowdown in labour productivity growth, including the convergence hypothesis. Descriptive statistics and results from the econometric analysis are based on recently released data from the OECD Productivity Statistics database.

Firstly, we describe the comparative evolution of aggregate labour productivity in Luxembourg, selected Western European countries and the US, which took place from 1995 to 2019. The data highlight that advanced economies featured a slowdown in labour productivity growth in the aftermath of the global recession of 2007-2009. The data also show that the decline in productivity growth had already started during the decade preceding the crisis in European countries. This confirms well-known facts. The data also provides information on Luxembourg's recent productivity performance. In this country, labour productivity patterns are broadly in line with those observed in other countries. There are, however, some distinctive features. In Luxembourg, the decline in labour productivity is associated to sustained capital accumulation, pointing to poor total factor productivity dynamics as a source of the slowdown. Productivity growth remained low after the crisis, and featured high volatility. What's more, Luxembourg's productivity performance features a widening gap compared to other countries.

Secondly, we contrast possible explanations for the observed slowdown to the data at hand. We present the evolution of the main drivers of labour productivity, namely capital accumulation per worker (termed as capital deepening), including communication and information technology (ICT) assets and other fixed assets, and total factor productivity (TFP hereafter). This shows that the slowdown in labour productivity is associated to a decline in TFP growth. Then, we estimate a reduced form labour productivity model that exploits the panel structure of the dataset. We provide information on the statistical association of labour productivity to the drivers of productivity growth. We also explicitly test the presence of a convergence mechanism (the so-called beta convergence), by which countries with low levels of productivity tend to catch up. We find evidence of unconditional convergence, but weak evidence of conditional convergence. The results also show that the accumulation of ICT capital assets does not correlate to productivity growth after the global recession.

The contribution is organized as follows. Section 2.2.1 presents the neoclassic growth accounting approach, which models the growth of labour productivity as the result of the growth of two components, respectively, TFP growth and capital deepening. This serves as a framework for interpreting descriptive statistics and for shaping the empirical strategy of this analysis. Section 2.2.3 describes the evolution of labour productivity in Luxembourg, in comparison to selected OECD countries. It also describes the evolution of factors contributing to labour productivity growth, including capital accumulation, TFP and ICT capital. Section 2.2.4 presents the results from the econometric analysis of the relation of labour productivity to those variables.

2.2.2

The growth accounting framework

According to the neoclassic growth accounting approach, stemming from Solow's seminal work (1957), labour productivity grows over time with capital deepening and TFP. Broadly speaking, the growth of TFP measures the change in output not explained by changes in inputs to production, that is, typically, capital and labour inputs. TFP growth captures improvements in productive efficiency and technological changes. Capital deepening represents the growth in capital assets per unit of labour. It captures workers' access to newer (better) machinery and tools in the production process. This is formalized by the following equation:

$$\Delta LP = \Delta \ln TFP + \text{Capital deepening} \quad (1)$$

Typically, labour productivity (ΔLP) is measured by value added divided by the number of workers, or the number of hours worked. (At the aggregate level, value added is Gross Domestic Product). Capital deepening is measured by the growth of capital stock per unit of labour (workers, or hours). The emergence of Information and Communication Technologies (ICT) has led economists to investigate the impact of ICT adoption on production processes and productivity performances. As a result, researchers have extended the neoclassical framework by introducing a distinction between types of capital stock, namely those that consist of ICT assets and those that are non-ICT. This modifies the equation above as follows:

$$\Delta LP = \Delta \ln TFP + \underbrace{\text{Non ICT} + \text{ICT}}_{\text{Capital deepening}}, \quad (2)$$

Appendix B provides more detail on the derivation of the equation (1) and (2) above.¹

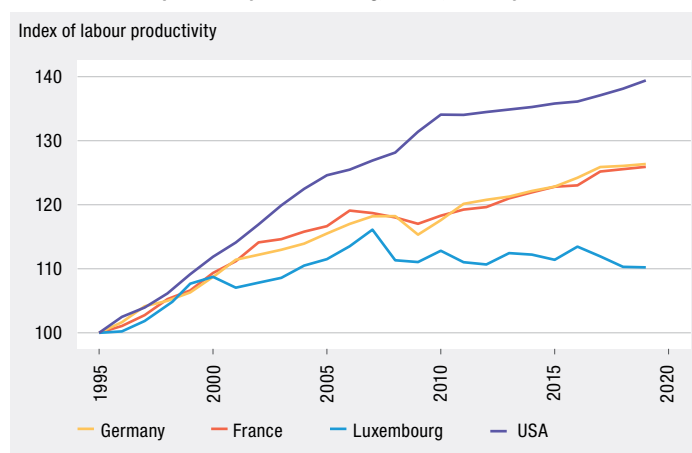
¹ Seminal papers on growth accounting and on ICT role include D. Jorgensen and Z. Griliches (1967), and S. Oliner and D. Sichel (2002). C. Hulten (2009) provides a comprehensive survey of development in productivity and growth accounting.

The growth accounting framework outlined above is widely employed by economic policy institutions and organisations to analyse the evolution of key economic indicators and evaluate economic performances, including fiscal stances. (One can see, for example, D. Koszerek et al., 2007, the EU production function methodology described in K. Havik et al., 2014, and the OECD Compendium of productivity indicators, which uses the decomposition to present productivity patterns.)

The decomposition of equations (1) and (2) provides a useful framework for interpreting descriptive evidence on the evolution of labour productivity in Section 2.2.3. The econometric analysis of Section 2.2.4 also relies on such a framework. Note that the decomposition of labour productivity growth in (1) or (2) is an accounting identity. (The decomposition provides information on which component is the most important driver of labour productivity growth in a specific country at a specific time). In contrast, an econometric model based on the same framework enables us to test statistically the relationship of labour productivity with its components. It allows us to estimate the marginal effects of TFP growth and capital deepening on labour productivity growth holding a set of controls constant, and to test certain hypotheses on productivity evolution, such as the hypothesis of convergence.

The dataset used for this analysis is from the March 2022 release of the OECD Productivity Statistics database (PDB), combined with series from the OECD's National Accounts at a Glance (NAAG) and the Main Science and Technology Indicators (MSTI). More details on data sources are given in Appendix A. In what follows, labour productivity is measured as value added (GDP at the national level) per hour of work. The capital input is measured by capital service. We focus on the period 1995-2019. (We use data for the period 1971-2019 to present longer-run productivity patterns; we exclude the pandemic period because of the uncertainty surrounding data).

Figure 1
Evolution of labour productivity in Luxembourg, France, Germany and USA: 1995-2019



The values for each year are the cumulative labour productivity growth index defined as the sum of yearly growth rates (1995=100).

Source: Authors' computations on the OECD Productivity database (March 2022 release)

2.2.3

The evolution of labour productivity 1995-2019

This section presents patterns of labour productivity evolution in Luxembourg in a comparative perspective for the period 1995 to 2019. The charts show trends of labour productivity, capital deepening and TFP, in Luxembourg and selected OECD economies. This descriptive evidence shows that labour productivity growth has been weak since the recession of 2007-2009 in all countries, albeit to varying degrees. What is more, Luxembourg's productivity performance features an overall flat trend, and a widening gap compared to other countries' performances.

Figure 1 contrasts trends of labour productivity in Luxembourg (LUX) to those in selected OECD countries, namely the US (USA), Germany (DEU) and France (FRA), from 1995 to 2019. (Germany and France are neighbouring countries with tight economic links to Luxembourg. The US is an important reference country for the study of productivity.) Overall, one can see the slowdown in productivity growth that characterized the European economies since the turn of the century, the moderate recovery after the recession, and the widening gap with the US. In Luxembourg, these features are marked. Labour productivity exhibits a moderately increasing trend starting in 2000, which terminates with an abrupt fall in correspondence with the recession. After the global crisis, labour productivity has a flat trend, and features high volatility. One can also see the "divergence" in Luxembourg's productivity performance compared to the other countries considered.²

What follows examines productivity growth rates over an extended period of time. This provides a broader view on the evolution of productivity, and helps to put into context the most recent observations. Figure 2 presents yearly productivity growth rates over the period from 1971 to 2019 for the same group of countries considered in Figure 1.³ These data confirm the slowdown in productivity observed in European countries. What is more, it is now apparent that the slowdown had already started in the decade preceding the crisis. Luxembourg's productivity evolution is characterized by a period of sustained growth prior to 1995, followed by a period of sluggish growth; after the global recession of 2007-2009, it features high volatility and even negative growth rates.

Table 1 presents average yearly growth rates of labour productivity for selected Western European countries, the US and three economic areas for the period 1971-2019. Specifically, we present averages for three sub-periods, respectively 1971-1994, 1995-2004, 2005-2019.⁴ One can see that from 1971 to 1995 European economies have generally experienced a sustained growth rate of labour productivity, with an average yearly growth of about 3 percent, higher than the US rate. This contrasts with the period from 1995 to 2004, when Europe's labour productivity growth slowed down, while it accelerated in the US.

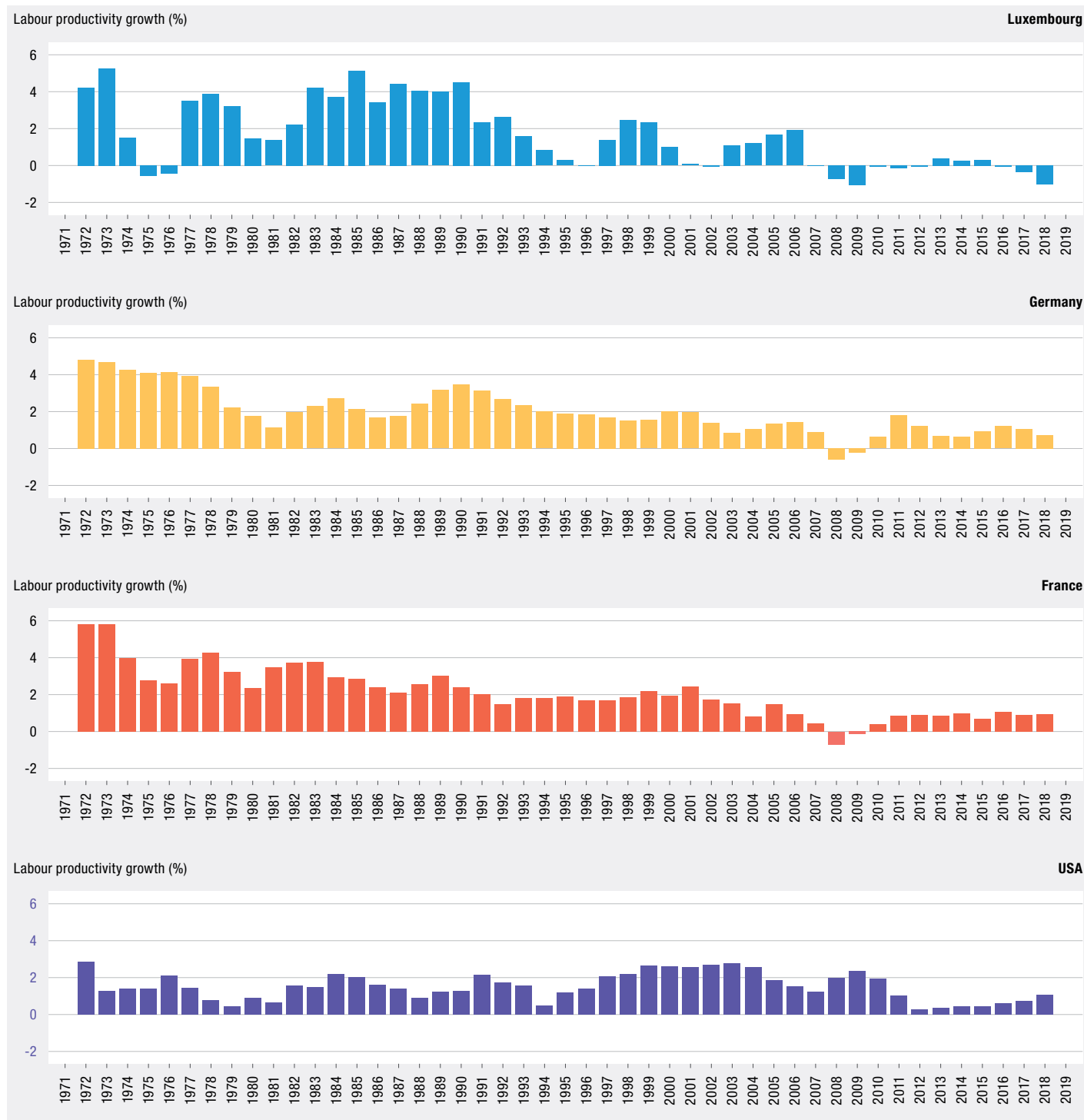
² The widening gap is confirmed also when looking at other Western European economies. The charts do not include these countries for ease of illustration.

³ Labour productivity growth rates from 1971 to 2019 are computed as 3-year moving averages. That is, the growth rate in a given period t is calculated as $\bar{r}_t = (r_{t-1} + r_t + r_{t+1})/3$.

⁴ This choice of sub-periods follows one often adopted in the literature (see, for example, G. Clette et al., 2015).

Figure 2

Growth rates of labour productivity in Luxembourg, Germany, France and USA from 1971 to 2019



The rates for each year represent 3-years moving averages.

Source: Author's own calculations based on the OECD Productivity database (March 2022 release)

Note that in this analysis we omit the most recent observations, those of the COVID-19 pandemic years. Indeed, there has been a sizeable rebound of labour productivity growth in Luxembourg in 2021, which reached nearly 4 percent compared to the previous year (see Figure 10 in Appendix C). Similarly, marked productivity growth is observed for the other OECD countries.⁵ It is unclear, however, whether this will remain a persistent feature or it rather represents a temporary increase, also in light of the international outlook. Last but not least, recent data are subject to revisions.

Table 1
Labour productivity growth: average yearly rates 1971-2019 (%)

Country	1971-1994	1995-2004	2005-2019
AUT	NA	1.65	0.96
BEL	3.20	1.29	0.58
CHE	1.41	1.41	1.14
DEU	2.99	1.54	0.83
FRA	3.21	1.83	0.68
GBR	2.69	2.13	0.59
IRL	4.17	4.13	3.0
LUX	2.89	0.86	-0.01
NLD	2.52	1.37	0.53
USA	1.52	2.27	1.13
EA19	NA	1.31	0.78
EU28	NA	1.99	0.89
OECD	NA	1.87	1.00

Average yearly rates of growth of labour productivity (percentage points). This table covers nine Western European countries, the US and three economic areas. EU19, EU28, and OECD are group averages and refer to, respectively: the 19 countries in the euro area, the 28 members states of the European Union, the OECD countries. The average in the period 1995-2004 for the OECD is calculated based on data from 2000-2004 due to restricted data availability.

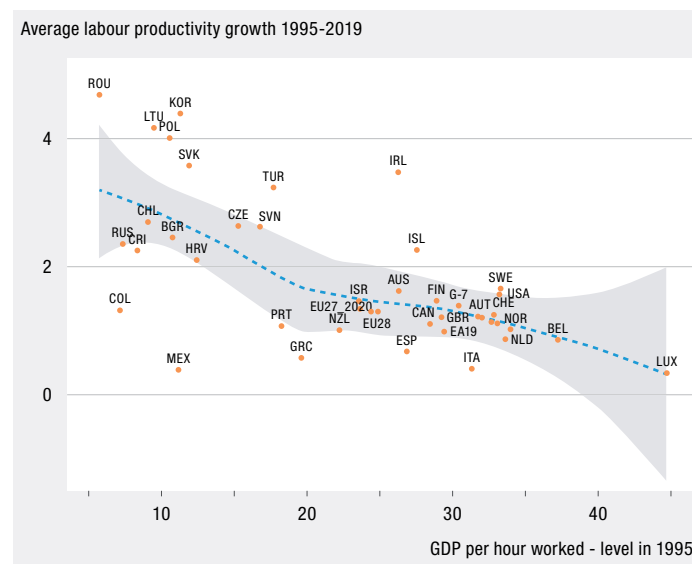
Source: Authors' own computations based on the OECD Productivity database (March 2022 release)

The slowdown in labour productivity growth observed over recent decades in advanced economies is a well-known feature of productivity statistics. It is a matter of concern for economic policy authorities, and a focus of debate among economists. Much effort has been devoted to understanding the reasons behind the decline. Researchers have proposed various explanations, and the latest “consensus” points to a combination of factors, which taken together could explain the observed patterns (Lafond et al., 2021; Fernald and Inklaar, 2022). One of the explanations for the slowdown is the (beta-)convergence hypothesis. This predicts that economies with low productivity levels should close their productivity gaps over time. Conversely, economies with high productivity levels could feature weaker dynamics. Another stream of literature, based on the analysis of firm-level data, has highlighted firm-level productivity features as sources of the poor aggregate productivity performances (e.g. poor firm dynamics, zombie firms, and the misallocation of inputs to production).

The analysis of firm-level data carried out in recent years by the OECD has highlighted the increasing dispersion in productivity performances across firms, which suggests that the slowdown might be due to the inability of laggard firms to catch up with frontier firms.⁶ Other studies examine productivity decompositions to identify the sources of the slowdown in the evolution of the various components of productivity.

The (beta-)convergence hypothesis, an implication of neoclassical growth models (R. Solow, 1956), implies that low productivity countries should exhibit higher rates of productivity growth than countries which exhibit high levels of productivity. This hypothesis has been the object of many studies, and has been tested with long time series data (one can see, for example, W. Baumol, 1986; N. Mankiw et al., 1992; R. Barro and X. Sala-i-Martin, 1995; X. Sala-i-Martin, 1996). For illustrative purposes, Figure 3 plots average rate of growth of productivity for the period 1995-2019 against the level of labour productivity in 1995 for a large set of countries for which data are available. This includes Western European countries and the US, transition countries (Eastern Europe), and Latin American countries. The blue dashed line is suggestive of a negative relationship between productivity growth and levels, implying that a catching up effect could indeed be at play. One can see Luxembourg, at the bottom right corner of the figure, which features the highest productivity level and a very low average growth, as opposed to Romania, with the lowest level of GDP per hour of work and the highest average productivity growth over the period.

Figure 3
Scatterplot of average labour productivity growth 1995-2019 vs. its initial level in 1995 (GDP per hour worked)



The superimposed blue dashed line represents non-linear fit, and the grey area represents the confidence band.

Source: Author's own calculations based on the OECD Productivity database (March 2022 release)

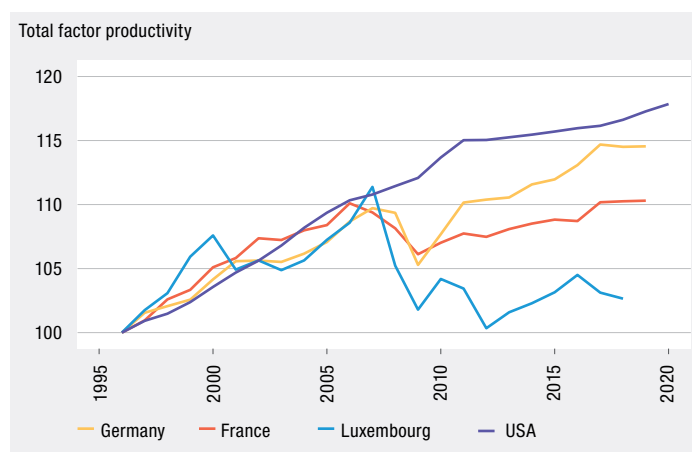
⁵ The post-pandemic growth is typically observed when productivity is measured by GDP per hour worked, and not when it is measured per person employed. It is plausible that this observation reflects adjustments in working hours that occurred during the pandemic, made possible by authorities' provisions to support business and employment, such as *chômage partiel* schemes in Luxembourg.

⁶ One can see the Future of Productivity (OECD, 2015), and, more recently, evidence from the EU-Horizon 2020 MapProdIGI (Microdata analysis for Policies for Productivity, Innovation, Growth and Inclusion) and GROWINPRO (Growth, welfare, Innovation and Productivity) projects.

The trends of the various components of labour productivity, namely TFP and capital deepening, can also provide insights on the sources of the slowdown.

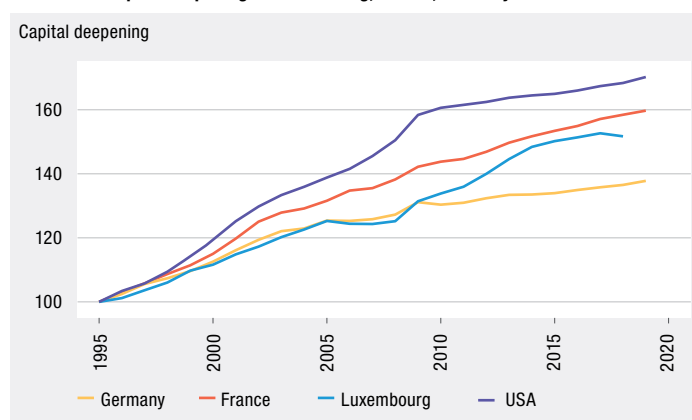
Figures 4 and 5 depict trends of, respectively, TFP and capital deepening in Luxembourg, France, Germany and the US. There, one can see the sharp fall in TFP, which occurred in Luxembourg in correspondence with the global recession, and the lack of recovery. Overall, after the recession, TFP performance is worse in Luxembourg than in the other countries, and the series exhibits higher volatility. All European economies have featured a fall in TFP during the crisis and lower TFP dynamics after the recession, to varying degrees (Germany's TFP shows signs of recovery). One also observes the widening gap in TFP performances across the countries. Capital deepening grows at a slower pace after the global recession, with the exception of Luxembourg. Overall, these data suggest that the poor TFP performance is the main driving factor of the labour productivity slowdown (in a growth accounting perspective).

Figure 4
Evolution of TFP in Luxembourg, France, Germany and USA: 1996-2019



Data for Luxembourg's TFP are only available from 1996 to 2018. The values for each year is the cumulative TFP growth index defined as the sum of yearly growth rates (1996=100). Source: Authors' computations on the OECD Productivity database (March 2022 release)

Figure 5
Evolution of capital deepening in Luxembourg, France, Germany and USA: 1995-2019



Data for Luxembourg's capital deepening are only available from 1995 to 2018. The values for each year is the cumulative capital deepening index defined as the sum of yearly growth rates (1995=100). Source: Authors' computations on the OECD Productivity database (March 2022 release)

Table 2
TFP growth and capital deepening: average yearly rates 1995-2019 (%)

	Country	1995-2004	2005-2019
TFP growth	AUT	1.21	0.34
	BEL	0.16	-0.04
	CHE	0.19	0.55
	DEU	0.79	0.56
	FRA	0.99	0.15
	GBR	1.63	0.19
	IRL	3.13	0.02
	LUX	0.42	-0.21
	NLD	0.84	0.14
	USA	1.34	0.54
Capital deepening	AUT	3.63	2.25
	BEL	4.54	2.41
	CHE	3.81	1.93
	DEU	2.50	1.00
	FRA	3.25	2.05
	GBR	2.15	1.75
	IRL	4.64	6.73
	LUX	2.44	2.09
	NLD	2.02	1.45
	USA	3.73	2.30

This table covers nine Western European countries and USA. EA19, EU28 and OECD aggregates are not available for these series. Data prior to 1995 not available. Source: Authors' own calculations based on the OECD Productivity database (March 2022 release)

Table 2 summarises average yearly growth rates of TFP and capital deepening over the periods 1995-2004 and 2005-2019 for selected countries. We notice two features of these data. Firstly, TFP growth rates have been generally low or very low over the period, and have declined over time. (Ireland is a notable exception in the first period). Secondly, there has been a slowdown even in capital deepening. Thus, these data suggest that the overall labour productivity slowdown is driven, primarily, by poor TFP performances. This is a general feature of the data. In Luxembourg, average TFP growth was negative between 2005 and 2019, while capital deepening grew by about 2 percent per year over the entire period 1995-2019.

The dataset provides information on ICT capital accumulation. Thus, considering the relevance of this type of capital in the literature on economic growth and productivity, below we describe trends of both ICT and non-ICT capital.

Table 3 reports average rates of ICT and non-ICT capital deepening for the period. One observes the high rates of accumulation of ICT assets per hour worked in all countries. ICT capital deepening rates were above 10 percent in all countries from 1995 to 2004. They halved from 2006 to 2019.

Note that the growth rates of non-ICT capital are in line with the overall rates of capital deepening, as these account for a major share of the total capital stock. ICT capital represents around 10% of total capital in Luxembourg (See Figure 11 in Appendix C).

Table 3
ICT and Non-ICT capital deepening: average yearly rates 1995-2019 (%)

	Country	1995-2004	2005-2019
ICT capital deepening	AUT	10.81	7.27
	BEL	17.45	8.45
	CHE	12.92	7.31
	DEU	12.44	6.27
	FRA	10.71	7.03
	GBR	11.03	5.78
	IRL	18.90	12.36
	LUX	13.75	7.26
	NLD	12.99	7.73
	USA	13.45	7.21
Non-ICT capital deepening	AUT	1.59	1.22
	BEL	2.33	1.33
	CHE	2.05	0.65
	DEU	1.34	0.44
	FRA	1.90	1.01
	GBR	-0.31	0.90
	IRL	2.81	6.25
	LUX	0.02	1.35
	NLD	0.19	0.13
	USA	1.58	1.21

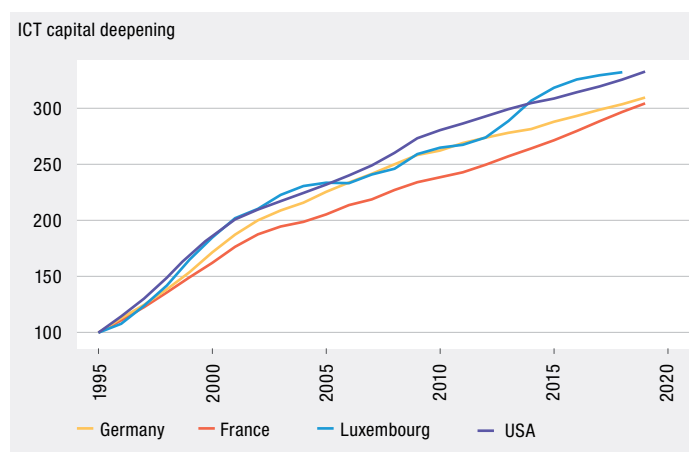
This table covers nine Western European countries and USA. EA19, EU28 and OECD aggregates are not available for these series. Data prior to 1995 not available.
Source: Authors' own calculations based on the OECD Productivity database (March 2022 release)

Figures 6 and 7 depict, respectively, the trends of ICT and non-ICT capital deepening in Luxembourg, France, Germany and the US. Trends in ICT capital deepening differ only slightly. One notices an acceleration in Luxembourg's ICT capital deepening between 2012 and 2016. As for non-ICT capital deepening, one can see the comparable pace of accumulation for France and the US, and the widening gap compared to accumulation in Germany and Luxembourg. In the period 1995-2004, Luxembourg fell behind other countries, featuring even negative capital accumulation. In the second period 2005-2019, capital accumulation rates recovered substantially: capital per hour grew at a sustained pace, likely reflecting the country's recent infrastructure investments. This evolution deserves further investigation.

The figure plots a normalized cumulative index, with base year 1995. Note that Luxembourg's Non-ICT capital deepening is not available in 2019.

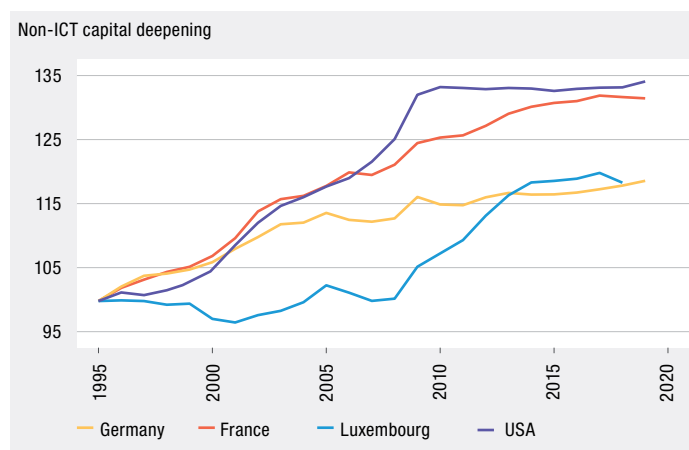
The descriptive analysis of this section highlighted the sluggish productivity growth that characterized advanced economies in the last two decades. Economic studies suggest several plausible explanations for the slowdown. We provided a brief excursus of such explanations, and descriptive evidence on the convergence hypothesis and on the evolution of the various drivers of labour productivity growth. The next section provides evidence on the labour productivity slowdown based on the econometric analysis of the dataset at hand.

Figure 6
Evolution of ICT capital deepening in Luxembourg, France, Germany and USA: 1995-2019



Data for Luxembourg's ICT capital deepening are only available from 1995 to 2018. The values for each year is the cumulative ICT capital deepening index defined as the sum of yearly growth rates (1995=100).
Source: Authors' computations on the OECD Productivity database (March 2022 release)

Figure 7
Evolution of Non-ICT capital deepening in Luxembourg, France, Germany and USA: 1995-2019



Data for Luxembourg's Non-ICT capital deepening are only available from 1995 to 2018. The values for each year is the cumulative Non-ICT capital deepening index defined as the sum of yearly growth rates (1995=100).
Source: Authors' computations on the OECD Productivity database (March 2022 release)

2.2.4

Econometric analysis

This section aims to provide further insights on the slowdown, by estimating an econometric reduced-form model of labour productivity. We estimate a set of fixed effect panel regressions on cross-national data to contrast the evolution of labour productivity with its possible drivers, including TFP and capital deepening, and test the convergence hypothesis. We also control for factors such as openness to international trade, RandD intensity, and growth in labour costs. To account for the adoption of information and communication technologies (ICT), we disentangle the effect of ICT from non-ICT capital. All these variables have been identified as important drivers of productivity performances by the existing literature.

The empirical model of labour productivity is based on the traditional growth accounting identity of equations (1) and (2):

$$\Delta LP_{it} = c + \alpha_i + \beta_1 \Delta \ln TFP_{it} + \beta_2 \text{Capital deepening}_{it} + \beta_3 LP_{i0} + \beta_4 X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

When explicitly including ICT and non-ICT capital stock, the equation is as follows:

$$\Delta LP_{it} = c + \alpha_i + \beta_1 \Delta \ln TFP_{it} + \beta_2 \text{Non ICT}_{it} + \beta_3 \text{ICT}_{it} + \beta_4 LP_{i0} + \beta_5 X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

In both equations, i and t denote, respectively, statistical units (country) and time; c is the intercept, and α_i the country fixed effects (i.e. a country dummy).⁷ X_{it} is a vector of control variables. The set of controls includes the exposure to international trade, measured by imports and exports, the structure of the economy, captured by the share of manufacturing, the share of domestic expenditure in RandD, and workers' compensation. ε_{it} is the standard independent and identically distributed (iid) error term. LP_{i0} is the initial level of labour productivity in the sample (i.e. the oldest available observation), and captures the catch-up effect illustrated in Figure 3 (the similar approach to test convergence is used in N. Mankiw et al., 1992; X. Sala-i-Martin, 1996; P. Monfort, 2008). This is essentially a reduced form statistical model of labour productivity growth, which allows us to test the significance of (the effects of) drivers of productivity, namely capital deepening, ICT and TFP contributions, and also provides a basic test of the convergence hypothesis.

Table 4 summarises the estimation results for different specifications of model (3). Regression (1) is a basic regression of labour productivity growth on its initial level, to test for unconditional convergence. Regressions (2)-(4) augment the basic regression with, respectively, productivity drivers (TFP and capital deepening), and additional controls. We observe that TFP growth has a sizeable and significant marginal effect on labour productivity (Ceteris paribus, a 1% increase in TFP growth is associated to a 1% increase in labour productivity). The TFP coefficient is stronger in magnitude than the one for capital deepening. The significance of the coefficient of the initial value of labour productivity in (1) provides support for the hypothesis of unconditional convergence.

The coefficient of the initial value of labour productivity is significant and negative in regressions (2) and (3), which supports the existence of a conditional convergence effect. In other words, higher productivity levels are associated to lower rates of productivity growth. The coefficient, however, loses significance as additional controls are added to the regressions, namely manufacturing share and RandD expenditures (4). This result suggests that, if two countries have similar features, such as similar manufacturing share and RandD expenditure rates, higher levels of productivity do not necessarily associate to lower productivity growth.

Table 4
Regression of labour productivity growth

	Dependent variable			
	Growth rate of GDP per hour worked			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Capital_deepening		0.273*** (0.014)	0.284*** (0.016)	0.265*** (0.012)
TFP_GRW		0.975*** (0.014)	0.969*** (0.021)	0.976*** (0.031)
LP_level_initial	-1.379*** (0.164)	-0.515*** (0.094)	-0.470*** (0.127)	-0.677 (0.910)
Wage_GRW			-0.002 (0.015)	0.028 (0.021)
Export_GRW			-0.003 (0.005)	0.008 (0.006)
Import_GRW			0.006 (0.008)	-0.010** (0.005)
Manufacturing_share				-0.002 (0.009)
RD_GDP_pct				0.099 (0.085)
Constant	6.604*** (0.611)	1.957*** (0.364)	1.747*** (0.513)	2.306 (3.174)
Country dummy	No	Yes	Yes	Yes
Observations	978	590	567	347
R ²	0.086	0.961	0.962	0.952
Adjusted R ²	0.085	0.959	0.960	0.948
Residual Std. Error	2.473 (df = 976)	0.357 (df = 564)	0.346 (df = 538)	0.357 (df = 318)
F Statistic	91.343*** (df = 1; 976)	549.029*** (df = 25; 564)	482.739*** (df = 28; 538)	227.063*** (df = 28; 318)

Note: *p**p***p < 0.01

Estimation on unbalanced panel. Explanatory variables' coefficients are the estimated marginal effects (or elasticities). Standard error estimation is heteroskedasticity-consistent (HC), following the Eicker-White methodology. The dependent variable is labour productivity growth, as measured by the annual rate of growth of GDP per hour (in percentage); "Capital_deepening", "ICT_Capital_deepening", "Non_ICT_Capital_deepening" are the annual growth rates of, respectively, total/ICT/Non-ICT capital service per hour worked (in percentage); "TFP_GRW" is the annual growth rate output-input ratio (in percentage); "LP_level_initial" is the initial (1995) value of the dependent variable. Controls are: "Wage_GRW" is the annual growth rate of labour compensation per hour worked; "Export_GRW" and "Import_GRW" are annual growth rate of exports and imports of goods and services; "Manufacturing_share" is the percentage share of gross value added of manufacturing on the total economy; "RD_GDP_pct" is the gross domestic expenditure on RandD as a percentage of GDP. The model is estimated by OLS. All regressions include countries fixed effects.

Source: Authors' computations using OECD's Productivity database; National Accounts at a Glance, and Main Science and Technology Indicators (March 2022 release)

⁷ Fixed effects capture country characteristics that are fixed over time, but are not observable. The inclusion of fixed effects allows us to control for factors such as institutions, culture, possibly invariant features of production technologies, which are specific to a given countries.

Table 5 reports estimation results for model (4), that account for the distinction between different types of capital assets, namely ICT and Non-ICT capital deepening. Results confirm those of Table 4 for what concerns convergence effect and TFP growth. The marginal effect of capital deepening on labour productivity growth is now “assigned” to ICT and Non-ICT capital components. One can see that the marginal effect on labour productivity growth is higher for non-ICT assets than for ICT assets. Regression (4) includes a time dummy and an interaction effect to check whether the coefficient of ICT capital deepening is significantly different over two periods, namely those ranging from 1995 to 2004, and from 2005 to 2019. For the first period (1995-2004), the marginal effect of ICT capital deepening on labour productivity growth can be read directly from the table below (0.022), and one can see that it is statistically significant. For the second period (2005-2019), the marginal effect of ICT capital deepening on labour productivity growth is the sum of the two coefficients, $0.0223 - 0.0003 = 0.0220$.

Table 5
Regression of labour productivity growth: the effect of ICT capital deepening

	Dependent variable			
	Growth rate of GDP per hour worked			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Time_dummy				-0.142 (0.167)
ICT_Capital_deepenig	0.029*** (0.004)	0.028*** (0.005)	0.026*** (0.010)	0.022*** (0.006)
ICT_time_dummy				-0.0003 (0.018)
Non_ICT_Capital_deepenig	0.252*** (0.017)	0.267*** (0.021)	0.247*** (0.017)	0.246*** (0.021)
TFP_GRW	0.982*** (0.013)	0.971*** (0.020)	0.970*** (0.030)	0.967*** (0.032)
LP_level_initial	-0.371** (0.151)	-0.262 (0.185)	-0.984 (0.940)	-0.618 (0.926)
Wage_GRW		0.003 (0.015)	0.028 (0.020)	0.030 (0.019)
Export_GRW		-0.003 (0.004)	0.006 (0.006)	0.007 (0.006)
Import_GRW		0.011 (0.008)	-0.006 (0.005)	-0.006 (0.005)
Manufacturing_share			0.011 (0.012)	-0.006 (0.011)
RD_GDP_pct			0.065 (0.103)	0.121 (0.098)
Constant	1.547*** (0.580)	1.076 (0.725)	3.549 (3.289)	2.389 (3.244)
Country dummy	Yes	Yes	Yes	Yes
Observations	590	567	347	347
R ²	0.960	0.961	0.952	0.953
Adjusted R ²	0.958	0.959	0.948	0.948
Residual Std. Error	0.361 (df = 563)	0.348 (df = 537)	0.358 (df = 317)	0.357 (df = 315)
F Statistic	513.689*** (df = 26; 563)	460.690*** (df = 29; 537)	217.887*** (df = 29; 317)	205.369*** (df = 31; 315)

Note: *p**p***p < 0.01

“Time_dummy”, that equals one if year in the period 2005-2019. In addition, there is also an interaction term between “Time_dummy” and “ICT_Capital_deepening”, which is named “ICT_time_dummy”. All regressions include countries fixed effects.

Source: Authors' computations using OECD's Productivity database; National Accounts at a Glance, and Main Science and Technology Indicators (March 2022 release)

The standard error (0.018) of this estimated coefficient is calculated using the Delta method. This indicates that the marginal effect of ICT capital deepening on labour productivity growth in 2005-2019 is insignificant. Thus, the data suggest that the accumulation of ICT capital and labour productivity growth are no longer statistically correlated in this data.

The regression above shows that RandD intensity correlates with higher labour productivity growth. However, labour compensation and trade variables coefficients are not significantly related to productivity growth, which is puzzling. A possible explanation for this lack of significance is that the effects of these variables might be captured by the TFP's effect. Table 6 reports results from a regression of TFP growth on the controls. Wage and export variables' coefficients are indeed significant. One can also see that, while the share of manufacturing is significant, RandD intensity is not. Results suggest that RandD affects labour productivity directly, and not through TFP, while wage growth and exports affect labour productivity through TFP. These results, however, should be interpreted with care due to the limitations in this analysis (one can see, for example, the low R square of the regression).

Table 6
Regression of TFP growth

	Dependent variable
	Growth rate of TFP
Time_trend	0.047*** (0.018)
Wage_GRW	0.112*** (0.038)
Export_GRW	0.143*** (0.021)
Import_GRW	0.011 (0.021)
Manufacturing_share	0.142*** (0.051)
RD_GDP_pct	-0.254 (0.339)
Constant	-95.844*** (36.024)
Country dummy	Yes
Observations	347
R ²	0.507
Adjusted R ²	0.465
Residual Std. Error	1.059 (df = 319)
F Statistic	12.153*** (df = 27; 319)

Note: *p**p***p < 0.01

Source: Authors' computations using OECD's Productivity database; National Accounts at a Glance, and Main Science and Technology Indicators (March 2022 release)

2.2.5

Concluding remarks

This contribution depicts recent labour productivity patterns in advanced economies, focusing on a selected group of countries and especially on Luxembourg.

Newly updated OECD data highlight the overall slowdown in labour productivity growth that occurred in the aftermath of the global recession of 2007-2009 in advanced economies. The data also show that signs of slowdown in productivity growth had already appeared in the decade preceding the crisis in European countries. In Luxembourg, labour productivity patterns are broadly in line with those observed in other countries. There are, however, some distinctive features. Productivity growth remained low after the crisis, and featured high volatility. Its decline was associated to sustained capital accumulation, pointing to low, or even absent, total factor productivity growth as a source of the slowdown. Moreover, Luxembourg's economy shows a widening gap in productivity performances compared to large EU and non-EU economies.

The slowdown in productivity is a well-known fact characterizing performances of advanced economies in the last two decades. Economic policy institutions and researchers have examined several explanations for the observed patterns. A wealth of studies have been conducted at the industry level, focusing both on dispersions in productivity across firms and intangibles assets to explain the observed productivity performances.

Here, we take a different perspective by looking at macroeconomic data, and by focusing on the possible presence of a convergence mechanism, while controlling for variables that have emerged as important correlates of productivity at finer levels of analysis.

The econometric analysis casts doubts on the existence of a convergence effect. Results suggest that a convergence mechanism is indeed at play in the evolution of labour productivity when considering a restricted set of controls. This effect, however, vanishes if we include additional controls that account for certain countries' features (as captured by manufacturing share and RandD expenditure). What is more, when we look at the effect of the accumulation of ICT capital on labour productivity growth, we find that this is insignificant in the most recent period of analysis, which includes the double-dip recession and subsequent years. This finding is in line with the observation documented in Cette et al. (2015) that, since 2004, the contribution of ICT to labour productivity growth has fallen considerably.⁸ The authors argue that this result might be explained by the exhaustion of advances in ICT performance, and note that it could have long-term impacts on advanced economies' growth.

There are two main limitations to our analysis, and consequently caveats to results. First, the econometric results are based on the estimation of a reduced-form model, which provides partial correlations between labour productivity growth and potential drivers. Thus, these results are essentially descriptives, and coefficients are subject to endogeneity bias stemming from reverse causality and simultaneity bias. Second, the econometric estimations rely on several indicators and control variables, for example, TFP growth and RandD intensity, which significantly affect sample sizes in the regression. Thus, our results are also subject to small sample bias.

References

Barro, Robert J. and X. Sala-i-Martin, 1995

Economic growth, McGraw-Hill New York.

Baumol, William J., 1986

Productivity growth, convergence, and welfare: what the long-run data show, *The American Economic Review*, vol. 76, no. 5, pages 1072-1085.

Cette, Gilbert, C. Clerc, and L. Bresson, 2015

Contribution of ICT Diffusion to Labour Productivity Growth: The United States, Canada, the Eurozone, and the United Kingdom, 1970-2013, *International Productivity Monitor*, Centre for the Study of Living Standards, vol. 28, pages 81-88.

Fernald, John G. and R. Inklaar, 2022

The UK Productivity "Puzzle" in an International Comparative Perspective, Working Paper Series 2022-07, Federal Reserve Bank of San Francisco.

Havik, Karel, K. McMorrow, F. Orlandi, C. Planas, R. Raciborski, W. Röger, A. Rossi, A. Thum-Thysen, and V. Vandermeulen, 2014

The production function methodology for calculating potential growth rates and output gaps, *European Economy Economic Papers* 535, November 2014.

Hulten, Charles R., 2009

Growth Accounting, NBER Working Papers 15341, National Bureau of Economic Research, Inc.

Jorgenson, Dale W. and Zvi Griliches, 1967

The Explanation of Productivity Change, *Review of Economic Studies*, 34, 349-83.

Koszerek, Douglas, K. Havik, K. McMorrow, W. Röger, and F. Schönborn, 2007

An overview of the EU KLEMS Growth and Productivity Accounts, *European Economy Economic Papers* Number 290, October 2007.

⁸ Cette et al. (2015) use the growth accounting approach. This work provides a statistical test of the ICT effect on productivity growth.

Mankiw, Gregory, D. Romer, and D.N. Weil, 1992

A Contribution to the Empirics of Economic Growth,
The Quarterly Journal of Economics, vol. 107(2), pages 407-437.

Monfort, P., 2008

Convergence of EU regions. Measures and evolution, n.1,
European Union Regional Policy.

Lafond, François, I. Goldin, P. Koutroumpis, and J. Winkler, Julian, 2021

Why is productivity slowing down?, INET Oxford Working Papers
2021-12, Institute for New Economic Thinking at the Oxford Martin
School, University of Oxford.

OECD, 2015

The Future of Productivity, OECD Publishing, Paris,
<https://doi.org/10.1787/9789264248533-en>.

OECD, 2019

OECD Compendium of Productivity Indicators 2019,
OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/b2774f97-en>.

OECD, 2021

Productivity Statistics database Methodological Notes, Last updated:
May 7, 2021, url: [https://www.oecd.org/sdd/productivity-stats/
OECD-Productivity-Statistics-Methodological-note.pdf](https://www.oecd.org/sdd/productivity-stats/OECD-Productivity-Statistics-Methodological-note.pdf)

Oliner, Stephen D. and D. E. Sichel, 2002

Information technology and productivity: where are we now and
where are we going?, Economic Review, Federal Reserve Bank of
Atlanta, vol. 87(Q3), pages 15-44.

Sala-i-Martin, Xavier X., 1996

The Classical Approach to Convergence Analysis, The Economic
Journal, vol. 106(437), pages 1019-1036.

Solow, Robert M., 1956

A Contribution to the Theory of Economic Growth, The Quarterly
Journal of Economics, vol. 70(1), pages 65-94.

Solow, Robert M., 1957

Technical Change and the Aggregate Production Function.
The Review of Economics and Statistics vol. 39(3), pages 312–320.

Appendix A: The Data

The dataset used for this analysis combines series from several OECD datasets, namely the OECD Productivity database (PDB), the National Accounts at a Glance (NAAG), and the Main Science and Technology Indicators (MSTI). Observations are yearly, from 1970 to 2021, and refer to countries. Table 7 lists the countries in the dataset. Monetary quantities are in volumes, that is, they are adjusted for inflation and for differences in the cost of living across countries. Productivity indicators, and inputs and output to production, are from the PDB. Trade variables (i.e. imports and exports) and manufacturing share in total production are from the NAAG, while data on R&D expenditures are from the MSTI. Labour productivity is gross value added (GDP) per hour worked. We measure inputs to production as follows. The labour input is the total number of hours worked for all persons engaged in production. (Hours refer to persons employed, thus including both employees and self-employed.) The capital input is the volume of capital services (see OECD, 2021). This aggregates the following eight types of non-residential fixed assets: computer hardware, telecommunications equipment, transport equipment, other machinery and equipment and weapons systems, non-residential construction, computer software and databases, research and development and other intellectual property products. Capital deepening is measured as the rate of change in the volume of capital service per hour worked. TFP growth is measured as the growth rate of the output to inputs ratio (see OECD, 2021).

Table 7
List of countries

Country code	Country name	Country code	Country name
AUS	Australia	NOR	Norway
AUT	Austria	POL	Poland
BEL	Belgium	PRT	Portugal
CAN	Canada	SVK	Slovak Republic
CHL	Chile	SVN	Slovenia
COL	Colombia	ESP	Spain
CRI	Costa Rica	SWE	Sweden
CZE	Czech Republic	CHE	Switzerland
DNK	Denmark	TUR	Turkey
EST	Estonia	GBR	United Kingdom
FIN	Finland	USA	United States
FRA	France	EA19	Euro area (19 countries)
DEU	Germany	EU28	European Union (28 countries)
GRC	Greece	EU27_2020	European Union – 27 countries
HUN	Hungary	G-7	G7
ISL	Iceland	OECD	OECD - Total
IRL	Ireland	NMEC	Non-OECD Economies
ISR	Israel	BRA	Brazil
ITA	Italy	BGR	Bulgaria
JPN	Japan	CHN	China (People's Republic of)
KOR	Korea	HRV	Croatia
LVA	Latvia	IND	India
LTU	Lithuania	IDN	Indonesia
LUX	Luxembourg	PER	Peru
MEX	Mexico	ROU	Romania
NLD	Netherlands	RUS	Russia
NZL	New Zealand	ZAF	South Africa
		BRIICS	BRIICS economies - Brazil, Russia, India, Indonesia, China and South Africa

OECD Productivity Statistics database (PDB)

The OECD PDB provides harmonized productivity-related indicators. The OECD PDB covers the 55 following statistical units: OECD 38 countries, six BRIICS countries, Bulgaria, Croatia, Romania and Peru, and seven geographic and economic zones. Observations are yearly and cover the period from 1950 to 2021. (Coverage varies across countries.) The database consists of 35 main variables, including labour productivity, TFP, capital and labour. Data can be accessed through the following link: https://www.oecd-ilibrary.org/employment/data/oecd-productivity-statistics_pdtvy-data-en

OECD National Accounts at a Glance (NAAG)

The OECD NAAG database provides harmonized national account indicators. The OECD NAAG covers 48 statistical units: OECD 38 countries; six BRIICS countries; four geographic and economic zones. The period covered goes from 1970 to 2021. Data can be accessed through the link: <https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=NAAG>

The OECD Main Science and Technology Indicators (MSTI)

The OECD MSTI provides indicators on countries' positions and efforts in the field of science and technology (for example, patents, R&D expenses and tax incentives). The dataset covers 47 statistical units: 38 OECD member countries, seven non-member economies, including Argentina, People's Republic of China, Romania, Russian Federation, Singapore, South Africa, Chinese Taipei, three geographic and economic zones. The period covered goes from 1981 to 2022. Data access is through the link: https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MSTI_PUB

Appendix B: Accounting for labour productivity growth

This section presents the derivation of the growth accounting equations of section 2.2.2. The growth accounting of labour productivity (R. Solow, 1957) starts with a neoclassic production function $F(\cdot)$, which relates output of production (Y) to inputs used in producing that output:

$$Y = AF(K, L) \quad (1)$$

Here Y denotes the output, inputs are capital (K) and labour (L); A is a Hicks-neutral technical change, representing a shift in production technology that affects proportionally all inputs. We assume that the production function $F(\cdot)$ has a Cobb-Douglas form with constant return-to-scale. Thus, taking natural logarithms of both sides of the equation, the production function can be written as:

$$\ln Y = \ln A + a \ln K + (1-a) \ln L \quad (2)$$

where a represents the nominal share of income that goes to capital. The first difference of (2) yields the growth rate of output:

$$\Delta \ln Y = \Delta \ln A + a \Delta \ln K + (1-a) \Delta \ln L \quad (3)$$

where Δ denotes the first-difference transformation. Equation (3) can be rearranged to provide the basic growth accounting decomposition of labour productivity growth:

$$\Delta \ln Y = \Delta \ln L + \Delta \ln A + a(\Delta \ln K - \Delta \ln L) \quad (4)$$

This equation shows that labour productivity growth, defined as the growth rate of output per unit of labour, can be decomposed into two components: Total Factor Productivity (TFP) growth, $\Delta \ln A$ and capital deepening, $a(\Delta \ln K - \Delta \ln L)$. TFP growth measures the rate of changes in technology that affect all factors (capital and labour) proportionally. Capital deepening measures changes in the capital endowment for each unit of labour. In a standard growth accounting exercise, Equation (4) is used to assess by how much TFP growth and capital deepening contribute to the growth rate of labour productivity (such as in the OECD Compendium of Productivity Indicators report 2019).

Increasing interest in ICT from both academic and policy audiences led to a modification of Equation (4) in the literature. We assume the capital input is composed by two types of assets:

ICT and Non-ICT capital ($K = K_{Non\ ICT} + K_{ICT}$). In this case, the growth accounting decomposition becomes:

$$\Delta \ln Y - \Delta \ln L = \Delta \ln A + a(\Delta \ln K_{Non\ ICT} - \Delta \ln L) + a_{ICT}(\Delta \ln K_{ICT} - \Delta \ln L) \quad (5)$$

The additional term is ICT capital deepening, which measures the use of ICT capital per unit of labour in the production. Equation (5) can also be rewritten as:

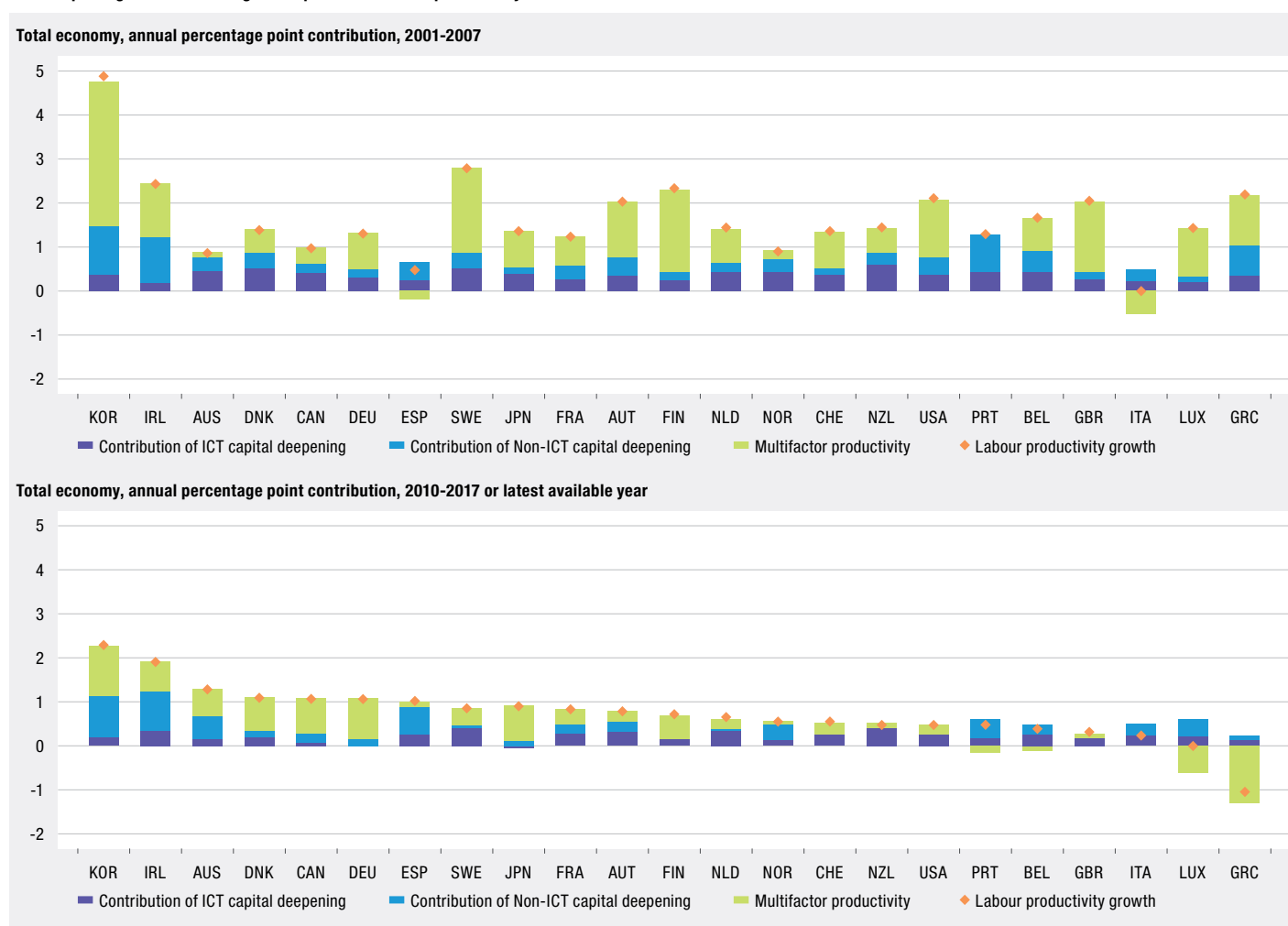
$$\Delta LP = \Delta \ln TFP + \text{Non ICT} + \text{ICT} \quad (6)$$

where ΔLP denotes the growth rate of labour productivity, $\Delta \ln Y - \Delta \ln L$. $\Delta \ln TFP$ denotes the growth rate of TFP, $\Delta \ln A$. Non ICT and ICT denote the Non-ICT and ICT capital deepening $a(\Delta \ln K_{\text{Non ICT}} - \Delta \ln L)$ and $a_{\text{ICT}}(\Delta \ln K_{\text{ICT}} - \Delta \ln L)$, respectively.

The following figure comes from the 2019 report of the OECD Compendium of Productivity Indicators. There, labour productivity growth is decomposed into the respective contributions of ICT, Non-ICT capital deepening, and TFP growth.

In the upper panel of Figure 8, we can read that, for example, Luxembourg' labour productivity growth in the period 2001-2017 is mainly due to TFP growth. In general, this figure suggests that prior to the crisis, TFP growth was the most important contribution to labour productivity growth, compared with the contribution of ICT and Non-ICT capital deepening. In the post-crisis period, TFP has a much lower contribution to labour productivity growth, reflecting the common TFP slowdown trend among advanced economies (Fernald and Inklaar, 2022). Note that the contribution of TFP in Luxembourg had moved into negative territory. Another change in Luxembourg is that the contribution of Non-ICT capital deepening plays a more prominent role. Overall, this figure provides a general trend, but also shows large differences in the decomposition across countries.

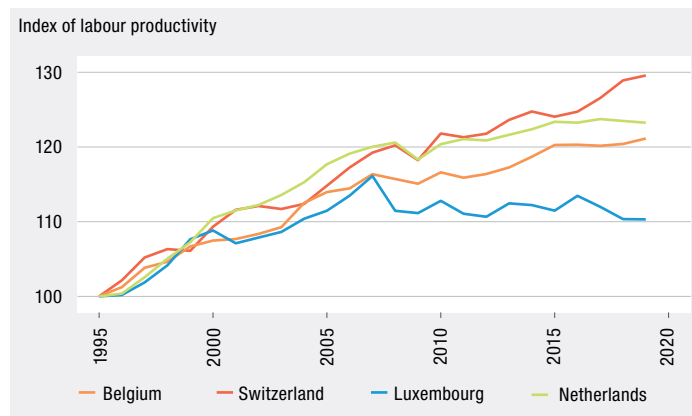
Figure 8
An example of growth accounting decomposition of labour productivity



Source: 2019 report of the OECD Compendium of Productivity Indicators

Appendix C: Additional figures

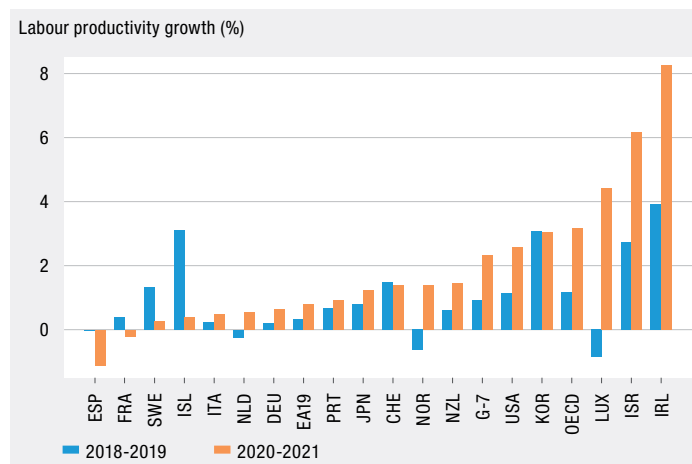
Figure 9
Evolution of labour productivity in Luxembourg, Belgium, Switzerland, Netherlands: 1995-2019



The values for each year are the cumulative labour productivity growth index defined as the sum of yearly growth rates (1995=100).

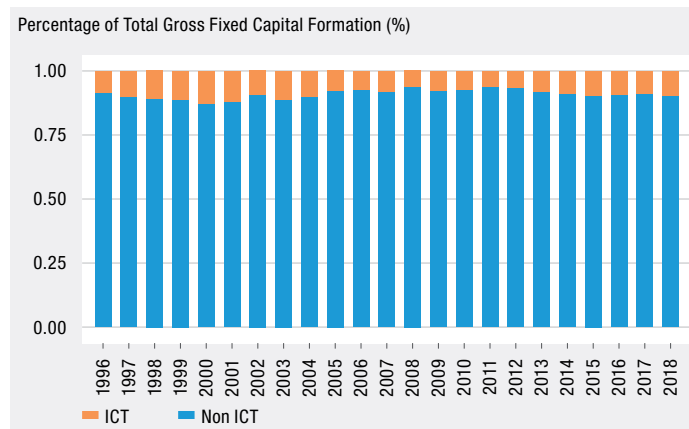
Source: Authors' computations on the OECD Productivity database (March 2022 release)

Figure 10
Labour productivity growth: before and during the COVID-19 pandemic
(Average productivity growth computed for a two-year window)



Source: Authors' computations on the OECD Productivity database (March 2022 release)

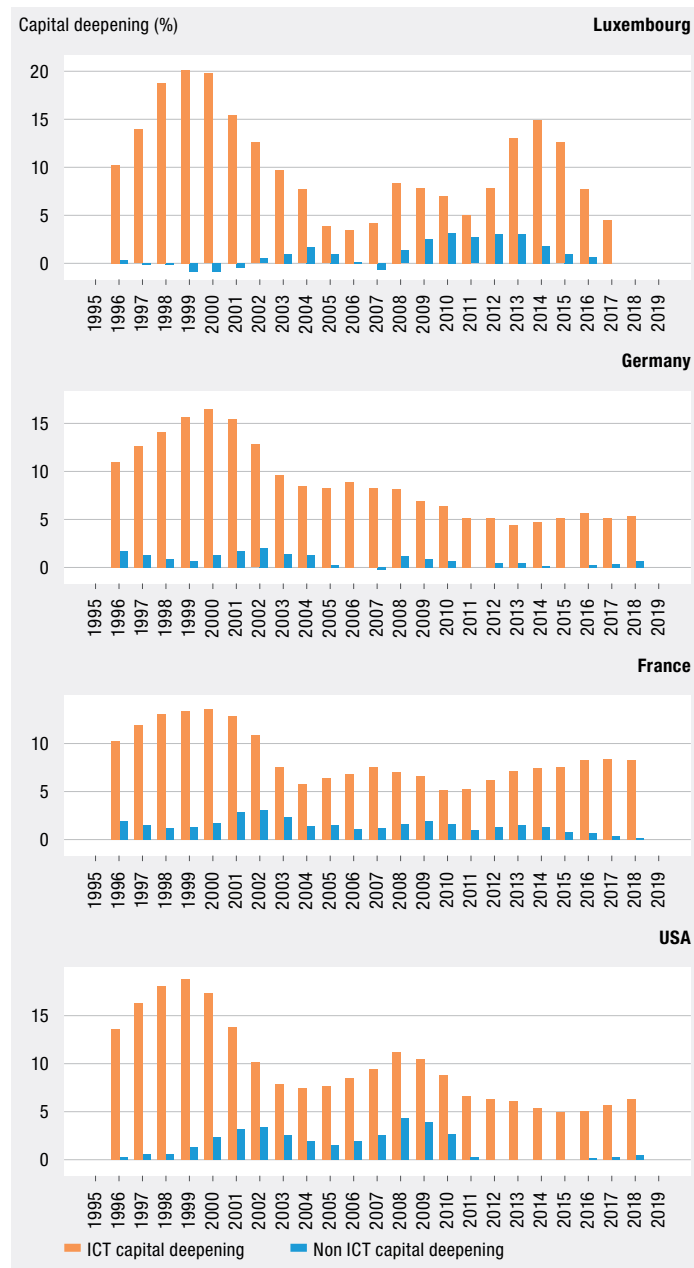
Figure 11
Evolution of share of ICT (orange) and Non-ICT (blue) assets in total Gross Fixed Capital Formation (GFCF) in Luxembourg, 1995-2019



Source: Authors' calculations on the OECD National Accounts at a Glance (March 2022 release)

Figure 12

ICT (orange bars) and Non-ICT (blue bars) capital deepening (3-year moving averages)



Source: Authors' computations on the OECD Productivity database (March 2022 release)

Productivity and wage dispersion. Preliminary firm-level evidence for manufacturing and non-financial services in Luxembourg

2.3.1

Introduction

The last few decades have witnessed an increase in earnings and wage inequalities in a large number of countries.¹ At the same time, productivity differentials among firms, even within narrowly defined industries, have been consistently reported (e.g., Syverson, 2011).

Regarding the relationship between wages and productivity, the neoclassical theory predicts that firms increase their workforce until the market wage equates the value of the additional product from the last worker employed. This implies that growth in wages and productivity remains aligned. However, also when allowing for different workers characteristics, the theory and its implications rely on stringent assumptions. For instance, the presence of asymmetric information, search costs or monopsony power violates the underlying hypotheses and causes wages to deviate from the marginal productivity of labour.²

Globalisation, technological change and labour market institutions are among the factors that may influence wage dispersion.³ Globalisation may expose low-skilled workers to competition from low-wage countries through increased import penetration and offshoring, thereby reducing their wages (Autor et al. (2016), Feenstra and Hanson (1996)). With skill-biased technological change, new technologies such as ICT increase productivity and demand of skilled workers relatively to unskilled ones, affecting relative wages. Unionisation, collective bargaining and minimum wage policies may also have an impact on wage dispersion (Acemoglu and Autor (2011), Katz and Autor (1999)).

Among other important factors, technological change and international trade may also affect productivity dispersion. Competition from international trade may cause less efficient producers to shrink and exit. At the same time, increased innovative efforts and productivity gains of firms exposed to international competition has also been documented (Syverson, 2011). As for technological change, the model proposed by Caselli (1999) suggests that different adoption speeds of a new technology may increase productivity and wage dispersion. The differentials decline once universal adoption of the new technology has been achieved, but they may also persist in the long run in case of partial adoption.

When looking at the relationships between dispersion in wages and productivity, several studies highlight a positive association between the two (e.g., Dunne et al. (2004), Faggio et al. (2011)). However, it is difficult to determine to what extent this is due to differences in workforce characteristics or other sources of wage premia linked to productivity (Card et al., 2018). While there may be different determinants for this pattern, it is of interest to understand if productivity and wage dispersion are present in Luxembourg and how their relationships compare with other countries.

Therefore, this contribution provides a preliminary investigation of the relationships between wages and labour productivity for Luxembourg relying on firm-level data for the period 2005-2018. The analysis considers firm-level correlation between the two variables, evaluates the evolution of the dispersion for the respective distributions as well as potential associations between them. The research follows the approach adopted by Berlingieri et al. (2017b) for a group of OECD countries to allow some degree of international comparison. However, due to the individual country focus and considerable data constraints, the present analysis cannot be extended to the factors that potentially affect the relationship between dispersion in wages and productivity.

This contribution is structured as follows: after a brief data description in section 2.3.2, the analysis of firm-level correlation between wages and labour productivity is presented in section 2.3.3. Dispersion in wages and productivity is discussed in section 2.3.4, while section 2.3.5 investigates their potential relationships. Section 2.3.6. summarises the main conclusions from the analysis as well as the limitations that make this work preliminary.

¹ See for instance Acemoglu and Autor (2011) and Atkinson (2008).

² See Van Biesebroeck (2015). The paper provides an accessible review of the theoretical and empirical aspects of the relationship between wages and productivity.

³ Berlingieri et al. (2017b) provide a more comprehensive discussion of the factors that may influence wages and productivity dispersion briefly summarised in this section. They also provide extensive reference to the relevant literature.

2.3.2 Variables and Data Description

Average wages are calculated as the ratio between total personnel costs and number of employees for each firm.⁴ Nominal personnel costs are deflated using the National Consumer Price Index (NCPI). Labour productivity is measured as value added (VA) per person employed.⁵ Nominal value added is deflated using National Accounts (NA) deflators at 2-digit level (NACE Rev. 2 Divisions).⁶

All variables are from the STATEC Structural Business Statistics (SBS) dataset. The SBS provides firm-level data and covers the years from 2005 to 2018. More information on the SBS dataset is included in the Appendix to this contribution.

The analysis is performed separately for non-financial services and manufacturing. Selected results for non-financial services are also provided for subsets of Sections defined according to the NACE Rev. 2 classification.

Note that the use of an additional administrative source from 2015 onwards introduces a structural break in SBS data.⁷ For these reasons, results for 2015-2018 should be cautiously interpreted. In all charts, a shaded area is used to remark this aspect.

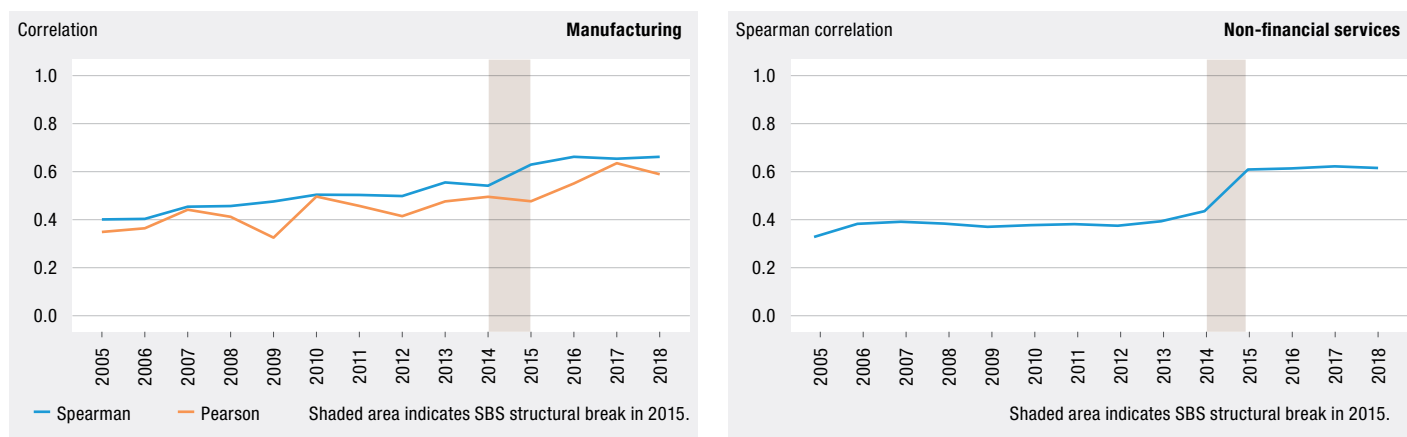
Further detail on coverage and data treatment procedures is provided in the Appendix.

2.3.3 Correlation between wages and productivity

This section discusses cross-sectional correlations over time between firm-level wages and labour productivity for manufacturing and non-financial services, as well as for selected NACE Rev. 2 Sections within the latter. The Spearman rank correlation coefficient is provided for all aggregates. For manufacturing, also the Pearson correlation coefficient is included.⁸

Figure 1 shows the results for manufacturing and non-financial services.⁹ For these aggregates, the Spearman correlation increases over time within comparable ranges but with somehow different patterns. For manufacturing, it reaches a minimum of around 0.40 in 2005 and a maximum of 0.66 in 2018. For non-financial services, the corresponding values are of 0.33 in 2005 and 0.62 in 2018. For manufacturing, a steady increase is detected. For non-financial services, a stable trend emerges until 2014, followed by a somehow sudden level change in 2014/15 after which a stable evolution emerges again. These patterns requires cautious interpretation due to the structural break in the SBS data in 2015. For manufacturing, a comparison of the Pearson coefficient of around 0.35 in 2005 with results presented in Berlingieri et al. (2017b, p. 30) for 2001 indicates that Luxembourg ranks towards the bottom of the nine OECD countries included, whose correlations range between 0.20 and 0.72.¹⁰ Therefore, although differences in timing and methodology may affect the comparison, the correlation for manufacturing appears reasonable and generally consistent with other OECD countries.

Figure 1
Correlations between wages and productivity in manufacturing and non-financial services



Note: The charts show cross-sectional correlations between wages and labour productivity at firm-level over time in manufacturing (left panel) and non-financial services (right panel). The shaded area indicates the presence of a structural break in the SBS data in 2015.
Source: Authors' calculations based on STATEC Structural Business Statistics data

⁴ Total personnel costs includes wages and salaries as well as social security contributions.

⁵ Persons employed include employees as well as workforce whose remuneration is not included in the personnel costs. Therefore, the calculations of labour productivity and average wages use different employment definitions.

⁶ Some economic activities are assigned deflators for the closest industry type. It is worth remarking that results may be sensitive to the deflator choice. A double deflation procedure that deflates output and intermediate consumption separately (rather than value added directly) may be preferable.

⁷ This structural break could influence the evolution of wages and productivity. Further investigation on the impact of the break on results might provide additional insights.

⁸ The Spearman coefficient informs about the direction and the strength of a monotonic relationship between the variables, while the Pearson coefficient refers specifically to a linear relationship. The Spearman coefficient is less sensitive to extreme observations, which motivates its choice in this work.

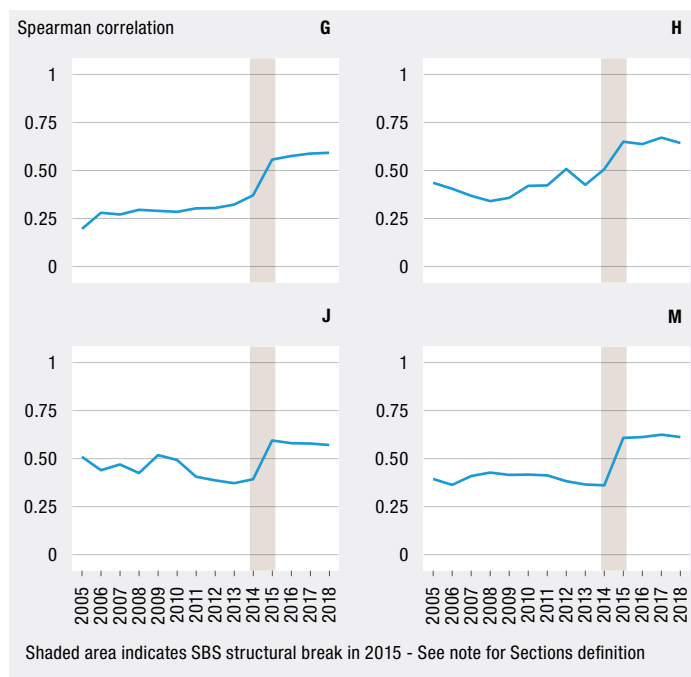
⁹ All correlation coefficients presented in this section are statistically significant at 1% level.

¹⁰ In Berlingieri et al. (2017b, p. 30), firm-level correlations are calculated as averages across 2-digit sectors using employment weights.

Figure 2 shows the Spearman correlation for selected NACE Rev. 2 Sections within non-financial services. The overall trend detected in the aggregate is broadly confirmed for individual Sections. However, the degree of association measured by the Spearman coefficient tends to differ across Sections particularly at the beginning of the period. The increase in 2014/15 most probably linked to the SBS structural break is likely to affect all Sections, although possibly to a different extent.

Overall, these results suggest a positive association between productivity and wages at firm-level. This means that firms with higher labour productivity tend to pay higher average wages. As already mentioned, the patterns detected require cautious interpretation due to the structural break in the SBS data in 2015.

Figure 2
Spearman correlation between wages and productivity in selected service sections



Note: The charts show cross-sectional Spearman correlation between wages and labour productivity at firm-level for each year in the following NACE Rev. 2 Sections:

- G: Wholesale and retail trade; repair of motor vehicles and motorcycles
- H: Transportation and storage
- J: Information and communication
- M: Professional, scientific and technical activities

The shaded area indicates the presence of a structural break in the SBS data in 2015.

Source: Authors' calculations based on STATEC Structural Business Statistics data

2.3.4

Dispersion in wages and productivity

Following Berlingieri et al. (2017b), this section investigates the evolution over time of the dispersion in labour productivity and wages for manufacturing and non-financial services. Dispersion is assessed using the logarithm of the ratio (log ratio hereafter) between relevant percentiles of the distributions.¹¹ Using analogous notations as in Berlingieri et al. (2017b, p. 19), we estimate the following equation for wage dispersion:

$$\left(\log \frac{W_{90}}{W_{10}}\right)_{jt} = \alpha + \beta_t y_t + z_j + \varepsilon_{jt} \quad (\text{Eq. 1})$$

where W_{90} and W_{10} indicate respectively the 90th and the 10th percentiles of the wage distribution, t indicates time and j refers to 2-digit industries. The terms z_j and y_t represent 2-digit industry fixed effects and time dummies, respectively.¹² Estimates are weighted by the number of firms in each year-industry group.¹³ Standard errors are clustered by industry and calculated by bootstrapping. The estimated coefficients on the time dummies are the quantities of interest as they describe the evolution of the average wage dispersion within industry over time.

As mentioned before, the average wage used in this analysis is calculated as the ratio between total personnel costs and number of employees for each firm. It is important to note that this measure allows the analysis of wage dispersion between firms, but does not account for wage dispersion within firms. Therefore, the investigation refers to the between-firm wage dispersion and not to overall wage dispersion. Berlingieri et al. (2017b) share the same limitations and observe that the analysis of between-firms wage differential can still lead to meaningful conclusions regarding trends in overall wage inequality, as the former seem to drive the latter in a considerable number of studies for various countries. In support to this statement, they detect a positive and significant correlation between their measure of between-firm dispersion and a country-level measure of overall dispersion for a group of OECD countries.¹⁴ As their exercise includes Luxembourg for some relevant industry aggregates, we can likewise assume that our analysis of the between-firm wage dispersion is likely to track the evolution over time of overall wage dispersion.

An equivalent equation is estimated for productivity dispersion by replacing the dependent variables with the logarithm of the ratio between the 90th and the 10th percentiles of the productivity distribution.¹⁵

In addition to the ratio between the 90th and the 10th percentiles, the analysis considers also the ratios between the 90th and the 50th and between the 50th and the 10th of both productivity and wage distributions. This is done to assess separately the impact of the top and the bottom of the distribution on the overall dispersion.

¹¹ The logarithms of the percentile ratios are winsorised to minimise the impact of extreme observations. Winsorisation is performed along the time dimension and is limited to one observation for each tail of the distribution. However, when seen along the industry dimension, some industries may be more affected than others. This procedure applies to all analyses performed in this work.

¹² The 2-digit industries follows the NACE Rev. 2 classification by Division. However, given the relatively small number of firms, some Divisions are combined according to the closest type of activity. This applies to both manufacturing and non-financial services for all regression analyses performed in this work.

¹³ This follows the same general approach as in Berlingieri et al. (2017b) and it is applied to all regressions analyses presented in this work.

¹⁴ See Berlingieri et al. (2017b, pp. 17-18).

¹⁵ Previous analyses of productivity dispersion for Luxembourg were based on a more simplified methodology and involved comparisons between the 20th and the 80th percentiles of the distribution. Due to the nature of the data cleaning process and the restriction of the analysis to firms with valid values for both wages and productivity, the underlying sample is also different. It is therefore difficult to disentangle the impact of all these elements on the resulting differences. However, some partial sensitivity analysis suggests that the overall methodology plays an important role and that the choice of percentiles is more relevant for manufacturing.

Graphical results for the estimated coefficients on the time dummies are presented separately for manufacturing and non-financial services in the two following subsections. To facilitate results interpretation, the trends in the percentiles underlying the ratios are also reported. These trends are obtained by estimating Equation 1 above using the logarithm of the relevant percentiles (i.e., 10th, 50th and 90th percentiles) as the dependent variable. Trends in all charts are normalised to zero in the initial 2005 year. Values for other years measure the logarithmic change compared to the initial 2005 level and represent therefore cumulative logarithmic growth since 2005.¹⁶

The interpretations of the trends are based on the point estimates of the underlying time dummies coefficients. Considerations on statistical significance and precision of the estimated coefficients may assist these interpretations. To this purpose, confidence intervals at 90% level are also provided to allow an evaluation of the margins of errors affecting the estimates.¹⁷ In general, the point estimates display wide error margins that are often accompanied by an insufficient degree of statistical significance.¹⁸ Therefore, the patterns described in the next subsections are affected by considerable uncertainty and require an extremely cautious interpretation, as the trends described by the point estimates may not be sufficiently precise to portray the actual evolution and to draw reliable conclusions. Additional caution in interpretation is required because of the structural break in the SBS data in 2015.

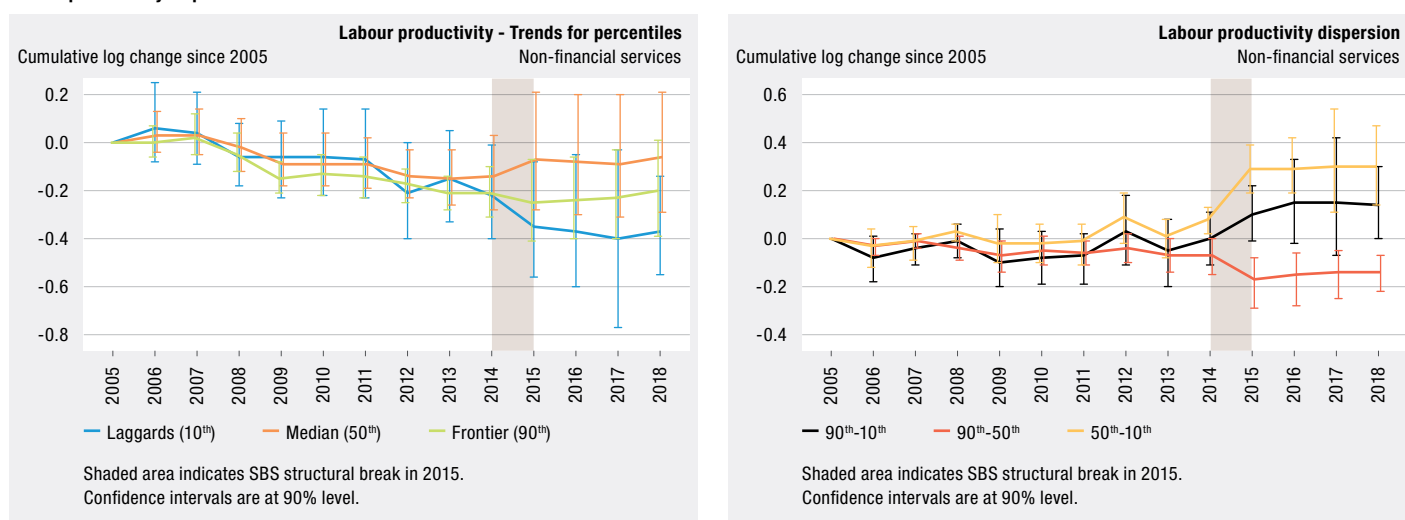
Productivity and wage dispersion in non-financial services

Figures 3 and 4 show productivity and wage dispersion for non-financial services calculated according to the methodology described above.

Until 2013, Figure 3 suggests that frontiers tend to lose their productivity advantage compared to medians, which in turn maintain a generally stable productivity performance compared to laggards. Dispersion trends tend to remain generally stable, possibly with the exception of a compression at the top of the distribution.¹⁹ For the years 2001-2012, Berlingieri et al. (2017b, p. 27-29) find instead increasing dispersion both at top and at the bottom of the distribution. Therefore, results for Luxembourg do not seem to follow the same pattern during this partly overlapping period.

After 2013, the productivity of laggards tends to decrease in comparison with all other firms and particularly compared to the medians. In other words, both median and frontier firms increase their relative productivity compared to firms at the bottom of the distribution. The performance gap between medians and frontiers seems to narrow between 2014 and 2015 due to changes in opposite directions for both types of firms. This reduces dispersion at the top to a lower level that tends to stabilise in the following years.

Figure 3
Labour productivity dispersion in non-financial services



Note: The left panel shows the trends of the 10th, 50th and 90th percentiles of the labour productivity distribution. The 10th percentile identifies laggard firms, the 50th the median firms and the 90th the frontier firms. The right panel shows the trend in the log ratios of the 90th to 10th (Frontier to Laggards), 90th to 50th (Frontier to Median) and 50th to 10th (Median to Laggards) percentiles. All trends are normalised to zero in 2005 and the value for each year measures the cumulative logarithmic growth since 2005. The shaded area indicates the presence of a structural break in the SBS data in 2015. The vertical lines show confidence intervals at the 90% level.

Source: Authors' calculations based on STATEC Structural Business Statistics data

¹⁶ The logarithmic growth can be interpreted as an approximation of the percentage change. For instance, the trend for 90th to 10th percentile ratio in the right panel of Figure 3 in the next subsection shows a cumulative growth of around 14 log points in 2018 compared to 2005 ($0.14 \times 100 = 14$), which corresponds to a 15% percentage increase $[(e^{0.14} - 1) \times 100 \sim 15]$ between the two years.

¹⁷ Cumming and Finch (2005) provide an accessible and effective discussion on the graphical interpretation of charts with confidence intervals and on their relationships with statistical significance testing.

¹⁸ The conventional significance level of 10% (p-value < 0.1) is adopted to assess statistical significance of the estimated coefficients. Therefore, all estimates with p-value ≥ 0.1 are considered to have an insufficient degree of statistical significance.

¹⁹ The coefficients for the 90th to 50th percentile log ratio remain negative throughout this period and become statistically significant in 2009, 2011 and 2013. This provides some support for the potential compression at the top. Lack of statistical significance at 10% level for the coefficients of the remaining log ratios may be consistent with general stability of the corresponding trends.

Therefore, a possible increase in productivity dispersion after 2013 originates from the bottom of the distribution and appears partly offset by reduction in dispersion at the top.²⁰ Although these results refer to a period not covered by Berlingieri et al. (2017b), it is worth observing that they detect an increase in dispersion both at the top and at the bottom of the distribution, and that such increase is more severe for the latter. The results for Luxembourg do not seem to conform to this pattern after 2013, although the increase of dispersion at the bottom is a shared feature worth noticing.

For wage dispersion, Figure 4 suggests relative growth until 2013 in wages for the firms at the bottom of the distribution compared to all others, with substantial similarity in the wage evolution for firms at top and those at the median. This translates into a reduction in overall wage dispersion over the period driven by the bottom of the distribution.²¹ This also indicates that workers in low wage firms have fared relatively better than others in the years following the financial crisis. Berlingieri et al. (2017b, p. 21) detect instead increasing dispersion at both tails of the wage distribution for the overlapping time period 2005-2012, with a partial decline at the top after 2009. Their findings also indicate that the workers in low paying firms have suffered more than those at the median in the aftermath of the crisis.²²

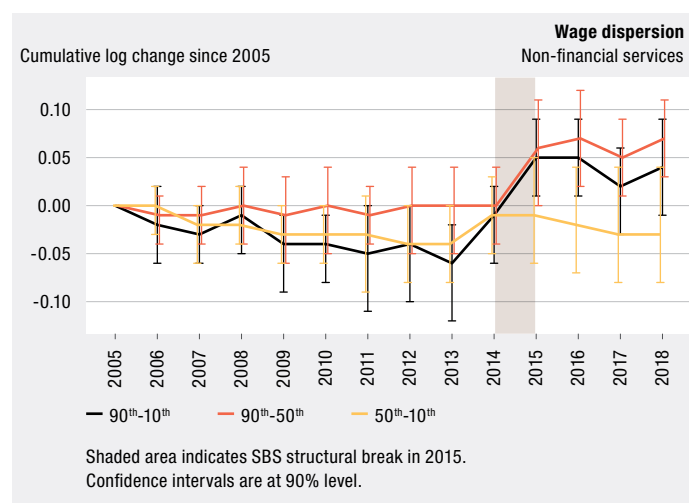
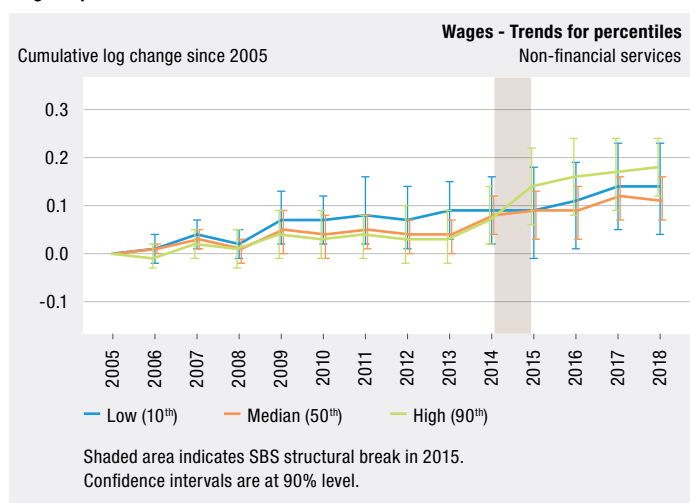
After 2013, a faster growth seems to emerge for the high wage firms compared to all others, accompanied by a partial realignment in the wage dynamic for firms at the median compared to those at the bottom. This translates in a likely increase in overall wage dispersion driven by the top of the distribution, possibly offset by relative dynamics at the bottom. This increase in overall dispersion emerges more clearly for 2015 and 2016, while the effect is more uncertain for subsequent years.²³

As mentioned before, it is important to observe that the margins of error around the underlying coefficients reduce considerably the statistical precision of the trends discussed above. Therefore, they may not provide a sufficiently reliable picture of the actual evolution. Additional caution in the interpretation of results is required because of the structural break in the SBS data in 2015.

Productivity and wage dispersion in manufacturing

Figures 5 and 6 show productivity and wage dispersion for manufacturing. Considerable volatility appears for productivity trends, especially for those involving the first decile. Figure 5 shows a tendency for productivity in both median and frontier firms to decrease at rather similar rates until around 2011, followed by relative stability.

Figure 4
Wage dispersion in non-financial services



Note: The left panel shows the trends of the 10th, 50th and 90th percentiles of the wage distribution. The 10th percentile identifies the low wage firms, the 50th the median wage firms and the 90th the high wage firms. The right panel shows the trend in the log ratios of the 90th to 10th (High to Low), 90th to 50th (High to Median) and 50th to 10th (Median to Low) percentiles. All trends are normalised to zero in 2005 and the value for each year measures the cumulative logarithmic growth since 2005. The shaded area indicates the presence of a structural break in the SBS data in 2015. The vertical lines show confidence intervals at the 90% level.

Source: Authors' calculations based on STATEC Structural Business Statistics data

²⁰ With one minor exception, coefficients for both the 90th to 50th and 50th to 10th percentile log ratios are statistically significant from 2014 onwards. The same cannot be said for the 90th to 10th log ratio, whose coefficients achieve statistical significance at 10% level only in 2018. Therefore, although the net effect of an increase in dispersion is the more likely outcome, the lack of precision makes the assessment somehow difficult.

²¹ Coefficients for the 90th to 10th percentile log ratio are statistically significant in 2009, 2010 and 2013. Coefficients for the 50th to 10th log ratio are instead significant at 10% level in 2010 and 2013. Considering both ratios jointly between 2009 and 2013, four out of the five remaining coefficients display a statistical significance slightly above the 10% level. This provides some support to decreasing wage dispersion driven by the bottom. Lack of statistical significance for the 90th to 50th percentile log ratio may instead be consistent with stability in relative wages between high and median wage firms in the period considered.

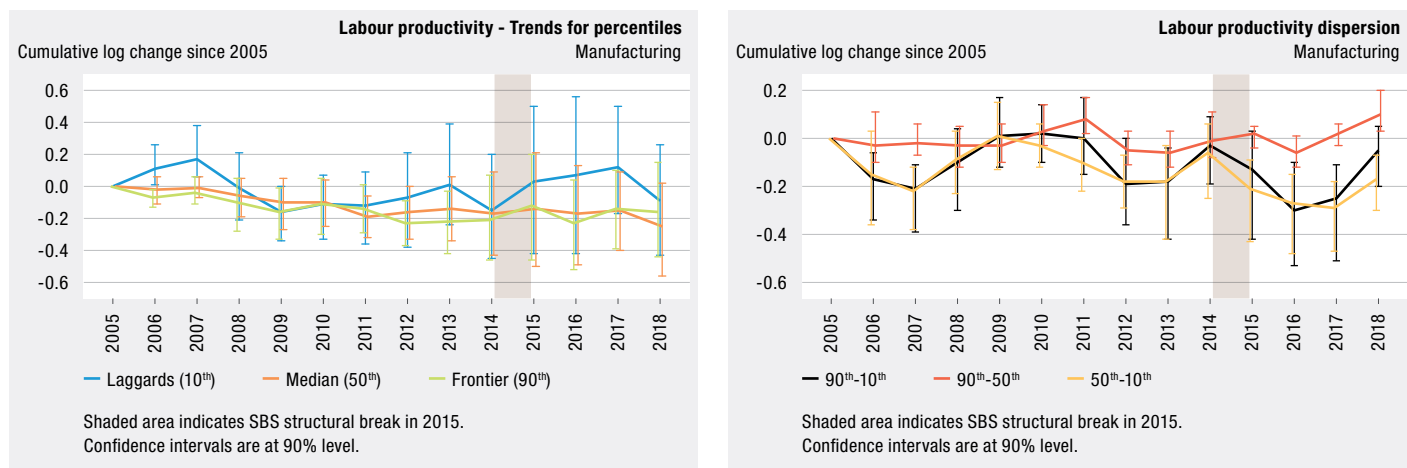
²² Analogous results for low wage firms hold in a similar exercise for Portugal in Mergulhão and Pereira (2021, p. 12).

²³ Coefficients for the 90th to 50th percentile log ratio are statistically significant from 2015 onwards, providing support for increased dispersion at the top. Coefficients for the 90th to 10th log ratio are instead significant only for 2015 and 2016, casting doubt on the overall dispersion increase in subsequent years. Lack of significance for the 50th to 10th log ratio may be compatible with realignment in wage dynamics between median and low wage firms, but goes against a statistically significant offsetting effect at the bottom. Overall, insufficient precision makes the assessment of the final effects rather difficult.

Productivity for laggards shows instead a drop in 2007-2009 and possibly an increasing trend afterwards.²⁴ The parallel evolution in productivity for median and frontier firms translates into a relatively stable dispersion at the top of the distribution.²⁵ The relative improvements for laggards compared to all other firms produces instead the possibility of a decrea-

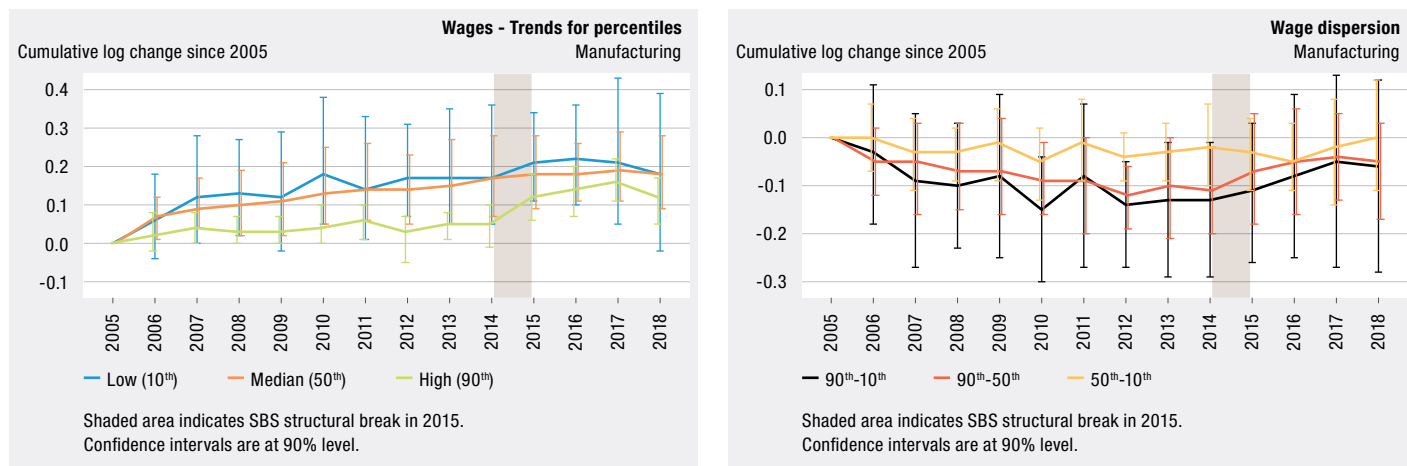
sing trend in overall dispersion originating at the bottom of the distribution towards the end of the period.²⁶ These results are different from those obtained by Berlingieri et al. (2007b, p. 27-29), that documents an increase in dispersion for both tails of the distribution from 2005 to 2012.²⁷

Figure 5
Labour productivity dispersion in manufacturing



Note: The left panel shows the trends of the 10th, 50th and 90th percentiles of the labour productivity distribution. The 10th percentile identifies laggard firms, the 50th the median firms and the 90th the frontier firms. The right panel shows the trend in the log ratios of the 90th to 10th (Frontier to Laggards), 90th to 50th (Frontier to Median) and 50th to 10th (Median to Laggards) percentiles. All trends are normalised to zero in 2005 and the value for each year measures the cumulative logarithmic growth since 2005. The shaded area indicates the presence of a structural break in the SBS data in 2015. The vertical lines show confidence intervals at the 90% level.
Source: Authors' calculations based on STATEC Structural Business Statistics data

Figure 6
Wage dispersion in manufacturing



Note: The left panel shows the trends of the 10th, 50th and 90th percentiles of the wage distribution. The 10th percentile identifies the low wage firms, the 50th the median wage firms and the 90th the high wage firms. The right panel shows the trend in the log ratios of the 90th to 10th (High to Low), 90th to 50th (High to Median) and 50th to 10th (Median to Low) percentiles. All trends are normalised to zero in 2005 and the value for each year measures the cumulative logarithmic growth since 2005. The shaded area indicates the presence of a structural break in the SBS data in 2015. The vertical lines show confidence intervals at the 90% level.
Source: Authors' calculations based on STATEC Structural Business Statistics data

²⁴ With few exceptions, the lack of statistical significance for the coefficients underlying the trends makes these results considerably uncertain.

²⁵ With the exception of 2011 and 2018, the coefficients underlying the 90th to 50th percentile log ratio are not statistically significant at 10% level, which may be compatible with this stable evolution.

²⁶ In general, the coefficients for both the 90th to 10th and the 50th to 10th percentile log ratios tend to be statistically significant for those years with the largest productivity differentials between laggards and all other types of firms. However, this is not true in all cases. Moreover, the relatively high volatility makes the interpretation more challenging.

²⁷ In Berlingieri et al. (2007b, p. 27-29) dispersion at the top decreases before 2005, reaching however a higher level in 2012 compared to 2001.

Figure 6 suggests that average wages in low and median wage firms tend to increase throughout the period along a similar trend.²⁸ Wages in high wage firms broadly stagnates until around 2014 before showing an acceleration. As a result, relative wages in the top paying firms tend to decrease compared to all others until around 2014 and then to increase again until the end of the period with a possible tendency to remain below their initial level.²⁹ This is shown by the U-shaped trends in dispersion for the top and for the overall wage distribution. In the aftermath of the financial crisis, the results for wage dispersion indicate that workers in low and medium wage firms have fared relatively better than those in high wage firms.³⁰ Although these results are only partially aligned with those obtained for non-financial services, they still mark a difference compared to the findings in Berlingieri et al. (2017b, p. 21) previously mentioned. In summary, wage dispersion in manufacturing shows a U-shaped pattern driven by the top of the distribution, but still showing a possible tendency to remain at lower levels at the end of the period compared to the beginning. These results are not aligned with Berlingieri et al. (2007b, p. 21-22) where instead dispersion has increased at the bottom and remained relatively stable at the top during 2001-2012.

As already noted for non-financial services, it is important to remember that the statistical precision of the trends is negatively affected by the margin of errors of the underlying coefficients. Therefore, they may not be sufficiently reliable to reflect the actual evolution. Moreover, the structural break in the SBS data in 2015 requires additional caution in the interpretation of results.

2.3.5

The relationships between dispersion in wages and productivity

This section presents the analysis of the relationships between dispersion in productivity and wages following the approach proposed by Berlingieri et al. (2017b). Using analogous notation as in Berlingieri et al. (2017b, p. 31), we estimate the following equation:

$$\left(\log \frac{W_{90}}{W_{10}}\right)_{jt} = \alpha + \beta \cdot \left(\log \frac{P_{90}}{P_{10}}\right)_{jt} + \gamma_t + z_j + \varepsilon_{jt} \quad (\text{Eq. 2})$$

where P_{90} and P_{10} indicate respectively the 90th and the 10th percentiles of the productivity distribution and all other terms have the same interpretation as in Equation 1. Therefore, wage dispersion is regressed against productivity dispersion and a set of year dummies and 2-digit industry fixed effects indicated respectively by γ_t and z_j . In addition to overall dispersion, the analysis investigates separately the relationships at the top and the bottom of the distribution by regressing the ratios between the 90th and the 50th and between the 50th and the 10th percentiles of the wage distribution against the corresponding ratios of the productivity distribution. Estimates are weighted by the number of firms in each year-industry group. Standard errors are clustered by industry group and obtained by bootstrapping. The analysis is performed separately for manufacturing and non-financial services.

For non-financial services, the regression results obtained with the OECD methodology described at the beginning of this section are presented in Table 1. The first three columns show the results obtained when including all NACE Rev. 2 Sections. The columns 4 to 6 show the results obtained when excluding Sections I and L (Accommodation and food services and Real estate) from the aggregate. The reason for the exclusion is that they display specific data patterns that would require more thorough investigation. This second aggregate is then split into two groups: Sections G, H and J (Trade, Transportation and Information and communication) and Sections M and N (Professional activities and Administrative and support activities).³¹ These two aggregates are analysed separately and results are shown in the last two sets of three equations each. Industry fixed effects and time dummies are included in all regressions.

²⁸ The coefficients for the 50th to 10th percentile log ratio are not statistically significant at 10% level, neither individually nor jointly. Therefore, although the trends for percentiles could suggest that wage dynamics in the median firms may not always keep the pace with the low wage firms, the hypothesis of a parallel evolution cannot be rejected.

²⁹ With one exception, the coefficients for both the 90th to 10th and 90th to 50th percentile log ratios are statistically significant from 2010 to 2014. However, their loss of statistical significance at conventional levels for all subsequent years make conclusions rather uncertain for the end of the period.

³⁰ Reversing the perspective, this implies that workers in the high wage firms have suffered relatively more than the others.

³¹ The exact naming description for the NACE Rev. 2 Sections is reported in the Appendix. The aggregation of Sections M and N complies with the European System of Accounts (ESA) 2010 A10 classification. The same cannot be said for the aggregation of G, H and J, as the A10 classification considers J independently and groups G, H and I together.

Table 1
Dispersion in wages and productivity – Regression results for non-financial services

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
	All Sections (G to J and L to N)			All Sections excl. I and L			Sections G, H and J			Sections M and N		
	Wages – Percentile log ratios			Wages – Percentile log ratios			Wages – Percentile log ratios			Wages – Percentile log ratios		
	90-10	90-50	50-10	90-10	90-50	50-10	90-10	90-50	50-10	90-10	90-50	50-10
Labour productivity												
Percentile log ratios												
90-10	0.018			0.060***			0.044			0.072***		
	(0.557)			(0.007)			(0.180)			(0.008)		
90-50		0.082*			0.078			0.104			0.054	
		(0.064)			(0.108)			(0.518)			(0.420)	
50-10			0.040			0.063**			0.074**			0.040
			(0.174)			(0.020)			(0.020)			(0.103)
Industry fixed effects	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Year dummies	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Adjusted R-squared	0.890	0.958	0.732	0.942	0.939	0.802	0.946	0.957	0.654	0.925	0.890	0.861

Note: p-values in parenthesis; *** p < 0.01, ** p < 0.05, * p < 0.1

Source: Authors' calculations based on STATEC Structural Business Statistics data

Overall, the results show a positive association between dispersion in wages and productivity, although the statistical significance of such relationship varies across aggregates and tails of the distributions. For the whole aggregate, only a weakly significant relationship is detected at the top of the distribution. When excluding Sections I and L, the association become significant for the overall distribution and, to a lesser extent, for the bottom tail.³² Therefore, the detected association seems to be more prominent at the bottom. Sections G, H and J also show a statistical significant relationship at the bottom of the distribution. However, this does not correspond to a significant relationship for the whole distribution. Conversely, Sections M and N display a significant relationship for the entire distribution but no significant association in any of the tails.³³ Overall, the association between dispersion in wages and productivity in non-financial services seems to find more support at the bottom of the distribution rather than at the top.³⁴

A more thorough analysis of the role played by individual Sections could shed further light on the relationships identified. Unfortunately, given the small number of observations, a sufficiently robust econometric analysis would become difficult. In any case, a point to note is that a more granular investigation reveals patterns that may remain hidden when looking at the aggregate, at least with the current research design.

Table 2 presents the regression results for manufacturing. Although the association between dispersion in wages and productivity is generally positive, lack of statistical significance suggests the absence of a systematic relationship between them.

Table 2
Dispersion in wages and productivity – Regression results for manufacturing

	(1)	(2)	(3)
	Manufacturing (Section C)		
	Wages – Percentile log ratios		
	90-10	90-50	50-10
Labour productivity			
Percentile log ratios			
90-10	0.098		
	(0.114)		
90-50		0.067	
		(0.190)	
50-10			0.037
			(0.774)
Industry fixed effects	YES	YES	YES
Year dummies	YES	YES	YES
Adjusted R-squared	0.495	0.509	0.191

Note: p-values in parenthesis; *** p < 0.01, ** p < 0.05, * p < 0.1

Source: Authors' calculations based on STATEC Structural Business Statistics data

For similar specifications, Berlingieri et al. (2017b) show a positive and significant relationship between dispersion in wages and labour productivity in their joint analysis for services and manufacturing in the period 2001-2012 for a group of OECD countries. Such results hold also for the top and the bottom of the distribution separately considered.³⁵ For Luxembourg, more granular results show that joint evolution in the distribution of wages and productivity does not emerge for manufacturing and non-financial services separately considered, and appears only for some industry groups or for some tails of the distributions.

Due to the structural break in the SBS data in 2015, a cautious interpretation of the results obtained is required.

³² It is worth noticing that the statistical significance shown by the p-value for the top of the distribution is just marginally above the 10% level.

³³ It is worth observing that statistical significance for the bottom is just marginally above the 10% level.

³⁴ Comparable results for Portugal are documented by Mergulhão and Pereira (2021, p. 14).

³⁵ In particular, see Berlingieri et al. (2017b, p. 33).

2.3.6 Conclusions

This work performs a preliminary investigation of the relationships between wages and labour productivity for Luxembourg over the period 2005-2018. The analysis considers firm-level correlation between the two variables, evaluates the evolution of the dispersion for the respective distributions as well as potential associations between them. The research follows the approach adopted by Berlingieri et al. (2017b) for a group of OECD countries over the period 2001-2012. This provides opportunities for cross-countries comparison of the results, particularly for the overlapping years 2005-2012.

As for correlation, the firm-level analysis based on the Spearman coefficient reveals a positive and significant association between wages and productivity for both manufacturing and non-financial services. This means that firms with higher labour productivity tend to pay higher average wages. For services, the positive association also holds for selected NACE Rev. 2 Sections. For manufacturing, a comparison of the Pearson coefficient with result presented in Berlingieri et al. (2017b, p. 30) indicates that Luxembourg ranks towards the bottom of the OECD countries included in their analysis. Therefore, although differences in time coverage and methodology prevent a direct comparison, the correlation for manufacturing appear reasonable and generally consistent with other OECD countries. In any case, the patterns detected require cautious interpretation due to the structural break in the SBS data in 2015.

In non-financial services, signals of increase in the overall dispersion for both productivity and wages appear only after 2013. A possible increase in productivity dispersion originates from the bottom of the distribution and appears partly offset by reduction in dispersion at the top. Increasing dispersion at the bottom is attributable to a worsening performance of laggards combined with a partial recovery for medians. The compression at the top derives from some narrowing of the performance gap between medians and frontiers due to changes in opposite directions for both types of firms. An increase in wage dispersion is detected for some years after 2013, but becomes more uncertain towards the end of the period. Such increase originates at the top of the distribution and it is due to faster wage dynamics of high wage firms. This contrasts with a reduction in wage dispersion emerging in the aftermath of the financial crisis and attributable to the bottom of the distribution. This reduction comes from relative wage growth for the firms at the bottom compared to all others, accompanied by substantial correspondence in wage dynamics for high and median wage firms. This pattern indicates that workers in low wage firms have coped relatively better than others during the crisis period. Results for the OECD countries analysed by Berlingieri et al. (2017b) show instead that the workers in low paying firms have suffered considerably more relatively to those at the median in the aftermath of the crisis.

For manufacturing, productivity dispersion shows a possible decrease towards the end of the period due to a compression at the bottom of the distribution. This compression is attributable to an increasing trend in productivity levels of laggards from 2009 onwards against a relatively flat performance evolution for medians and frontiers in the same period.

Wage dispersion follows a U-shaped trend with an upward turn after 2014 and a possible tendency to remain lower at the end of the period. The top of the distribution drives the evolution in wage dispersion. Average wages in low and median wage firms tend to increase throughout the period at a rather similar pace. On the contrary, wages in high wage firms broadly stagnates until around 2014 before entering a faster dynamic. This produces an initial compression at the top of the distribution possibly followed by a reversal from 2014 onwards. Results for wage dispersion suggest that workers in low and medium wage firms have fared relatively better than those in high wage firms in the aftermath of the financial crisis, partially echoing the results obtained for non-financial services.

It is important to remember that the trends in dispersions discussed above may not be sufficiently precise to provide a reliable picture of the actual evolution because of the considerable error margins of the underlying estimated coefficients, often accompanied by lack of statistical significance at conventional levels. Moreover, the structural break in the SBS data in 2015 requires additional caution in the interpretations.

As for the relationships between dispersion in wages and productivity, results for Luxembourg suggest a generally positive relationship. However, this relationship is statistically significant only for some industry groups or for some tails of the distribution. In other words, joint evolution in the distribution of wages and productivity does not appear a general pattern as for the group of OECD countries analysed in Berlingieri et al. (2017b) for manufacturing and services together. Limitations due to samples size and data volatility may contribute to explain the limited statistical robustness. Nonetheless, these preliminary results suggest that for non-financial services the association between dispersion in wages and productivity seems more prominent at the bottom of the distribution rather than at the top. The results also indicate that individual industry patterns may not emerge when looking at wider aggregates. The structural break in the SBS data in 2015 may also affect the results.

Among the general limitations, it is important to remember that the analysis considers wage dispersion between firms rather than overall wage dispersion. Moreover, the single-country settings combined with data constraints limit the possibility to evaluate additional features of the economy and institutional factors that may influence the relationships between wage and productivity dispersion.

These and other methodological reasons, combined with the limited statistical robustness for the trends in dispersion, make the findings presented in this contribution as preliminary.

Finally, although the analysis reveals patterns that may not be aligned with those detected for other OECD countries as documented by Berlingieri et al. (2017b), allowance should be made for differences in time coverage, data structure and methodological aspects. Clearly, the limited statistical robustness detected for the coefficients underlying the trends in dispersion should be added to the list of factors to consider.

2.3.7 Appendix

Composition of aggregates according to NACE Rev. 2

Manufacturing corresponds to Section C of NACE Rev. 2. Non-financial services include Sections G to J and Sections L to N of NACE Rev. 2. Additional details are reported below.

- G Wholesale and retail trade; repair of motor vehicles and motorcycles
- H Transportation and storage
- I Accommodation and food service activities
- J Information and communication
- L Real estate activities
- M Professional, scientific and technical activities
- N Administrative and support service activities

Structural Business Statistics (SBS) dataset

The first component of the Structural Business Statistics (SBS) dataset is the annual Structural Business Survey conducted by STATEC. The survey covers enterprises above a certain threshold for employment or turnover as well as a random sample of smaller units. Survey data are then integrated with additional administrative sources. Estimation and imputation procedures are also applied to deal with the different coverage between survey data and administrative sources.³⁶ In comparison to the survey sample, this substantially increases the number of firms available for the analysis.

Data treatment procedure

The main data treatment procedure are listed below.

- Data are corrected for implausible jumps using a similar procedure as in Berlingieri et al. (2017a, p. 19), which drops observations with large one-off consecutive changes for a set of relevant variables.
- Both tails of the productivity distribution are trimmed at the 0.5th percentile by year and by NACE Rev. 2 Section. Trimming is restricted to firms with fewer than five persons employed. In other words, this procedure excludes from the sample firms with few persons employed whose value added appear as extreme in relation to their size when compared with firms in the same NACE Rev. 2 Section for each year.
- Both tails of the wage distribution are trimmed at the 0.5th percentile by year and by NACE Rev. 2 Section. Trimming is restricted to firms with fewer than five persons employed.
- Firms with less than one person employed or with less than one employee are excluded from the sample.
- In regression analyses, percentile ratios for each aggregation of 2-digit industries are winsorised by year. Winsorisation is limited to one observation in each tail of the distribution for each year.

Acknowledgements

We wish to thank the OECD for allowing the use of a portion of the STATA® code and the thresholds to correct for implausible jumps implemented in the MultiProd project (Berlingieri et al., 2017a). We are grateful to Xi Chen, Kelsey O'Connor and particularly to Maxime Pettinger for helpful discussions on various aspects of the work. We also thank Georges Zangerlé for invaluable help with SBS data. The Authors remain responsible for any error.

³⁶ For additional information, please see: <https://statistiques.public.lu/en/services-public/methodologie/methodes/entreprises/structure-activite-entreprises/sse.html>
https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/EN/sbs_esms_lu.htm

Acemoglu, D. and D. Autor (2011)

"Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings". In *Handbook of Labor Economics*, edited by Card, D. and O. Ashenfelter, 4:1043–1171. Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0169-7218\(11\)02410-5](https://doi.org/10.1016/S0169-7218(11)02410-5).

Autor, D.H., Dorn, D. and G.H. Hanson (2016)

"The China Shock: Learning from Labor-Market Adjustment to Large Changes in Trade". *Annual Review of Economics*, 8: 205–240. <https://doi.org/10.1146/annurev-economics-080315-015041>

Atkinson, A.B. (2008)

"The Changing Distribution of Earnings in OECD Countries". Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199532438.001.0001>.

Berlingieri, G., Blanchenay, P., Calligaris, S. and C. Criscuolo (2017a)

"The Multiprod project: A comprehensive overview". OECD Science, Technology and Industry Working Papers, No. 2017/04, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/2069b6a3-en>

Berlingieri, G., Blanchenay, P., and C. Criscuolo (2017b)

"The great divergence(s)". OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 39, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/953f3853-en>

Caselli, F. (1999)

"Technological Revolutions". *American Economic Review*, 89: 78–102. <https://doi.org/10.1257/aer.89.1.78>

Card, D., Cardoso, A.R., Heining, J. and P. Kline (2018)

"Firms and Labor Market Inequality: Evidence and Some Theory". *Journal of Labor Economics*, 36, S13–S70. <https://doi.org/10.1086/694153>

Cumming, G. and S. Finch (2005)

"Inference by Eye: Confidence Intervals and How to Read Pictures of Data". *American Psychologist*, 2005 60, 170–180.

Dunne, T., Foster, L., Haltiwanger, J., and K.R. Troske (2004)

"Wage and Productivity Dispersion in United States Manufacturing: The Role of Computer Investment". *Journal of Labor Economics*, 22, 397–429. <https://doi.org/10.1086/381255>

Feenstra, R. C. and G.H. Hanson (1996)

"Foreign Investment, Outsourcing and Relative Wages." In *The Political Economy of Trade Policy: Papers in Honor of Jagdish Bhagwati*, edited by R. C. Feenstra, G. M. Grossman and D. A. Irwin, 89–128. Cambridge: MIT Press

Faggio, G., Salvanes, K.G. and J. Van Reenen (2010)

"The Evolution of Inequality in Productivity and Wages: Panel Data Evidence". *Industrial and Corporate Change* 19, 1919–1951. <https://doi.org/10.1093/icc/dtq058>

Katz, L.F. and D.H. Autor (1999)

"Changes in the Wage Structure and Earnings Inequality", in: Ashenfelter, O. and D. Card (Eds.), *Handbook of Labor Economics*, Vol. 3A. Elsevier, pp. 1463–1555. [https://doi.org/10.1016/S1573-4463\(99\)03007-2](https://doi.org/10.1016/S1573-4463(99)03007-2)

Mergulhão, A. and J. Azevedo Pereira (2021)

"Productivity-Wage Nexus at the firm-level in Portugal: Decoupling and Divergences". OECD Productivity Working Papers, 2021-28, OECD Publishing, Paris.

Syversen, C. (2011)

"What Determines Productivity?". *Journal of Economic Literature*, 49 (2): 326–365. <https://doi.org/10.1257/jel.49.2.326>

Van Biesebroeck, J. (2015)

"How tight is the link between wages and productivity? A survey of the literature". ILO Conditions of Work and Employment Series, No. 54, International Labour Office, Geneva. https://doi.org/10.1163/2210-7975_HRD-4022-2015050

The Limits to Green Benchmarking¹

2.4.1

Introduction

A recent trend in the financial sector is the sustainable finance movement. Sustainable finance may be described as financial initiatives that seek to reduce the externalities associated with certain business practices, in particular, excess CO₂ creation (Lubin and Esty, 2011). This trend is strongly linked to the development of the Environmental, Social, and Governance (ESG) principles (ESG issues were first mentioned in the 2006 United Nations Principles for Responsible Investment (PRI) report consisting of the Freshfield Report, UNEP (2005), and the “Who Cares Wins” document, IFC (2004)). ESG principles incorporate non-financial ideals, such as sustainability, into financial settlements. To support this initiative, loan officers could benefit from a priori taxonomies of industries based on ESG principles. At the same time, they could also benefit from a posteriori assessments of industries’ economic performances given their environmental impact based on real data. In this document, we will provide this numerical assessment of economic performances of industries in Luxembourg taking environmental impact into account.

Taxonomies are useful in providing a natural classification of economic activities, in the sense that they group industries that are fundamentally related. This work uses a classification developed by the European Bank for Reconstruction and Development (EBRD) that has not made its way to the general public yet. This taxonomy provides credit officers within financial institutions with a guide to the typical level of inherent potential environmental, social and governance risk related to particular business activities². This classification is based on expert judgements and associates to each industry (defined by its NACE revision 2 code) a level of environmental, social and governance risk. The taxonomy is industry specific but not country specific. In this document, we are interested in environmental risk. Environmental risks refer to industry activities that might make any temporary or permanent changes to the landscape, atmosphere, soil, water, plants or animals. The EBRD considers three levels of risk: Low, Medium and High³. We will use this grouping of industries to compute and to put into perspective the performances of industries in Luxembourg.

Our procedure might help financial institutions (FIs) to select projects to finance in particular when taxonomies are complemented by a numerical assessment taking into account the joint economic and environmental performance. The FIs will have a possibility to benchmark various industries/investment opportunities given their economic performance but also to monitor past and present environmental developments. If FIs aim at providing sustainable finance, it will help them to channel private funds towards leading industries potentially best aligned with ESG principles. Actually, FIs in Luxembourg, such as Spuerkeess, Banque de Luxembourg, Banque Raiffeisen filter out some industries based on ESG conviction (for example manufacture of weapons and ammunition)⁴. In 2021, Banque de Luxembourg indicated that 73 percent of assets under management take ESG factors into account. In 2020, The World Bank Investor Survey showed that 85 percent of investors use ESG information to assess credit risk (Hussain, 2020).

We assess the economic performance of industries by gauging their ability to turn economic resources, inputs (equipment, labour and intermediate consumptions including energy, raw materials and services) into goods and services (this is referred to as the technical efficiency of industries). Producing goods and services comes, unfortunately, with a negative side effect: pollution. We then compute indicators of efficiency that consider simultaneously the production of goods and services and the generation of a bad output. Here, pollution is measured by the amount of greenhouse gas emissions (GHG). GHG include CO₂, methane, nitrous oxide gases and halogenated fluorocarbons, all measured in CO₂ equivalent.

Data envelopment analysis (DEA) is used to compute these performance indicators. DEA is a non-parametric method developed by Charnes et al. (1978) for measuring the relative technical efficiencies of a set of comparable units (firms, industries or countries). Basically, observed combinations of inputs and outputs indicate the optimal feasible productions. It identifies which industry, among similar industries, produces the most output for a given level of inputs. A set of such best-performing industries then forms a production frontier (best practice), and the distance between best-performing industries (production frontier) and industries that perform worse, measures the level of inefficiency.

¹ The author gratefully acknowledges the financial support of the Observatoire de la compétitivité, Ministère de l'Économie, DG Compétitivité, Luxembourg, and STATEC. This article reflects the views of the author and does not engage in any way STATEC, STATEC Research or funding partners. The author wishes to thank the colleagues from STATEC (the National Statistical Institute of Luxembourg), and STATEC Research for helpful comments and suggestions. Institut national de la statistique et des études économiques du Grand-Duché de Luxembourg (STATEC Research), 14, rue Erasme, L-2013, Luxembourg. E-Mail: charles-henri.dimaria@statec.etat.lu; Tel.: +352 247-74248

² <https://www.ebrd.com/downloads/about/sustainability/ebd-risk-english.pdf>

³ High Activity Risk: The customer's business activities may give rise to significant or long-term environmental impacts. These may require more specialised risk assessment, and the customer may not have the technical or financial means to manage them. Medium Activity Risk: The customer's business activities have limited environmental impacts, and these are capable of being readily prevented or mitigated through technically and financially feasible measures. Low Activity Risk: The customer's business activities have minor/few environmental impacts associated with them.

⁴ See: <https://blog.raiffeisen.lu/en/about-finance/steering-right-course-esg-investments-and-aiming-returns>, https://www.spuerkeess.lu/fileadmin/mediatheque/documents/about_us/Sustainability/Transparence_de_l_integration_des_risques_en_matiere_de_durabilite_au_niveau_des_produits.pdf and https://www.banquedeluxembourg.com/documents/10184/3392438/BDL_064591EN.pdf for practical implementation of ESG principles by banks

Using linear programming techniques, it is possible to compute industries' distances to frontier. Sickles and Zelenyuk (2019) provide a nice introduction to DEA and efficiency measurement. An extension of the DEA basic framework, the model proposed by Chiu et al. (2012), permits to simultaneously benchmark industries according to their technical efficiency (output production) and environmental efficiency (GHG emissions).

Usually it is assumed that industries share a common production technology but operate at different level of input and output levels (e.g. Wu et al. (2015) for industry-level data and Kumar and Russell (2002) for country-level data). In other words, industries share the same technological frontier (which depicts the maximum output that can be produced for a given use of inputs). In this study, we argue that, given potential environmental risk and sizeable costs in case of adverse events, management practices will differ between two groups of industries: the low and the medium/high risk industries. Thus, they will have different production technologies. This might be explained by different environmental regulations that might apply to industries (Horbach et al., 2012). Arguably, the technology might also be partly shaped to fulfil consumers' expectations and needs (van den Bergh, 2008). Then, we allow for heterogeneity for technologies.

Thus, we estimate group-specific (low and high to medium risk industries) technical frontiers. Within each industry group, we then estimate industry specific inefficiency, that is the distance between the group's technical frontier (maximum possible production defined by best performing industries within group) and position of an individual industry (Chiu et al., 2013, is a related framework). We call this distance the managerial inefficiency. We call it managerial inefficiency because we assume that industries within each group share the same technology. If they have access to the same technology, they should be able to produce the same as the most efficient industries within a group. Given that they do not, this must be due to poor managerial practices⁵. Finally, O'Donnell et al. (2008) show how we can join the technical frontiers of the two groups of industries (low and high to medium risk industries) into a single global technical frontier. We then call the distance between the technical frontier of the industry group (e.g. frontier of the high to medium risk industries) and the global frontier, the technical gap. Every industry is able to approach the global technology, to fill the technological gap, by innovation (Lee and Choi, 2018). If we sum together this technical gap (distance between group's frontier and global frontier) and managerial inefficiency (distance between industry and group's frontier), we arrive at total inefficiency. The total inefficiency of a single industry can therefore be decomposed into managerial inefficiency and technical gap.

This paper is organised as follows: section 2.4.2 presents the data and gives an overview of Luxembourg's economy in terms of environmental risks. This section also presents the model for computing efficiency scores. The following section summarizes results comparing risk groups. The last section hypothesizes what could be the perverse outcomes of an excessive reliance on such taxonomies and benchmarks.

2.4.2

Data and models

2.4.2.1

High, Medium and Low environmental risk industries in Luxembourg

Data used in this analysis come from Luxembourg's National Accounts. They include observations on output, capital stocks, hours worked, intermediate consumption and GHG emissions for 28 industries covering almost all industries in Luxembourg (insurance services and households as employers are excluded, as information on GHG emissions are missing for these industries). The data range from 2008 to 2019. Table 1 presents a classification of industry by degrees of environmental risk, according to the EBRD taxonomy.

Table 1

Environmental risk by industries in Luxembourg

Industries	Name	Risk
Manufacturing Industries		
A 01	Agriculture	Medium
A 02	Forestry	High
B	Mining and quarrying	High
C 10-18	Manufacturing food products to Printing	Medium
C 19-22	Manufacturing chemicals and pharmaceutical products to plastics	High
C 23-32	Other manufacturing	Medium
C33	Repair and installation of machinery and equipment	Low
D	Electricity, gas, steam and air conditioning supply	High
E 36	Water supply	Medium
E 37-39	Sewerage, waste management and remediation activities	High
F	Construction	High
Services		
G	Wholesale and retail trade; repair of motor vehicles and motorcycles	Low
H	Transportation and storage	Low
I	Accommodation and food service activities	Low
J	Information and communication	Low
K	Financial activities	Low
L	Real estate activities	Low
M	Professional, scientific and technical activities	Low
N	Administrative and support service activities	Low
O	Public administration and defense; compulsory social security	Low
P	Education	Low
Q 86	Human health	Medium
Q 87-88	Social work activities	Low
R	Arts, entertainment and recreation	Low
S	Other service activities	Low

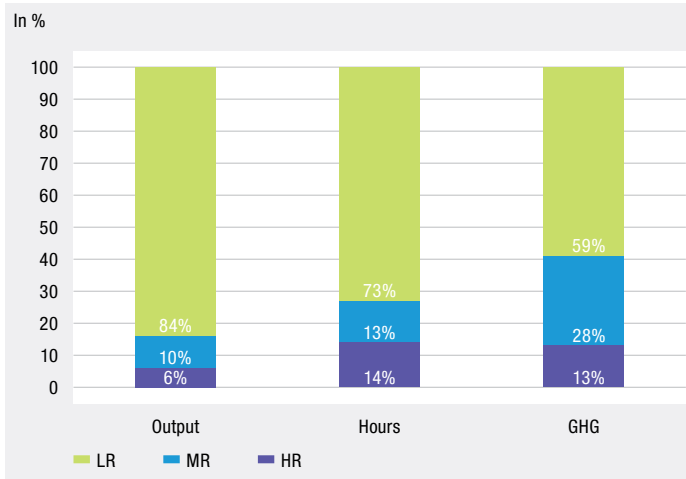
Note: Taxonomy based on EBRD Environmental and Social Risk Categorisation List

Using the EBRD taxonomy, we provide a description of Luxembourg's economy in terms of output, labour and pollutant emission. In 2008, in Luxembourg, 84 percent of output are produced by low risk (LR) industries, about 9 percent by medium risk (MR) industries and the remaining 6 percent by high risk (HR) industries. Shares remain relatively constant from 2008 to 2019. For total hours worked the repartition is the following: 73 percent in LR industries, 13 percent in MR industries and 14 percent in HR industries. These shares remain stable across time.

⁵ Note that we assess in each group the ability of an industry to turn inputs into outputs while minimising GHG emissions, it is a joint economic and environmental efficiency.

If we describe Luxembourg's economy in terms of two important economic indicators, labour and output, the economy is mainly characterized by low environmental risk activities. This is a consequence of the fact that Luxembourg is mainly a service economy. In terms of GHG emissions, in 2008, LR industries emitted 52 percent of total emissions and reached 69 percent in 2019. Conversely, for HR this share decreased from 18 percent to 6 percent. For MR industries the share moved from 30 percent to 25 percent.

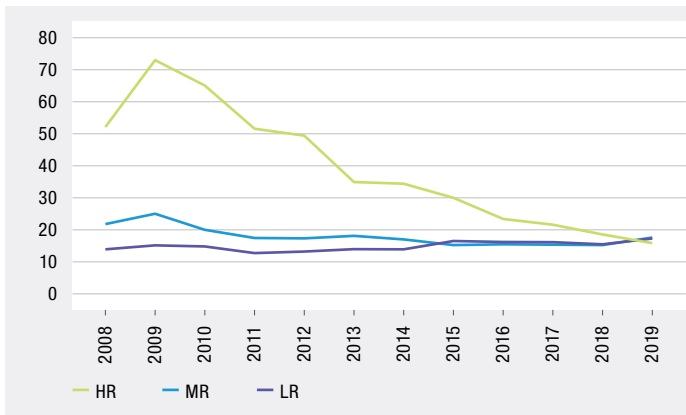
Figure 1
Average shares of output, hours worked, GHG by risk group



Note: STATEC National Accounts data

Interestingly, if we compute the ratio of GHG emissions per unit of output (the carbon intensity of output produced), this ratio increased on average by 2 percent for LR industries and decreased by -1 and -9 percent for MR and HR industries respectively. This large decrease is due to the rapid increase of output and to a lower extent to improvements in GHG emissions for some HR industries.

Figure 2
Kg of CO₂ per unit produced by risk group



Note: STATEC National Accounts data

We use these data to estimate managerial inefficiency, technological gap and total inefficiency.

2.4.2.2

The meta-frontier model

To evaluate the performance of industries, we follow Chiu et al. (2012) using DEA and a meta-frontier framework. Traditional models require that the units being assessed operate with the same technology (the same frontier). In this document, we argue that, given their level of environmental risk, industries will adopt relatively different technologies and management practices. In particular, if industries do care about risk, high environmental risk industries will pay a greater attention to possible GHG emissions than low environmental risk industries. There is also a (meta)technology that encompasses group technologies and indicates economy-wide best practices. The idea of using a meta-frontier is not new, but in many cases the split of industries is based on the geographical location of industries (e.g. Wang et al. (2013), Bing Li et al. (2017)). To the best of our knowledge, nobody has used the EBRD environmental taxonomy to split industries into groups.

We first compute a model that benchmarks one industry compared to all other industries, an economy-wide meta-frontier. It is assumed that industries seek to produce the maximum output possible given quantity of inputs used (output orientation) while keeping greenhouse gas emissions as low as possible. Variable returns to scale are also assumed. Let x_{in}^k be inputs of industry n in group k (capital, labour and intermediate consumption), y_{rn}^k is the good output (total output) and b_{fn}^k is the bad output (GHG emissions). The model can also handle multiple good and bad outputs. The corresponding model is:

$$\begin{aligned}
 \text{Max} \quad & \bar{D}^m(x_{io}^k, y_{ro}^k, b_{fo}^k) = \beta^m \\
 \text{s.t.} \quad & \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^{N_k} \lambda_n^k x_{in}^k \leq x_{io}^k, & i = 1, \dots, M, \\
 & \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^{N_k} \lambda_n^k y_{rn}^k \geq (1 + \beta^m) y_{ro}^k, & r = 1, \dots, S, \\
 & \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^{N_k} \lambda_n^k b_{fn}^k = (1 - \beta^m) b_{fo}^k, & f = 1, \dots, F, \\
 & \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^{N_k} \lambda_n^k = 1, & k = 1, \dots, K, \\
 & \lambda_n^k \geq 0, & n = 1, \dots, N_k,
 \end{aligned} \quad (1)$$

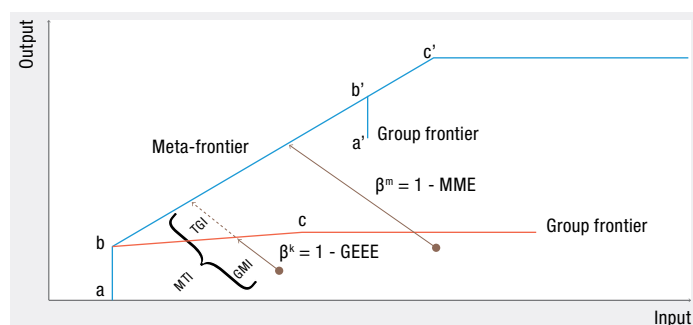
In a second step, we compute efficiency scores by groups of industries. To have enough industries in each group we consider one group including LR industries (17 industries) and a second group with all MR and HR industries (respectively 5 and 6 industries). Then we have two groups, and, efficiency score in each group are computed according to the following model:

$$\begin{aligned}
 \text{Max} \quad & \bar{D}^k(x_{io}^k, y_{ro}^k, b_{fo}^k) = \beta^k \\
 \text{s.t.} \quad & \sum_{n=1}^{N_k} \mu_n^k x_{in}^k \leq x_{io}^k, & i = 1, \dots, M, \\
 & \sum_{n=1}^{N_k} \mu_n^k y_{rn}^k \geq (1 + \beta^k) y_{ro}^k, & r = 1, \dots, S, \\
 & \sum_{n=1}^{N_k} \mu_n^k b_{fn}^k = (1 - \beta^k) b_{fo}^k, & f = 1, \dots, F, \\
 & \sum_{n=1}^{N_k} \mu_n^k = 1, \\
 & \mu_n^k \geq 0, & n = 1, \dots, N_k,
 \end{aligned} \quad (2)$$

From these two models several indicators can be computed. Model (1) gauges the inefficiency of an industry due to not using the best available technologies in the economy as evaluated by the meta-technology: $MEE = 1 - \beta^m$.

The second indicator based on model (2) indicates the inefficiency in using the technology available to specific industries in the same environmental risk group: $GEE = 1 - \beta^k$. The case of one good output and one input allows us to graph the two (in)efficiency measures (see figure 3). The points (abc) define one group frontier whereas the points (a'b'c') define a second group frontier, the meta-frontier is defined by points (abc') and encompasses the two group frontiers. β^k is the efficiency of one industry given to its group frontier. If the industry is on the frontier $\beta^k = 1$ then $GEE = 0$. β^m is the efficiency of one industry given to the global meta-frontier, if the industry is on the frontier $\beta^m = 1$ then $MEE = 0$.

Figure 3
Meta and group-frontiers, inefficiency measures



These two measures can be combined in a ratio, the meta-technology ratio MTR.

$$0 < MTR = \frac{MEE}{GEE} \leq 1$$

The closer to 1 the ratio is, the less heterogeneity there is between the group technology and the economy-wide technology. If the two frontier are indistinguishable, in this case efficiency scores are the same and the ratio is equal to 1. We can also compute inefficiency originating from the technical gap between the meta-frontier and the group-specific frontiers (TGI). This technology gap can be closed by innovation.

$$TGI = GEE (1 - MTR)$$

Innovation can close the technology gap of industries. Last, inefficiency can be attributed to managerial failure (GMI).

$$GMI = 1 - GEE$$

Thus, total inefficiency is $MTI = TGI + GMI$. An industry that has a total inefficiency of zero, conversely a total efficiency of 1, is labelled green-efficient.

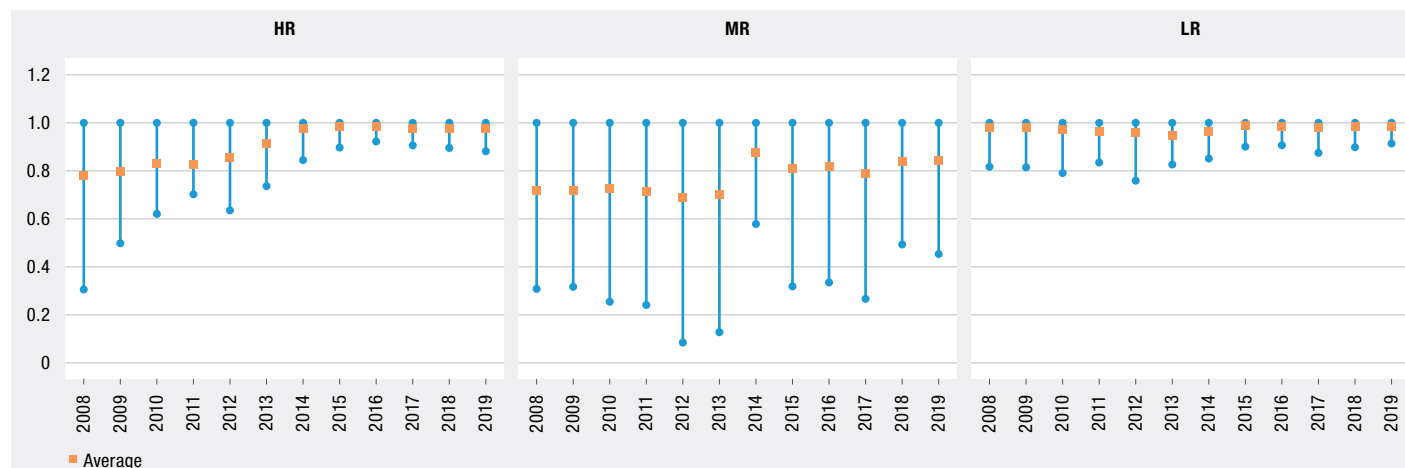
The three inefficiency measures are pictured in figure 3.

2.4.3 Results

This section presents the result on the efficiency of industries at making the best use of resources to produce output compared to industries in the same environmental risk group (GMI). We also compute the inefficiency due to not using the best technologies available in the economy (TGI). Last, we also evaluate to what extent a group technology deviates from the optimal economy-wide technology.

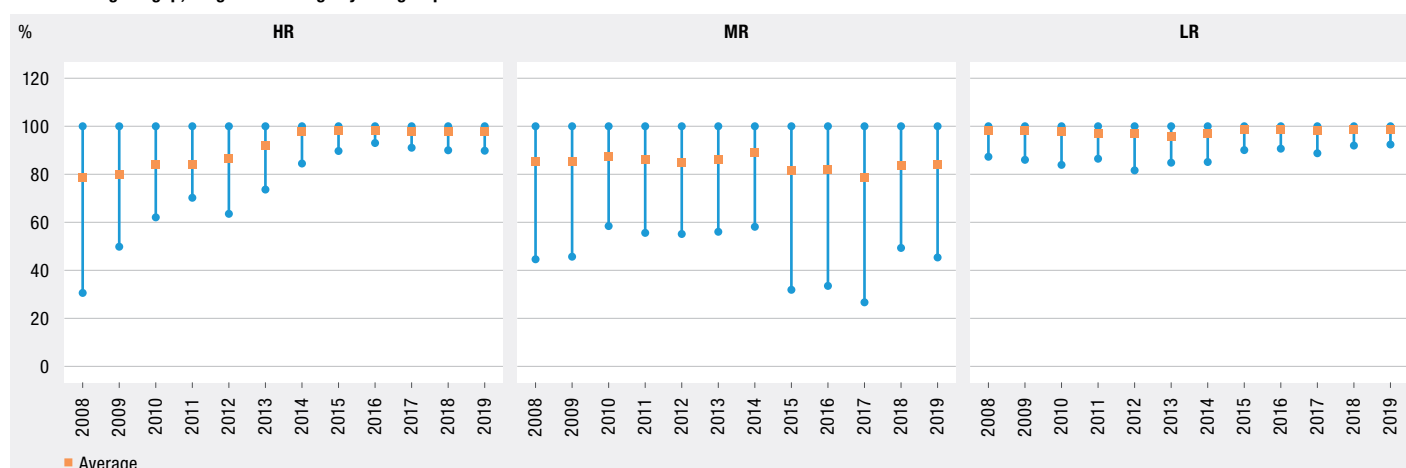
Regarding the heterogeneity of technologies (or to what extent the group frontier coincides with the meta-frontier, MTR), the LR technology is, on average, almost coincident with the global technology (see figure 4). Over the whole period, the average value of MTR is 0.97, the minimum average value is 0.84 for the Arts, entertainment and recreation industries. We observe that the HR industries are converging toward the global technology. This suggests that these industries are innovating to become more environmentally/economically efficient (the average value grows from 0.72 to 0.97). The observed improvements come mainly from the mining industries. MR industries are not catching up and some industries of this group are very far from the global frontier. This indicates that these industries were not able to follow and adopt best environmental technologies. The most heterogeneous industry is by far agriculture with an average score of 0.35.

Figure 4
MTR technological heterogeneity, range and average by risk groups



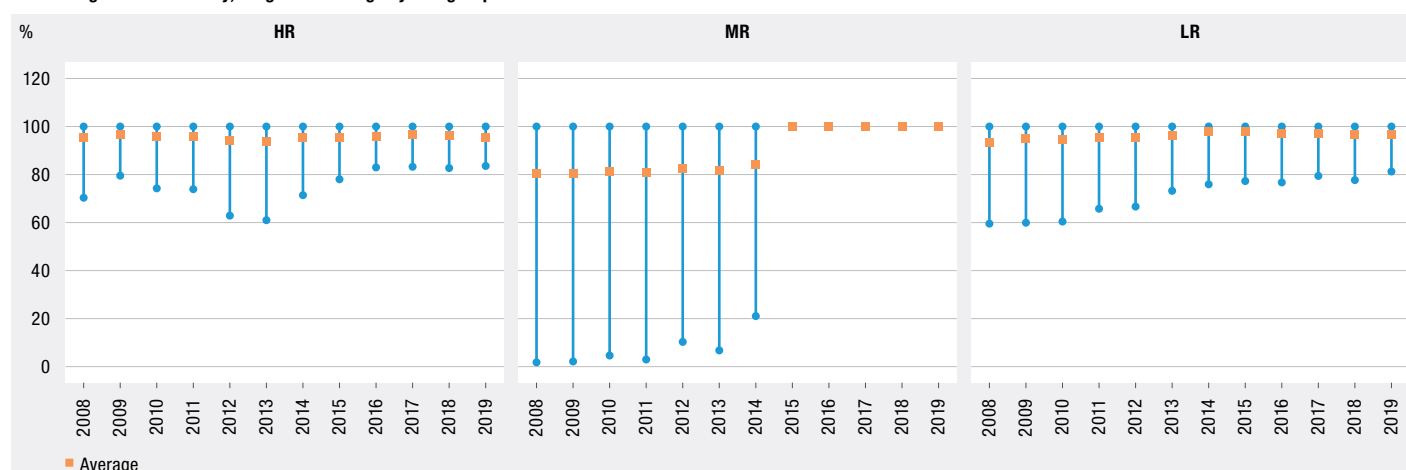
Note: Author's computations. A value of 1 indicates absence of heterogeneity. Squares are group simple averages, circles picture the minimal and the maximal value computed for each group.

Figure 5
TGI technological gap, range and average by risk groups



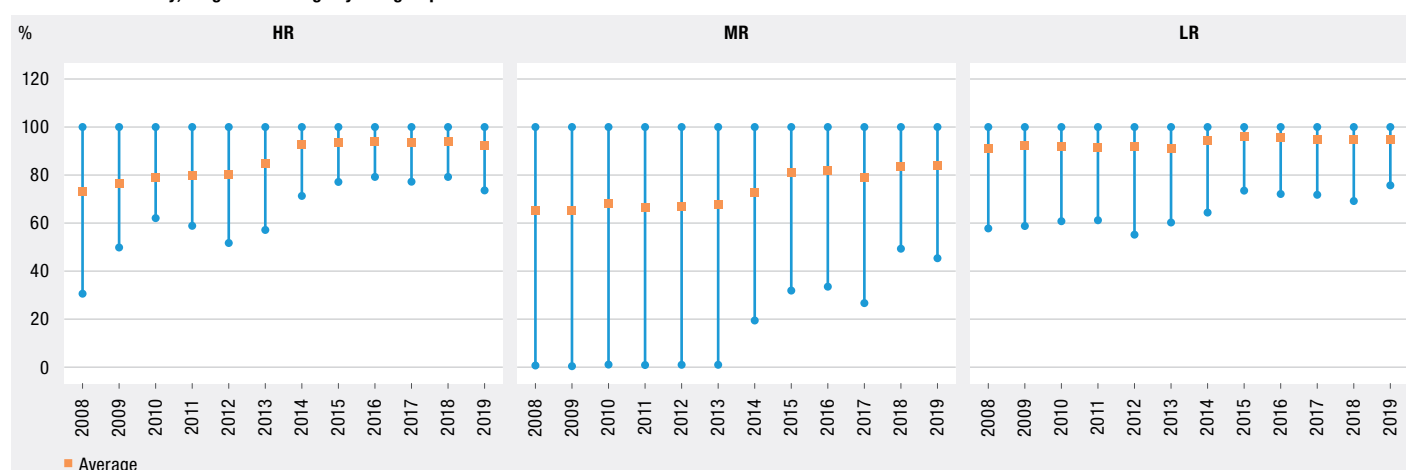
Note: Author's computations. A value of 100% indicates absence of technological gap.
Squares are group simple averages, circles picture the minimal and the maximal value computed for each group.

Figure 6
GMI managerial inefficiency, range and average by risk groups



Note: Author's computations. A value of 100% indicates absence of managerial inefficiency.
Squares are group simple averages, circles picture the minimal and the maximal value computed for each group.

Figure 7
MTI total inefficiency, range and average by risk groups



Note: Author's computations. A value of 100% indicates absence of managerial inefficiency.
Squares are group simple averages, circles picture the minimal and the maximal value computed for each group.

Indeed, agriculture is known to be a major contributor to greenhouse gas emissions: livestock generates methane emissions (Lassey, 2007), nitrogen fertilizers are essential to improve and sustain crop yields but result in volatilisation of nitrous gases (Verge et al., 2007). These results provide support to our assumption of a meta-frontier and group technologies. If MTR scores were all close to 1, then it would have been sufficient to consider only a country-wide frontier to benchmark simultaneously all industries.

The technological heterogeneity is confirmed by the observation that the technological gap is almost non-existing for LR industries for all years (see figure 5). The technological gap indicates if a specific industry is far from the meta-frontier. For HR industries the gap was closed in relatively few years and remain close to zero in the last years. This is explained by the adoption of greener technologies by the mining industry to reduce GHG emissions when using energy. For MR industries, on average, the technological gap slightly deteriorated. Once again, this result is driven by agriculture.

What is striking is that managerial inefficiency has disappeared in MR industries (see figure 6). Unfortunately industries have moved to the part of the group frontier that is not catching up with the global frontier⁶. In general, managerial inefficiencies are small.

Combining the two sources of inefficiency, we obtain total inefficiency (see figure 7). In terms of total efficiency (managerial and technical), about half of LR industries are green efficient (efficiency score equal to 1). This proportion is only one third for HR industries and about forty percent for MR industries. The less efficient industry is Agriculture with a dramatic score of 0.17, followed by Arts, entertainment and recreation industries (0.66) and Manufacturing industries food – textile – paper (0.67).

The main result is the following: belonging to a specific a priori risk group does not necessarily imply a lower or a higher efficiency score. Public administration (LR industry) is fully green efficient as well as Forestry (HR industry) or Water supply (MR industry). Sewerage, waste management and remediation activities (HR industry), Manufacturing industries food – textile – paper (MR industry) and Accommodation and food service activities (LR industry) have relatively similar efficiency scores (respectively 0.69, 0.68, 0.67). Taxonomies provide an interesting framework but do not reflect the true performances of industries. DEA benchmarking adds to a priori classification. Table 2 provides summary statistics for individual industries.

Table 2
Efficiency scores by industries (average 2008-2019, %)

Risk group	Industry	MTR	TGI	GMI	MTI
High	Forestry	100.0	100.0	100.0	100.0
	Mining and quarrying	83.1	83.1	100.0	83.1
	Manufacture of chemicals and pharmaceutical products	80.2	80.5	96.2	76.8
	Electricity, gas steam and air conditioning supply	100.0	100.0	100.0	100.0
Medium	Sewerage, waste management and remediation activities	91.1	93.4	75.6	69.0
	Construction	88.1	88.1	100.0	88.1
	Average High	89.4	90.9	95.3	86.2
	Agriculture	34.6	71.9	45.6	17.5
	Manufacturing industries food - textile - paper	67.0	67.0	99.9	67.0
	Manufacturing industries other	82.7	82.7	100.0	82.7
	Water supply	100.0	100.0	100.0	100.0
	Human health activities	100.0	100.0	100.0	100.0
	Average Medium	69.8	84.3	89.1	73.4
	Average Medium and High	80.5	87.9	92.5	80.4
	Trade	100.0	100.0	100.0	100.0
	Transportation, storage and postal activities	100.0	100.0	100.0	100.0
	Accommodation and food service activities	92.7	94.4	73.3	67.7
	Publishing activities	96.5	96.6	98.4	94.9
Low	Telecommunications and IT services	99.6	99.6	99.3	98.9
	Financial service activities	100.0	100.0	100.0	100.0
	Activities auxiliary to financial services	100.0	100.0	100.0	100.0
	Professional scientific activities	100.0	100.0	100.0	100.0
	Administrative, technical and support service activities	99.3	99.4	92.5	91.8
	Public administration	100.0	100.0	100.0	100.0
	Education	100.0	100.0	100.0	100.0
	Social work activities	96.2	96.2	98.9	95.1
	Arts, entertainment and recreation	85.9	89.3	76.9	66.2
	Sports activities and amusement and recreation activities	90.9	91.3	96.2	87.5
	Activities of membership organisations	93.3	93.7	93.3	87.1
	Repair of computers and personal and household goods	100.0	100.0	100.0	100.0
	Other personal service activities	97.9	97.9	100.0	97.9
	Average Low	97.2	97.6	95.8	93.4
	All industries	92.1	93.8	94.5	88.3
	Average				

Note: Author's computations. A value of 100% indicates absence of inefficiency

⁶ Again, this is due to the fact that agriculture has no more managerial inefficiencies. In fact, agriculture is doing so bad that it is to be compared to itself and is on the frontier. To avoid this paradoxical result, one could compute an anti-efficiency frontier that defines the worst practices. It will be very likely that agriculture will be on both frontiers, the efficient and the anti-efficient (see fang Shen et al. (2016) for the definition of anti-efficiency). Agriculture is the best industry among the worst when compared to itself.

2.4.4

Discussion

The starting point of this paper is that, assuming that financial intermediaries (FIs) stick to ESG principles, FIs might be interested in using taxonomies and in benchmarking industries to channel funds towards sectors labelled sustainable industries (low risk industries), and/or where measured economic and environmental performances are high. To do so, we rely on the EBRD risk categorisation taxonomy and we use DEA and industry level data for Luxembourg to compute efficiency scores. We consider heterogeneous technologies, based on potential environmental risk as defined by the EBRD, we show that potential risk (as defined by the EBRD taxonomy) and a posteriori DEA evaluations are not aligned. Belonging to a specific risk group does not imply a better or a worse performance compared to industries in other risk groups. We now discuss what could be the perverse outcome of relying too much on taxonomies when they are not aligned by careful ex post examination of the data and even if they are aligned.

This problem is known as rating addiction or regulatory obsession (Cole and Cooley, 2014). This happens when regulators incorporate (credit) ratings into their regulatory processes to a point whereby they essentially outsource their lending decision (Cash, 2018), prohibiting their asset managers from investing in or retaining bonds of less than a specific rating (Fridson, 1999). This is the case for all types of financial assets (bonds, shares, loans). Basically, asset managers might delegate their responsibilities to third parties to quantify risk and to invest. They might disregard the standard desk review when receiving funding request. Based on a priori information FIs might improve risk-adjusted returns of investments using exclusion a priori rules (Polbennikov et al. (2016), Giese et al. (2019b)). The idea of applying exclusionary screens to portfolios was typically used in the 1990s (Giese et al., 2019a). In general, based on these ESG principles, FIs declare to exclude a priori some industries such as the manufacture of weapons, the tobacco industry and the gambling industries⁷. This exclusion rule is clearly indicated in the EBRD taxonomy. Amel-Zadeh and Serafeim (2018), using survey data from mainstream investment organizations, show that twice more investors use ESG principle for negative screening (exclusion) rather than for positive screening (30% compared to 13% of respondents). In our case, the taxonomy would refrain FIs from investing in high risk industries whereas our benchmarking indicates that they perform better than medium risk industries and as well as low risk industries due to impressive improvements from year to year. Exclusion is not aligned with real data evaluation.

When a priori evaluation translated in a taxonomy is aligned with an a posteriori assessment (for example using DEA), other issues are raised. We take the example of agriculture. Agriculture is classified as a medium risk industry and the DEA efficiency assessment indicates this industry has the worst performance compared to all other industries. These two reinforcing negative signals are a clear incentive for FIs to avoid investing in agriculture. This might explain why agriculture suffers from a lack of funds as pointed out in a recent European Report (fi-compass, 2020).

To have an order of magnitude, in Europe, the financing gap for the agriculture sector has been estimated to be in the order of EUR 19.8 billion to EUR 46.6 billion for a group of 24 EU Member States in 2020 (fi-compass, 2020). However, and maybe paradoxically, from the perspective of investment analysts, “it is rare that a company’s failure to manage environmental and social issues has led to an inability to repay creditors” (McCluskey, 2012). Public subsidies/funding are often advocated to solve lack-of-capital problems (for the case of Italy, see Trovato and Alfo (2006)). At least for the case of agriculture, the support from the Common Agricultural Policy (direct payments, investment support, and start-up support) contributes to improving the situation by facilitating farmers’ access to lending as the support increases their cash flow and loan repayment capacity (fi-compass, 2020).

ESG principles do not always refrain FIs to invest and/or to provide funds to specific firms and industries. Recently, Kumar et al. (2018) provide several example of firms that should be either excluded or at minima labelled as high risk. The Boeing Company and Lockheed Martin are ranked first and second largest firms in the manufacture of weapons industry. According to the EBRD risk classification they should be excluded from financing. Boeing is classified at high ESG risk by Sustainalytics⁸ but classified as one of the best airline stocks to buy. Monsanto (acquired by Bayer in June 2018) produces glyphosate-based products and is, according to Sustainalytics, a severe risk ESG company but can still be part of many portfolios. It generates for FIs the challenge to keep a robust ESG profile and a positive ESG trend while maintaining minimal exclusions. Another, arguably, cynical option, is presented by Young-Ferris and Roberts (2021) that is to present ESG integration as something that effectively addresses environmental and social issues, rather than merely financial materiality for FIs.

To conclude, we believe that taxonomies, benchmarking, ratings are interesting and may provide useful information. Here we would like to highlight that taxonomies might lead to a priori exclusion of some firms/industries from access to finance while the same industries are successful in reducing their environmental impacts. Taxonomies and benchmarking can reinforce each other as tools for justifying credit rationing and for justifying public subsidies/funding. It is not obvious that citizens will favour as the best policy action tool subsidising high risk industries subject to credit rationing. Benchmarking and taxonomies are useful if they do not replace or overcome decisions from a preliminary desk review. Chen et al. (2009) propose a convincing model where upon receiving loan requests from applicants, banks always conduct a standard desk review (first-stage credit evaluation) on information provided in the application forms and related documents. Then they undertake a second-stage credit evaluation such as hiring external auditors or an independent credit-rating agency, which enhances the quality of credit decision and contributes to the reduction of the financing gap. Taxonomies and benchmarking exercises are useful tools but cannot replace careful desk reviews.

⁷ In passing, exclusion might concern specific firms rather than industries. Some assets are blacklisted by investment firms based on ESG principles, for example, McDonalds', WalMart or Rio Tinto, see <https://www.wealthmanagement.com/equities/top-20-stocks-blacklisted-esg-funds>

⁸ <https://www.sustainalytics.com/esg-rating/the-boeing-company/1008249103>

2.4.5

References

Amel-Zadeh, A. and Serafeim, G. (2018)

Why and how investors use ESG information: Evidence from a global survey. *Financial Analysts Journal*, 74(3):87-103.

Bing Li, L., Iian Liu, B., Lin Liu, W., and Chiu, Y.-H. (2017)

Efficiency evaluation of the regional high-tech industry in China: A new framework based on meta-frontier dynamic DEA analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, 60:24-33.

Cash, D. (2018)

Sustainable finance ratings as the latest symptom of rating addiction. *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 8(3):242-258.

Charnes, A., Cooper, W., and Rhodes, E. (1978)

Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6):429-444.

Chen, Y., Guo, R.-J., and Huang, R.-L. (2009)

Two stages credit evaluation in bank loan appraisal. *Economic Modelling*, 26(1):63-70.

Chiu, C.-R., Liou, J.-L., Wu, P.-I., and Fang, C.-L. (2012)

Decomposition of the environmental inefficiency of the meta-frontier with undesirable output. *Energy Economics*, 34(5):1392-1399.

Chiu, C.-R., Lu, K.-H., Tsang, S.-S., and Chen, Y.-F. (2013)

Decomposition of meta-frontier inefficiency in the two-stage network directional distance function with quasi-fixed inputs. *International Transactions in Operational Research*, 20(4):595-611.

Cole, H. L. and Cooley, T. F. (2014)

Rating agencies. Working Paper 19972, National Bureau of Economic Research.

fi-compass (2020)

Financial needs in the agriculture and agri-food sectors in the European Union, Summary report. Available at: https://www.fi-compass.eu/sites/default/files/publications/financial_needs_agriculture_agrifood_sectors_eu_summary.pdf

Fang Shen, W., qun Zhang, D., bin Liu, W., and liang Yang, G. (2016)

Increasing discrimination of DEA evaluation by utilizing distances to anti-efficient frontiers. *Computers & Operations Research*, 75:163-173.

Fridson, M. (1999)

Why do bond rating agencies exist? In *Merrill Lynch Extra Credit*, volume 2. Merrill Lynch.

Giese, G., Lee, L.-E., Melas, D., Nagy, Z., and Nishikawa, L. (2019a)

Consistent ESG through ESG benchmarks. *The Journal of Index Investing*, 2(10):24-42.

Giese, G., Lee, L.-E., Melas, D., Nagy, Z., and Nishikawa, L. (Jul 2019b)

Foundations of ESG investing: how ESG affects equity valuation, risk, and performance. *Journal of Portfolio Management*, 45(5):69-83. Copyright - c 2019 Pageant Media Ltd.

Horbach, J., Rammer, C., and Rennings, K. (2012)

Determinants of eco-innovations by type of environmental impact the role of regulatory push/pull, technology push and market pull. *Ecological Economics*, 78:112-122.

Hussain, F. (2020)

Engaging with Investors on Environmental, Social, and Governance (ESG) Issues: A World Bank Guide for Sovereign Debt Managers. The World Bank.

International Finance Corporation (2004)

Who cares wins connecting financial markets to a changing world. Technical report, International Finance Corporation - World Bank Group.

Kumar, N., Menou, V., Doole, S., DPhil, and Nishikawa, L. (2018)

Broader horizons: An approach to ESG strategic tilting. INVESTMENTS & WEALTH MONITOR.

Kumar, S. and Russell, R. R. (2002)

Technological change, technological catch-up, and capital deepening: Relative contributions to growth and convergence. *American Economic Review*, 92(3):527-548.

Lassey, K. R. (2007)

Livestock methane emission: From the individual grazing animal through national inventories to the global methane cycle. *Agricultural and Forest Meteorology*, 142(2):120-132. The Contribution of Agriculture to the State of Climate.

Lee, H. and Choi, Y. (2018)

Heterogeneity and its policy implications in GHG emission performance of manufacturing industries. *Carbon Management*, 9(4):347-360.

Lubin, D. A. and Esty, D. C. (2011)

Evolutions in Sustainable Investing: Strategies, Funds and Thought Leadership, chapter The Sustainability Imperative. John Wiley & Sons.

McCluskey, A. (2012)

In *The Business Case for Sustainable Finance*, chapter ESG Analysis as a Predictor of Quality of Management in Investment Decision-Making, pages 15-37. Abingdon: Routledge.

O'Donnell, C., Rao, D., and Battese, G. (2008)

Metafrontier frameworks for the study of firm-level efficiencies and technology ratios. *Empirical Economics*, 34(2):231-255.

Polbennikov, S., Desclee, A., Dynkin, L., and Maitra, A. (2016)

ESG ratings and performance of corporate bonds. *The Journal of Fixed Income*, 26(1):21-41.

Sickles, R. and Zelenyuk, V. (2019)

Measurement of Productivity and Efficiency: Theory and Practice. Cambridge University Press.

Trovato, G. and Alfo, M. (2006)

Credit rationing and the financial structure of Italian small and medium enterprises. *Journal of Applied Economics*, 9(1):167-184.

UNEP FI (2005)

A legal framework for the integration of environmental, social and governance issues into institutional investment. Technical report, United Nations Environment Programme. Available at https://www.unepfi.org/fileadmin/documents/freshfields_legal_resp_20051123.pdf

van den Bergh, J. C. (2008)

Environmental regulation of households: An empirical review of economic and psychological factors. *Ecological Economics*, 66(4):559-574.

Verge, X., De Kimpe, C., and Desjardins, R. (2007)

Agricultural production, greenhouse gas emissions and mitigation potential. *Agricultural and Forest Meteorology*, 142(2):255-269. The Contribution of Agriculture to the State of Climate.

Wang, Q., Zhao, Z., Zhou, P., and Zhou, D. (2013)

Energy efficiency and production technology heterogeneity in China: A meta-frontier DEA approach. *Economic Modelling*, 35:283-289.

Wu, H. X., Shea, E. Y. P., and Shiu, A. (2015)

Has China's fast industrial growth been efficient? An industry-level investigation with a newly constructed data set. *Applied Economics*, 47(40):4275-4298.

Young-Ferris, A. and Roberts, J. (2021)

Looking for something that isn't there: A case study of an early attempt at ESG integration in investment decision making. *European Accounting Review*, 0(0):1-28.

Partie 3

Le Conseil national de la productivité



Cette partie rappelle la base légale, les caractéristiques, les missions et la composition du CNP.

3.

Le Conseil national de la productivité

Dans ce rapport annuel 2021-2022, le CNP se limite à rappeler brièvement sa base légale, ses caractéristiques, ses missions principales et sa composition. Des informations plus détaillées ainsi que tous les rapports annuels du CNP sont disponibles sur la page Web du CNP¹.

3.1

Base légale du CNP

La base légale du CNP, à savoir l'arrêté grand-ducal du 23 septembre 2018 portant création d'un Conseil national de la productivité au Luxembourg, est restée inchangée².

3.2

Caractéristiques et missions du CNP

Le CNP bénéficie d'une autonomie fonctionnelle, ce qui lui permet de réaliser ses travaux de façon objective, neutre et impartiale, de produire des analyses formulées dans l'intérêt général et de communiquer publiquement en temps utile.

Le CNP est chargé de suivre les évolutions dans le domaine de la productivité en tenant compte des particularités nationales et des aspects liés à l'UE. Il est appelé à réaliser un diagnostic et une analyse de la productivité au Luxembourg en s'appuyant sur des indicateurs transparents et comparables. La portée des travaux englobe la productivité au sens large, y compris les facteurs coûts et hors coûts, les déterminants à long terme de la productivité ainsi que les défis et enjeux économiques, sociaux et environnementaux afférents.

3.3

Composition du CNP

Composition actuelle du Conseil national de la productivité (novembre 2022)

Président

M. Serge ALLEGREZZA,
Observatoire de la compétitivité

Vice-Présidents

M. Jean-Claude REDING,
Chambre des salariés

M. Michel WURTH,
ArcelorMittal Luxembourg

Membres

M. Arnaud BOURGAIN,
Université du Luxembourg

M. Patrick LENAIN,
Économiste

Mme Aline MULLER,
Luxembourg Institute of Socio-Economic Research

M. Marc NIEDERKORN,
Société Nationale de Crédit et d'Investissement

Mme Chiara PERONI,
STATEC

M. Paul SCHOSSELER,
Ministère de l'Énergie et de l'Aménagement du territoire

M. William TELKES,
Banque et Caisse d'Épargne de l'État

Secrétariat

Observatoire de la compétitivité, Ministère de l'Économie

¹ Page Web du CNP : <https://odc.gouvernement.lu/fr/domaines-activite/cnp.html>

² Base légale du CNP : <https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/agd/2018/09/23/a951/jo>

POUR DE PLUS AMPLES INFORMATIONS

CONSEIL NATIONAL DE LA PRODUCTIVITÉ
[HTTPS://ODC.GOUVERNEMENT.LU/FR/DOMAINES-ACTIVITE/CNP.HTML](https://odc.gouvernement.lu/fr/domaines-activite/cnp.html)

MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE
OBSERVATOIRE DE LA COMPÉTITIVITÉ
19-21 BOULEVARD ROYAL
L-2449 LUXEMBOURG
OBSERVATOIRE@ECO.ETAT.LU