

NOTE TECHNIQUE AU SUJET DE
LA METHODE DE CALCUL DU PIB POTENTIEL, ELEMENT-CLE DE DETERMINATION DU SOLDE STRUCTUREL
Méthode COM-COM de la Commission européenne vs Méthode COM-LUX du STATEC
 Sur la base des données quantitatives de l'automne 2020

Table des matières

I.	Propos introductifs et résumé non-technique.....	2
II.	La méthode de la fonction de production Cobb-Douglas pour calculer le PIB potentiel	5
III.	Différence entre la méthode COM-COM de la Commission européenne et la méthode COM-LUX du STATEC	8
IV.	Reproduction des chiffres européens avec les données de l'automne 2020.....	10
A.	Calcul du PIB potentiel selon la méthode COM-COM de la CE utilisant les données de l'automne 2020	10
1.	Détermination de la contribution de l'emploi-heures (L) au changement du PIB potentiel.....	10
2.	Détermination de la contribution du stock de capital (K) au changement du PIB potentiel.....	11
3.	Détermination de la contribution de la productivité des facteurs (TFP) au changement du PIB potentiel à l'aide du PIB réel et des facteurs L et K	12
4.	Calcul de l'évolution du PIB potentiel à partir de la contribution de L, K et TFP.....	13
B.	Evolution des différents paramètres calculés suivant les deux méthodes.....	14
C.	Incidence des méthodes COM-COM et COM-LUX sur le solde structurel, à travers l'écart de production.....	19
	ANNEXE 1 – Démonstration de la formule d'approximation de la comptabilité de la croissance	22
	ANNEXE 2 - Approche de la fonction de production Cobb-Douglas	23
	ANNEXE 3 - Tableaux COM-COM, COM-LUX et COM-COM avec α LU, données automne 2020.....	24

I. Propos introductifs et résumé non-technique

A. Les règles de gouvernance budgétaire définies par l'Union européenne (UE), transposées au niveau national, imposent des limites au solde budgétaire et à l'endettement des administrations publiques. Les réformes du cadre de gouvernance budgétaire de 2005 et de 2011 à 2013, réalisées sur le plan européen, ont successivement affiné les règles budgétaires définies par le traité de Maastricht en adoptant notamment comme balise le **solde budgétaire structurel**. Il s'agit pour rappel du solde budgétaire nominal corrigé notamment des fluctuations budgétaires dues à la conjoncture.

En effet, beaucoup de recettes et certaines dépenses varient au gré de la conjoncture. L'élimination des fluctuations purement cycliques vise donc à ne pas faire dépendre le respect des règles de gouvernance des mouvements conjoncturels, le but étant d'évaluer la performance « intrinsèque » des finances publiques, donc épurées de la composante conjoncturelle, voire d'éventuelles mesures temporaires.

Pour ce faire, le solde budgétaire structurel est calculé en déduisant du solde nominal la différence relative entre le PIB réel et le PIB dit « potentiel » (à savoir le niveau de production maximale théorique d'une économie lorsque l'ensemble des facteurs de production seraient mobilisés de façon optimale sans faire apparaître de tensions inflationnistes), pondérée par l'élasticité, c'est-à-dire la réactivité, du solde budgétaire à ces facteurs. Cette différence, nommée « l'écart de production », est censée représenter la production intérieure structurelle (c'est-à-dire corrigée notamment des fluctuations dues à la conjoncture).

Suivant les règles budgétaires actuellement en vigueur, ce solde structurel doit atteindre - ou tout au moins y converger suffisamment rapidement à travers une « trajectoire d'ajustement » - une cible minimale fixée par pays par l'UE, s'intitulant « **objectif à moyen terme** » (OMT).

B. Ceci pose un premier défi, dans la mesure où le solde structurel pour un exercice budgétaire donné dépend donc, outre du solde budgétaire nominal (qui correspond à la différence arithmétique entre les recettes et les dépenses budgétaires), des estimations évolutives dans le temps tant du PIB réel que du PIB potentiel. Il convient en outre de noter que le solde budgétaire nominal est lui-même évolutif dans le temps en fonction, et indépendamment de la politique budgétaire menée, de l'évolution des données budgétaires disponibles - dans le contexte luxembourgeois - au moment du dépôt du projet respectivement de budget ou de la loi de programmation financière pluriannuelle, jusqu'à la clôture des comptes.

Contrairement toutefois au solde budgétaire nominal qui peut dans une certaine mesure être influencé par les gouvernements à travers leur politique budgétaire à relativement court terme, les valeurs du PIB réel et du PIB potentiel – reflétant la production maximale théorique de l'économie – ne le peuvent guère, du moins dans une perspective de court terme.

Les écarts d'estimation résultant de ce facteur purement temporel seront d'ailleurs encore commentés plus loin (voir le point C. e) de la partie I et le chapitre C de la partie IV).

C. A ceci s'ajoute un deuxième défi : Le PIB en volume ou PIB réel est évalué sur base des valeurs de la production intérieure annuelle mesurée suivant les règles comptables du Système européen des comptes (SEC). Le PIB potentiel d'une année donnée constitue quant à lui d'abord une notion théorique, étant obtenu par un traitement mathématique et statistique, couvrant une période de plusieurs années. Il est

également constitué par des données de la comptabilité nationale précitées, visant à justement éliminer les fluctuations de ces dernières en fonction de la conjoncture.

a) Pour ce faire, la Commission européenne (CE) a adopté une méthode de calcul dénommée « COM-COM » du PIB potentiel, qui repose sur une fonction de production dite « Cobb-Douglas » qui exprime la production de l'économie comme le produit des facteurs de production - emploi, capital et technologie existante -, ceci avec l'objectif principal de disposer d'une méthode harmonisée et comparable au niveau européen.

En conséquence, pour l'application des critères de conformité avec les règles budgétaires européennes, c'est la méthode COM-COM qui est déterminante.

b) Au niveau national, le STATEC a analysé la méthode COM-COM en détail dans un papier technique¹. Or, afin de mieux pouvoir prendre en compte des caractéristiques spécifiques du Luxembourg (voir la partie II), le STATEC l'a adaptée. Cette méthode, appelée « COM-LUX », repose toutefois toujours, comme son homologue COM-COM, sur une fonction de production Cobb-Douglas.

Cette méthode COM-LUX étant censée mieux représenter les caractéristiques économiques du Luxembourg, les autorités budgétaires luxembourgeoises ont recouru jusqu'à récemment (voir le point c) au STATEC pour déterminer le PIB potentiel qui la compose. Ceci sans pour autant ignorer que c'était *in fine* la méthode COM-COM de la CE qui était déterminante sur le plan européen pour apprécier la conformité aux règles de gouvernance budgétaire européennes citées en introduction.

Constatant cette source de divergence potentielle dans l'évaluation du solde structurel des administrations publiques et du respect de l'objectif budgétaire à moyen terme, le CNFP a eu généralement recours à trois méthodes de calcul du PIB potentiel, à savoir celles utilisées respectivement par la CE (COM-COM) et les autorités budgétaires nationales (COM-LUX), ainsi que la méthode dite du « filtre HP »².

c) En 2018, la CE a adapté - en partie - sa méthodologie COM-COM pour tenir compte de certaines caractéristiques concernant le Luxembourg, en opérant des rapprochements avec la méthodologie du STATEC (COM-LUX) afin de mieux tenir compte de l'emploi frontalier, ainsi qu'expliqué plus en détail plus loin sous la partie III.

De plus, depuis 2018, et ce d'autant plus que la CE a adapté sa méthodologie, les autorités gouvernementales utilisent dorénavant la méthode COM-COM telle qu'adaptée en 2018 par la CE, donc sans la prise en compte intégrale des caractéristiques spécifiques du Luxembourg, couvertes de façon exhaustive uniquement dans la méthode de calcul COM-LUX. En revanche, le STATEC lui-même continue à utiliser la méthode COM-LUX³ dans certaines publications.

¹ Chiara Peroni, « The EU Commission production function approach to estimate output gap: the case of Luxembourg », STATEC, Working Paper n°72, janvier 2014.

² Le CNFP n'analyse pas la méthode du filtre HP, car c'est une méthode statistique de lissage qui consiste à extraire la composante conjoncturelle de la série temporelle des niveaux de PIB réels afin de ne retenir que la composante tendancielle du PIB.

³ Dans sa publication « Projections à moyen terme », le STATEC calcule également un PIB potentiel qui est basé sur la synthèse de cinq méthodes de calcul (COM-LUX, STATEC Modux, COM-COM, FMI, OCDE).

d) Le CNFP ayant constaté que le PIB potentiel du Luxembourg, selon qu'il est calculé par la Commission européenne (selon la méthode COM-COM) ou par le STATEC (selon soit la méthode COM-COM LU (voir le point e)), soit la méthode COM-LUX), conduit à des résultats différents, en dépit du fait que l'approche méthodologique utilisée à la base est identique pour les méthodes précitées, à savoir la fonction de production Cobb-Douglas, la présente note technique vise à élucider les raisons de cette différence et à analyser l'impact sur les composantes du PIB potentiel.

e) Accessoirement, et comme cela a déjà été évoqué sous le point B., il est à noter que même l'application d'une seule et même méthode de calcul peut donner lieu à des résultats divergents en fonction du « timing » de prise en compte des statistiques sous-jacentes et/ou en fonction de la source des données utilisées (STATEC, base de données dite « AMECO » de la CE, etc.).

Une différence qu'il convient de mentionner à cet égard est que les chiffres actualisés de la CE (c.-à-d. la méthode COM-COM) ne sont pas disponibles au moment de la finalisation du programme de stabilité et de croissance au mois d'avril ainsi que du projet de budget annuel et de loi de programmation financière pluriannuelle au mois d'octobre.

Il en résulte que les valeurs COM-COM pour le PIB potentiel à la base de ces documents budgétaires luxembourgeois sont toujours celles fournies par la CE lors de son évaluation antérieure⁴ à celle sur laquelle elle repose son analyse et son jugement de conformité, adaptées toutefois aux autres valeurs macroéconomiques nationales disponibles entretemps (PIB réel, stock de capital etc.), ce qui donne lieu *in fine* à une méthode « hybride » que l'on pourrait intituler « COM-COM LU ».

f) Il s'ensuit que même si les facteurs de divergence entre les deux méthodes de départ COM-COM et COM-LUX n'ont plus la même acuité qu'il y a quelques années (étant donné les rapprochements méthodologiques apportés), l'étude de ces derniers, ainsi que leur évolution dans l'application concrète des différentes méthodologies jusque dans le passé le plus récent où les données sont disponibles⁵, se révèle très éclairante pour la problématique qu'ils recouvrent et pour ses conséquences potentielles.

Le cas pourrait en effet se présenter où la concomitance de ces différentes méthodes de calculs et des autres défis méthodologiques mentionnés ci-avant (et notamment l'utilisation de certains indicateurs non-directement observables) pourrait entraîner que le Luxembourg respecte, ou au contraire viole, les règles budgétaires applicables, tout en faisant afficher les mêmes performances « intrinsèques » en termes budgétaires (recettes, dépenses, solde, dette). Ceci pourrait mener, le cas échéant, à des avis contradictoires concernant la nécessité, ou non, de déclencher le mécanisme de correction en cas d'écart important du solde structurel par rapport à l'OMT, respectivement à la trajectoire d'ajustement.

⁴ Par exemple pour le projet de budget 2021 (octobre 2020), le PIB réel utilisé pour déterminer le PIB potentiel était celui de la CE de printemps 2020 avec les dynamiques de prévisions réalisées par le STATEC en octobre 2020.

⁵ Vu son caractère totalement exceptionnel, l'année 2020 (données d'ailleurs non encore définitives) ne sera évidemment pas considérée.

II. La méthode de la fonction de production Cobb-Douglas pour calculer le PIB potentiel

Remarque préliminaire :

Le but de l'étude est essentiellement d'illustrer l'impact des méthodologies différentes utilisées par la CE et le STATEC. Compte tenu du fait que l'année 2020 est influencée par la crise sanitaire, le CNFP s'est résolu à finaliser son analyse sur la période 1985 à 2019, mais basée sur les données disponibles en automne 2020.

A noter en outre que la CE est passée à 2015 comme année de base pour le PIB réel⁶, alors que le STATEC utilise l'année 2010, ce qui rend les comparaisons des montants absolus du PIB réel impossible.

Toutefois, la méthodologie appliquée se base essentiellement sur des taux de croissance qui ne sont pas influencés par des changements d'année de base.

1. Comme rappelé dans la partie I, les règles de gouvernance budgétaire définies par l'UE imposent des limites au solde budgétaire et à l'endettement des administrations publiques. Les réformes de 2005 et notamment de 2011 à 2013 ont affiné les règles définies par le traité de Maastricht en adoptant comme critère le solde budgétaire structurel, soit le solde budgétaire nominal épuré notamment des fluctuations conjoncturelles.

Pour ce faire, et comme également déjà indiqué dans la partie I, le solde budgétaire nominal est corrigé d'un facteur incluant la différence entre la production de richesse nationale réelle, le PIB observé, et la production potentielle découlant des facteurs de production : emploi, capital et technologie existante. Ce facteur « écart de production » est égal à la différence entre le PIB réel et le PIB potentiel, multiplié par l'élasticité du solde budgétaire à ces facteurs.

Solde structurel = Solde nominal – 0,462 × Ecart de production ± mesures ponctuelles

où Solde nominal = Recettes publiques – Dépenses publiques ;

$$\text{Ecart de production} = \frac{\text{PIB réel} - \text{PIB potentiel}}{\text{PIB potentiel}}$$

L'élément-clé dans ce dispositif est donc l'estimation du PIB potentiel, qui, par essence, ne peut être mesuré directement.

⁶ Voir l'évaluation du respect de la règle budgétaire portant sur le solde structurel en 2019 d'avril 2020 du CNFP : « *Le STATEC fixe l'indice des prix à 100 en 2010 et la CE fixe l'indice des prix à 100 en 2015. L'écart n'a ni d'impact sur les taux de croissance du PIB ni sur le calcul de l'écart de production et donc du solde structurel [, mais sur les montants absolus]* ».

Comme expliqué dans le « Working paper » n°72 du STATEC, le modèle européen du produit intérieur brut est basé sur une fonction de production Cobb-Douglas⁷ à deux facteurs :

$$Y = L^\alpha * K^{1-\alpha} * TFP$$

Où (TFP)⁸ désigne la productivité totale des facteurs (en anglais « total factor productivity »), (K) et (L) sont respectivement le stock de capital et le niveau d'emploi.

Contrairement au stock de capital, les données disponibles relatives à l'emploi incluent des fluctuations cycliques.

Le facteur « productivité totale des facteurs » (TFP) peut seulement être évalué indirectement. En comparant les valeurs des facteurs « capital » et « emploi » de la fonction Cobb-Douglas susmentionnée au PIB réel observé, il apparaît une différence qui est nommée « résidu ». Ce résidu comprend d'une part, le facteur « technologie existante », et d'autre part, pour les facteurs de production « emploi » et « capital », les facteurs de « surcapacité (U) » et de « niveau d'efficacité (E) » du recours à ces derniers, selon le rythme de la conjoncture. Ces deux facteurs affectent donc tant la capacité de travail (U_L et E_L) que celle du capital (U_K et E_K)

De ce fait, la Commission européenne réécrit la fonction de production dans le « Economic paper » n°535 de novembre 2014⁹ comme suit :

$$Y = (U_L L E_L)^\alpha * (U_K K E_K)^{1-\alpha} = L^\alpha * K^{1-\alpha} * \underbrace{(U_L^\alpha E_L^\alpha U_K^{1-\alpha} E_K^{1-\alpha})}_{TFP}$$

La convention veut qu'on recoure à des valeurs lissées dans le temps des valeurs de l'emploi d'une part, et, d'autre part, du facteur résiduel TFP regroupant les facteurs « technologie existante », « surcapacité » et « niveau d'efficacité », ceci afin d'éliminer notamment les deux derniers facteurs et obtenir ainsi une estimation de la production potentielle.

En d'autres termes, la différence entre le PIB réel (Y) et le PIB potentiel (Y_{pot}) réside dans le fait que, pour déterminer le PIB potentiel, le facteur TFP observé est lissé et l'emploi potentiel est appliqué. Le PIB potentiel se compose ainsi du niveau tendanciel de la technologie, de l'emploi potentiel ainsi que du capital et le PIB réel se compose du niveau réel de la technologie, de l'emploi observé et du capital.

⁷ Pour des informations plus en détails sur la fonction de production, voir le Working Paper n°72 de Chiara Peroni de janvier 2014 (voir la note de bas de page 1).

⁸ Suivant l'Economic Paper n°535 de novembre 2014 de la Commission européenne, « *Potential growth constitutes a summary indicator of the economy's capacity to generate sustainable, non-inflationary, growth whilst the output gap is an indication of the degree of overheating or slack relative to this growth potential. Estimating the output gap is difficult since potential growth is not directly observable whilst actual GDP is subject to significant historical/forecast revisions.* »

⁹ Havik et al., « The production function methodology for calculating potential growth rates and output gaps », Economic Paper n°535, Commission européenne, novembre 2014.

2. Il en résulte dès lors la formule ci-après,

$$Y_{pot} = (\bar{U}_L \bar{L} \bar{E}_L)^\alpha * (\bar{U}_K K \bar{E}_K)^{1-\alpha} = \bar{L}^\alpha * K^{1-\alpha} * \bar{TFP}$$

où les barres chapeautant les grandeurs L, TFP, U et E indiquent qu'il s'agit de valeurs lissées afin d'éliminer autant que possible les variations conjoncturelles¹⁰ ;

où la productivité totale des facteurs (TFP) est égale à $\bar{TFP} = (\bar{E}_L^\alpha * \bar{E}_K^{1-\alpha}) * (\bar{U}_L^\alpha * \bar{U}_K^{1-\alpha})$ et résume le degré de l'utilisation des inputs et leur niveau technologique ;

où α représente l'élasticité par rapport à L et $1-\alpha$ l'élasticité par rapport à K, pour une TFP donnée,

c.-à-d. si L diminue de 1% alors Y diminue de $\alpha\%$,

si K diminue de 1% alors Y diminue de $1-\alpha\%$.¹¹

Le PIB potentiel est, grosso modo, un indicateur de la capacité productive d'une économie. Dans ce cas de figure, le PIB potentiel est défini comme le niveau de production qui correspond à une pleine utilisation des capacités.

¹⁰ Le recours au filtre HP initialement utilisé en 2010 a été remplacé en 2014 par le filtre Kalman (méthode plus sophistiquée).

¹¹ L'élasticité α représente une approximation mathématique (voir le chapitre A de la partie IV et l'annexe 1).

III. Différence entre la méthode COM-COM de la Commission européenne et la méthode COM-LUX du STATEC

Pour rappel, la méthode COM-LUX du STATEC est méthodologiquement comparable à la méthode COM-COM dans la mesure où le modèle économique conçu au niveau européen (la fonction de production Cobb-Douglas basée sur l'emploi, le capital et la technologie existante) est maintenu.

Comme déjà indiqué dans la partie I, la CE a adapté en 2018 la méthode COM-COM pour le Luxembourg, sur initiative conjointe du Ministère des Finances et du STATEC, notamment pour mieux tenir compte du grand nombre de travailleurs frontaliers au Luxembourg.

Toutefois, les données de la méthode COM-LUX du STATEC¹² se distinguent encore actuellement à plusieurs égards de celles de la méthode COM-COM de la CE:

- Le STATEC détermine le stock de capital « K » brut selon la méthode dite de l'inventaire permanent appliqué sur des données ventilées, tandis que la CE utilise les séries de stock de capital net (tenant compte de la dépréciation du stock) de la base de données dite « AMECO » s'appuyant directement sur des agrégats nationaux ;
- La CE calcule le facteur emploi « L » en multipliant le nombre de personnes employées par les heures travaillées. Le concept d'emploi utilisé dans ces calculs est l'emploi domestique, qui comprend à la fois les travailleurs résidents et non-résidents. Au STATEC, le facteur emploi « L » est calculé de manière légèrement différente, en multipliant l'emploi domestique par un indice des heures travaillées ;
- La part salariale (c.-à-d. l'élasticité par rapport à L ; « α »¹³) estimée selon les données historiques pour le Luxembourg est de 0,52, tandis que la CE fixe cette valeur à 0,65 (une valeur commune à tous les Etats membres calculée comme une moyenne sur les données historiques) ;
- Les données macroéconomiques de la méthode COM-LUX proviennent du STATEC tandis que celle de la méthode COM-COM sont issues de la base de données dite « AMECO » de la CE.

Au-delà des 3 différences de la base de données susmentionnées, comme le STATEC fournit les données à Eurostat et donc à la CE, les données utilisées dans les méthodes COM-LUX et COM-COM devraient a priori être les mêmes. Cependant, étant donné que la CE établit les prévisions, qui sont à la base de ses appréciations sur la conformité des actualisations du Programme de stabilité et de croissance (« PSC ») et des projets de loi de programmation financière pluriannuel (« PLPFP »), postérieurement à la date où le STATEC fournit ses prévisions au Ministère des finances pour l'établissement des PSC et des PLPFP, des divergences de « cut-off » des données apparaissent¹⁴ ;

¹² Pour la méthode COM-LUX: Chiara Peroni, « The EU Commission production function approach to estimate output gap: the case of Luxembourg », Working Paper no.72, STATEC, janvier 2014.

¹³ Sous l'hypothèse de rendements d'échelle constants et d'une concurrence parfaite, ces élasticités peuvent être estimées à partir de la part salariale.

¹⁴ Le PSC est publié au 30 avril avec les données du STATEC de mars et les prévisions de la CE sont publiées au juin. Le PLPFP est déposé début octobre et est basé sur les données du STATEC de mi-septembre pour les prévisions t+1 à t+4 et de fin septembre pour les prévisions t-1 et t figurant dans la notification EDP, tandis que la CE publie ses prévisions début novembre.

- La CE utilise des prévisions produites par AMECO jusqu'à t+1, tandis que la méthode COM-LUX utilise des prévisions jusqu'à t+4.

Soit l'exemple de l'estimation des écarts de production 2021.

La base de données utilisée par la CE est celle portant de 1980 à 2022 et produisant les variables de 1980 à 2022. Le STATEC quant à lui utilise une base de données qui s'étale jusqu'à 2025 et inclut donc des estimations des données jusqu'en 2025.

L'écart de production est une estimation basée sur un « double-sided filter », ce qui signifie que les estimations de l'écart de production pour une année t sont déterminées par des valeurs relatives aux années avant et après l'année t (dans notre exemple l'année 2021). Le modèle utilise donc des moyennes pondérées des données antérieures à 2021 et des données postérieures à 2021.

Pour déterminer les estimations en fin de période (années 2024 et 2025), il n'y a plus de valeurs permettant d'intégrer les effets « après », ce qui est nommé « end-point bias » et ce qui est comparable au désavantage du filtre HP mentionné dans des évaluations antérieures des finances publiques par le CNFP¹⁵.

Il subsiste donc encore actuellement des différences découlant des sources de données.

Aussi, les tableaux et les comparaisons établis ci-après montreront l'effet des divergences des deux méthodes de calcul du PIB potentiel dans leur série temporelle, existant avant et subsistant après le rapprochement intervenu en 2018.

¹⁵ Par exemple, à la page 19 de l'« Evaluation des finances publiques » sur le programme de stabilité et de croissance pour l'année 2020 en juin 2020.

IV. Reproduction des chiffres européens avec les données de l'automne 2020

A. Calcul du PIB potentiel selon la méthode COM-COM de la CE utilisant les données de l'automne 2020

Cette section est consacrée à la réplique de la méthodologie de la Commission européenne.

Pour le PIB potentiel ($Y_{pot} = \bar{L}^\alpha * K^{1-\alpha} * \overline{TFP}$), on doit décomposer son taux de croissance en composantes associées à l'accumulation de facteurs et au progrès technologique. Pour cela, on prend le logarithme des deux côtés de la formule du PIB potentiel, et puis on dérive par rapport au temps. Il en résulte une formule (approchée) qui s'appelle la comptabilité de la croissance (voir l'annexe 1)¹⁶.

$$\% \Delta Y_t^{pot} = \% \Delta \overline{TFP}_t + (1 - \alpha) \% \Delta K_t + \alpha \% \Delta \bar{L}_t$$

$$\text{Où } \% \Delta Y_t^{pot} = \frac{Y_t^{pot} - Y_{t-1}^{pot}}{Y_{t-1}^{pot}}$$

En d'autres termes, le taux de croissance du PIB potentiel peut être décomposé en taux de croissance de la productivité totale des facteurs, en taux de croissance du capital multiplié par $(1 - \alpha)$ et en taux de croissance de l'emploi multiplié par α . Rappelons que α et donc $1 - \alpha$ correspondent à des élasticités.

Afin d'estimer la production potentielle, il faut retenir la composante du stock de capital qui est non lissée et la composante tendancielle du travail et de la TFP.

Dans les chapitres qui suivent, le CNFP réplique les contributions des différentes composantes.

Remarque :

Les tableaux ci-après reprenant les dernières données disponibles, ne représentent pas les chiffres officiels appliqués pour évaluer la conformité des règles budgétaires des années respectives, puisque les valeurs du PIB ainsi que du PIB potentiel d'une année spécifique sont révisées chaque année.

1. Détermination de la contribution de l'emploi-heures (L) au changement du PIB potentiel

Afin d'estimer la production potentielle, il faut extraire la composante tendancielle du facteur travail (L) afin de calculer la contribution du travail (L) au changement du PIB potentiel.

Selon la formule de comptabilité de la croissance ci-dessus la contribution du travail est calculée comme suit :

$\alpha \times$ Taux de croissance de l'emploi-heures potentiel

Où Emploi-heures potentiel = emploi potentiel \times moyenne des heures potentielles par employé

Emploi potentiel = population active \times (1 - taux de chômage structurel)

Population active = population en âge de travailler \times taux de participation tendanciel

¹⁶ Barro R J, Sala-i-Martin X I., « Economic growth », chapitre 10, MIT press, 2003.

Comme le montre la formule ci-dessus ainsi que le tableau ci-dessous, la contribution du travail au PIB potentiel est calculée en intégrant les variables : Population en âge de travailler, taux de participation tendanciel, le taux de chômage structurel et la moyenne des heures potentielles par employé.

Tableau 1 - Détermination de la contribution de l'emploi-heures (L) au changement du PIB potentiel

	Emploi-heures (Contrib. au PIB pot en %)	Emploi pot. (en milliers)	Heures pot. par Employé	Emploi- heures potentiel	Taux de croissance de l'emploi-heures pot.	Résultat de la CE
	$d \cdot \alpha$	a	b	$c = a \cdot b$	$d = \Delta c$	
2015	1,795	410,961	1 507	619 261	2,762	1,795
2016	1,999	424,000	1 505	638 303	3,075	1,999
2017	1,901	437,157	1 503	656 973	2,925	1,901
2018	1,732	449,885	1 499	674 481	2,665	1,732
2019	1,803	463,649	1 495	693 194	2,775	1,803

Sources : CE, Calculs CNFP.

où Δ = taux de croissance ; p.ex. $\Delta c_t = (c_t - c_{t-1}) / c_{t-1} \cdot 100$

2. Détermination de la contribution du stock de capital (K) au changement du PIB potentiel

Au niveau du stock de capital, il faut noter qu'il reste non lissé, car le capital potentiel est considéré être égal à la capacité totale du stock de capital existant. La méthode de l'inventaire permanent est utilisée pour mesurer le stock de capital. En particulier, selon la formule de comptabilité de la croissance ci-dessus, la contribution du stock de capital (K) au changement du PIB potentiel est calculée comme suit:

$$(1 - \alpha) \times \text{Taux de croissance du Stock de Capital}$$

Tableau 2 - Détermination de la contribution du stock de capital (K) au changement du PIB potentiel

	Stock de capital (Contrib. au PIB pot en %)	Stock de Capital (en mia.)	Taux de croissance du Stock de Capital	Formation brute de capital fixe (prix constant) (en mia.)	Consommation de capital fixe (prix courant) (en mia.)	Déflateur Prix (prix constant – base 2015)	Résultat de la CE
	$b \cdot (1 - \alpha)$	$a_t = a_{t-1} + c - (d/e) \cdot 100$	$b = \Delta a$	c	d	e	
2015	1,078	111	3,1	9	6	100	1,078
2016	1,096	114	3,1	10	6	100	1,096
2017	1,128	118	3,2	10	7	102	1,128
2018	0,820	121	2,3	10	7	102	0,820
2019	0,866	123	2,5	10	8	105	0,866

Sources : CE, Calculs CNFP.

où Δ = taux de croissance ; p.ex. $\Delta a_t = (a_t - a_{t-1}) / a_{t-1} \cdot 100$

3. Détermination de la contribution de la productivité des facteurs (TFP) au changement du PIB potentiel à l'aide du PIB réel et des facteurs L et K

La TFP potentielle est calculée en deux étapes. Considérant une fonction de Cobb-Douglas, l'augmentation du volume de production a trois causes différentes : l'augmentation du facteur capital, l'augmentation du facteur travail et la troisième, à savoir, la productivité des facteurs, nommée également le « résidu de Solow », qui fait référence au progrès technique et à l'innovation.

D'abord, il faut estimer le résidu de Solow avec le PIB réel et les facteurs de production - travail réel et capital. En particulier, la TFP-résidu de Solow (TFP_{SR}) est calculée par :

$$TFP_{SR} = \frac{Y_t}{L_t^\alpha K_t^{1-\alpha}}$$

Où Y, L et K sont exprimées en valeurs réelles.

Afin de ne retenir que la composante tendancielle de la TFP, on applique un filtrage sur la TFP-résidu de Solow qui consiste à extraire la composante conjoncturelle des fluctuations à court terme de la TFP (filtre bayésien de Kalman)

$$\overline{TFP}_t = KF(TFP_{SR})$$

Où KF indique l'application de la fonction du filtre bayésien de Kalman sur la TFP-résidu de Solow.

Tableau 3 - Détermination de la contribution de la productivité totale des facteurs (TFP) au changement du PIB potentiel à l'aide du PIB réel et des facteurs L et K

	TFP (contrib. au PIB pot en %)	TFP (Résidu de Solow)	PIB réel (en mia.)	Emploi réel (en milliers)	HpE réel	Stock de Capital (en mia.)	log de TFP	log de TFP lissé *Programme de la CE
		a= b/((c*d) ^α *e ^{1-α})	b	c	d	e	f=ln(a)	g=programme pour lisser f
2015	-0,147	0,002	52	406	1514	111	-6,358	-6,354
2016	-0,154	0,002	54	418	1512	114	-6,343	-6,356
2017	-0,202	0,002	55	433	1506	118	-6,356	-6,358
2018	-0,131	0,002	57	449	1506	121	-6,357	-6,359
2019	-0,049	0,002	58	465	1506	123	-6,366	-6,359

Sources : CE, Calculs CNFP.

4. Calcul de l'évolution du PIB potentiel à partir de la contribution de L, K et TFP

Une fois que nous obtenons la TFP potentielle, ainsi que l'emploi potentiel et le capital, nous pouvons insérer toutes les variables dans la fonction de Cobb-Douglas afin de calculer le PIB potentiel.

$$Y_t^{pot} = \bar{L}_t^\alpha \times K_t^{1-\alpha} \times \overline{TFP}_t$$

Le taux de croissance du PIB potentiel est décomposé en la contribution de l'emploi-heures (L) potentiel, la contribution du stock de capital (K) et la contribution de la productivité totale des facteurs (TFP) potentielle.

Un diagramme qui résume l'approche de la fonction de production se trouve en annexe (voir l'annexe 2).

Tableau 4 - Calcul de l'évolution du PIB potentiel à partir de la contribution de L, K et TFP

COM-COM	Evolution du PIB potentiel (en %)	Contribution au PIB potentiel (en %)		
		Emploi – heures (L)	Stock de capital (K)	Productivité totale des facteurs (TFP)
	= a + b + c	a	b	c
2015	2,7	1,8	1,1	-0,1
2016	2,9	2,0	1,1	-0,2
2017	2,8	1,9	1,1	-0,2
2018	2,4	1,7	0,8	-0,1
2019	2,6	1,8	0,9	0,0

Sources : CE, Calculs CNFP.

Le tableau ci-après montre les valeurs correspondantes pour la méthode COM-LUX :

Tableau 5 – Evolution du PIB potentiel ainsi que les contributions y relatives

COM-LUX	Evolution du PIB potentiel (en %)	Contribution au PIB potentiel (en %)		
		Emploi – heures (L)	Stock de capital (K)	Productivité totale des facteurs (TFP)
	= a + b + c	a	b	c
2015	2,3	1,3	1,5	-0,5
2016	2,2	1,4	1,6	-0,7
2017	1,7	1,1	1,6	-1,0
2018	1,6	1,2	1,3	-0,9
2019	2,0	1,2	1,4	-0,5

Source : STATEC.

On constate que les différences entre les contributions des facteurs de production (emploi, capital, productivité totale des facteurs) au PIB potentiel se compensent en partie au niveau de la progression du PIB potentiel.

B. Evolution des différents paramètres calculés suivant les deux méthodes

L'évolution des différents paramètres calculés suivant la méthode COM-COM de la CE et la méthode COM-LUX du STATEC est présentée dans les graphiques ci-après (les données chiffrées détaillées figurent dans l'annexe 3).

Il faut noter que les chiffres en termes réels de la CE sont sur base 2015, alors qu'en automne 2020, les chiffres du STATEC ont encore été sur base 2010. Cette différence ne change rien au niveau des contributions, ainsi qu'au niveau des taux de croissance du PIB potentiel. Elle rend cependant impossible la comparaison du PIB potentiel exprimé en millions d'euros des deux méthodes de calculs.

Les graphiques suivants montrent l'accroissement annuel du PIB calculé suivant les 2 méthodes COM-COM et COM-LUX, ainsi que la contribution, dans cet accroissement, des 3 facteurs qui le composent : niveau d'emploi, stock de capital et productivité totale des facteurs.

La courbe en pointillée indique l'accroissement du PIB potentiel et l'apport de ses composantes dans l'hypothèse d'une méthodologie COM-COM modifiée reposant sur le paramètre $\alpha = 0,52$ utilisé dans la méthode COM-LUX au lieu $\alpha = 0,65$ utilisé dans la méthode COM-COM (chiffres également en annexe 3).

Comme la TFP potentielle est calculée en prenant le filtre bayésien de Kalman du résidu de Solow $\overline{TFP}_t = KF(TFP_{SR})$, en changeant une variable du résidu, ici α , le résidu varie et, par conséquent, la TFP potentielle aussi. Néanmoins, le CNFP note que la variation n'est pas substantielle. Sous l'hypothèse d'une série identique de la TFP potentielle, l'analyse fournie ci-après donne une bonne approximation. Pour cette raison, la variation du PIB potentiel peut être attribuée à la modification du paramètre α , plutôt qu'à l'évolution de la TFP potentielle¹⁷.

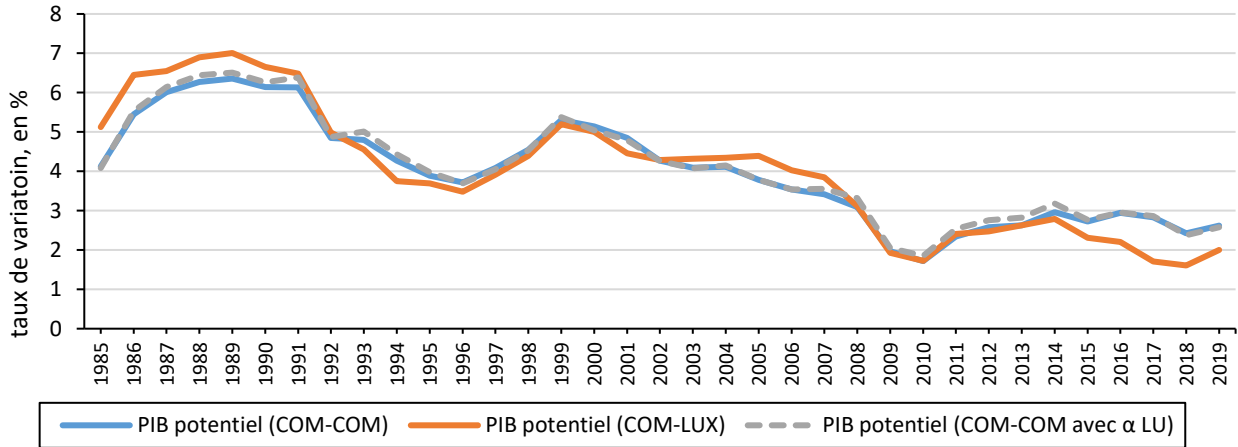
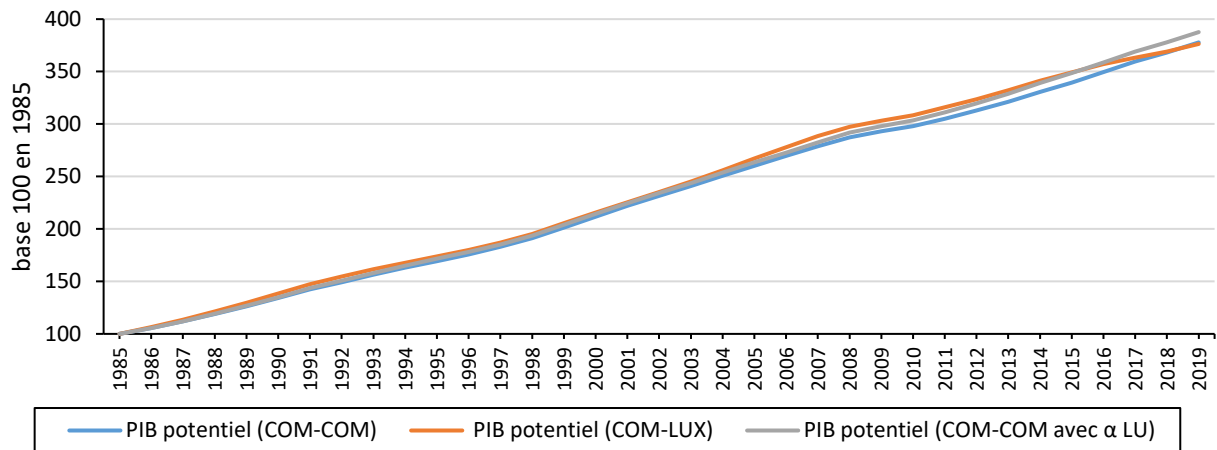
Les graphiques ci-après montrent que la différence de α (0,52 pour la méthode COM-LUX et 0,65 pour la méthode COM-COM) impacte largement les résultats concernant la contribution du niveau de l'emploi et du stock de capital au changement du PIB potentiel, mais nettement moins au niveau global (évolution du PIB potentiel).

En considérant les courbes de la méthode COM-COM, ajustée au niveau d'alpha de la COM-LUX, dans les graphiques 3 à 6, l'évolution pour les facteurs – niveau de l'emploi et stock de capital – est presque sur toute la période en parallèle avec la méthode COM-COM non-ajustée. Elle est décalée vers le bas pour le niveau de l'emploi et vers le haut pour le stock de capital¹⁸.

¹⁷ Pour des études futures, il est possible de recalculer la nouvelle série de résidus de Solow en utilisant le paramètre α ajusté, puis dériver une nouvelle série de TFP potentielle en utilisant le filtre bayésien de Kalman dans le cadre de la CE, en résultant, la nouvelle série de PIB potentiel.

¹⁸ Pour rappel, au départ dans le modèle de la fonction de production Cobb-Douglas, le facteur « technologie existante » ne dépend pas d' α . Le facteur TFP du PIB potentiel est toutefois impacté, parce qu'il inclut – voir le chapitre II. – les facteurs « surcapacité » et « niveau d'efficacité » tant pour ce qui est du facteur travail que du facteur stock de capital.

Graphiques 1 et 2 – PIB potentiel selon les différentes méthodes



Sources : CE, STATEC, Calculs CNFP.

CE: $\alpha=0,65$; LU: $\alpha=0,52$.

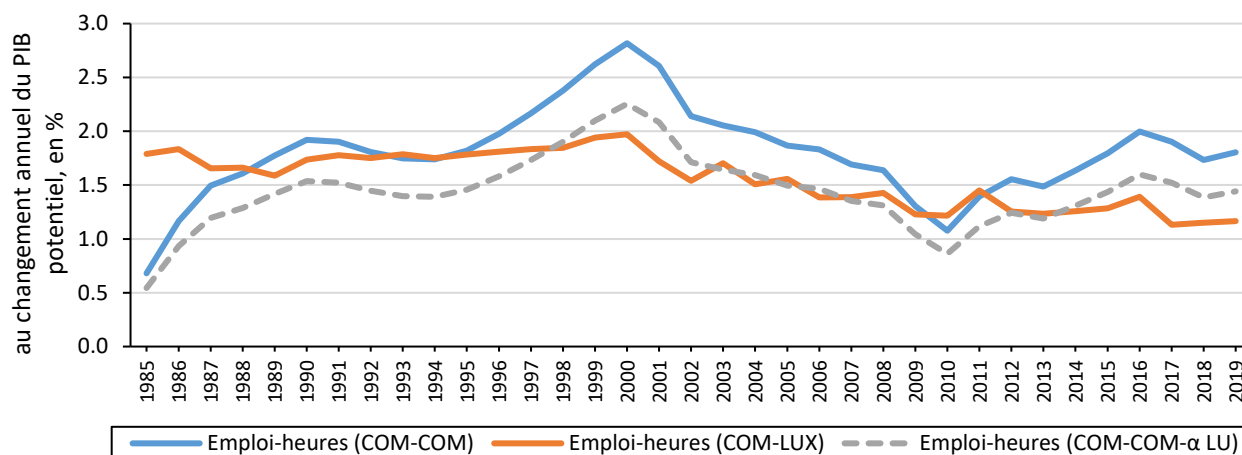
L'évolution du PIB potentiel montre une différence de 5 000 millions d'euros entre les méthodes de calcul COM-COM et COM-LUX, mais cette différence est uniquement due au choix de l'année de base comme mentionné dans l'encadré de la partie II. Le PIB réel et, par conséquent, le PIB potentiel de la CE ont été fixés à l'indice des prix à 100 en 2015, alors que ceux du STATEC sont fixés à l'indice de prix à 100 en 2010. De plus, l'Eurostat a établi des révisions aux comptes nationaux en octobre 2019. Le Luxembourg, même s'il n'a pas procédé à une révision de référence (« benchmark revision »)¹⁹, a également vu une révision de son PIB en automne 2019, en raison des effets comptables liés à la mondialisation, c'est-à-dire l'enregistrement des activités des entreprises multinationales.

¹⁹ Eurostat, « Annual national accounts coordinated 2019 benchmark revisions – impact on main GDP aggregates », octobre 2019: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Annual_national_accounts_coordinated_2019_benchmark_revisions_-_impact_on_main_GDP_aggregates#Background.

Le graphique 1 montre l'évolution du PIB potentiel en base 100 en 1985, étant donné que les méthodes se basent sur des années de référence différentes.

Il faut remarquer que la comparaison des différentes méthodes de calcul n'est pas influencée par le choix de l'année de base, car, selon la théorie de la comptabilité de la croissance, la contribution d'un facteur au changement du PIB potentiel est calculée avec le taux de croissance des différents facteurs sur lequel le changement de l'année de référence n'a pas d'influence.

Graphique 3 – Contribution du facteur emploi-heures (L) selon les différentes méthodes

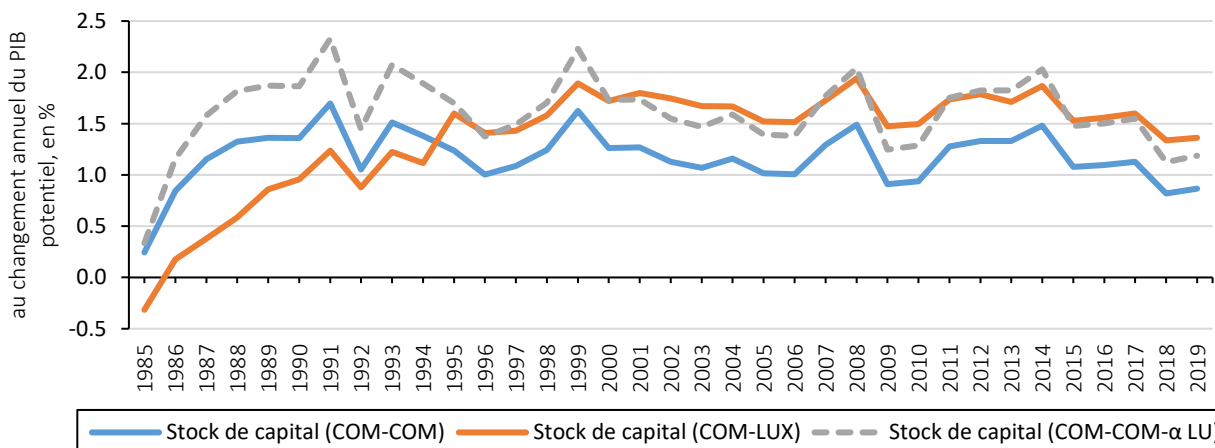


Sources : CE, STATEC, Calculs CNFP.

CE: $\alpha=0,65$; LU: $\alpha=0,52$.

La contribution du facteur « L » au changement du PIB potentiel est moins importante dans la méthode COM-LUX que dans la méthode COM-COM. En outre, après la crise financière 2008-2009, elle est nettement en hausse pour la méthode COM-COM et stagne pour la méthode COM-LUX (2013-2016).

Graphique 4 – Contribution du facteur stock de capital (K) selon les différentes méthodes



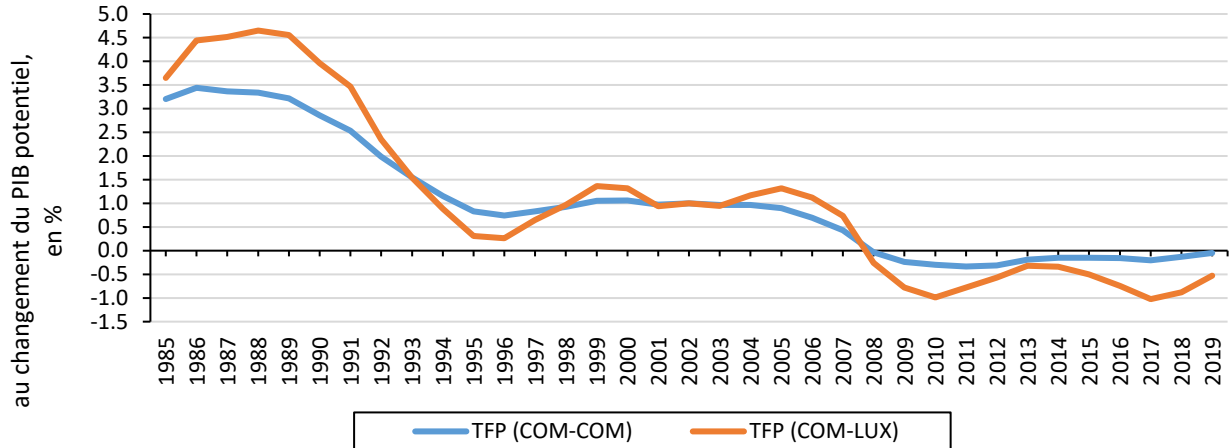
Sources : CE, STATEC, Calculs CNFP.

CE: $\alpha=0,65$; LU: $\alpha=0,52$.

La contribution du facteur « K » au changement annuel du PIB potentiel est plus importante dans la méthode COM-LUX que dans la méthode COM-COM après 1995.

Il faut noter que le STATEC considère le stock de capital brut de sa base de données, tandis que la CE utilise le stock de capital net de la base de données AMECO s'appuyant directement sur des agrégats nationaux (voir la partie III).

Graphique 5 – Contribution du facteur productivité totale des facteurs (TFP) selon les différentes méthodes



Sources : CE, STATEC.

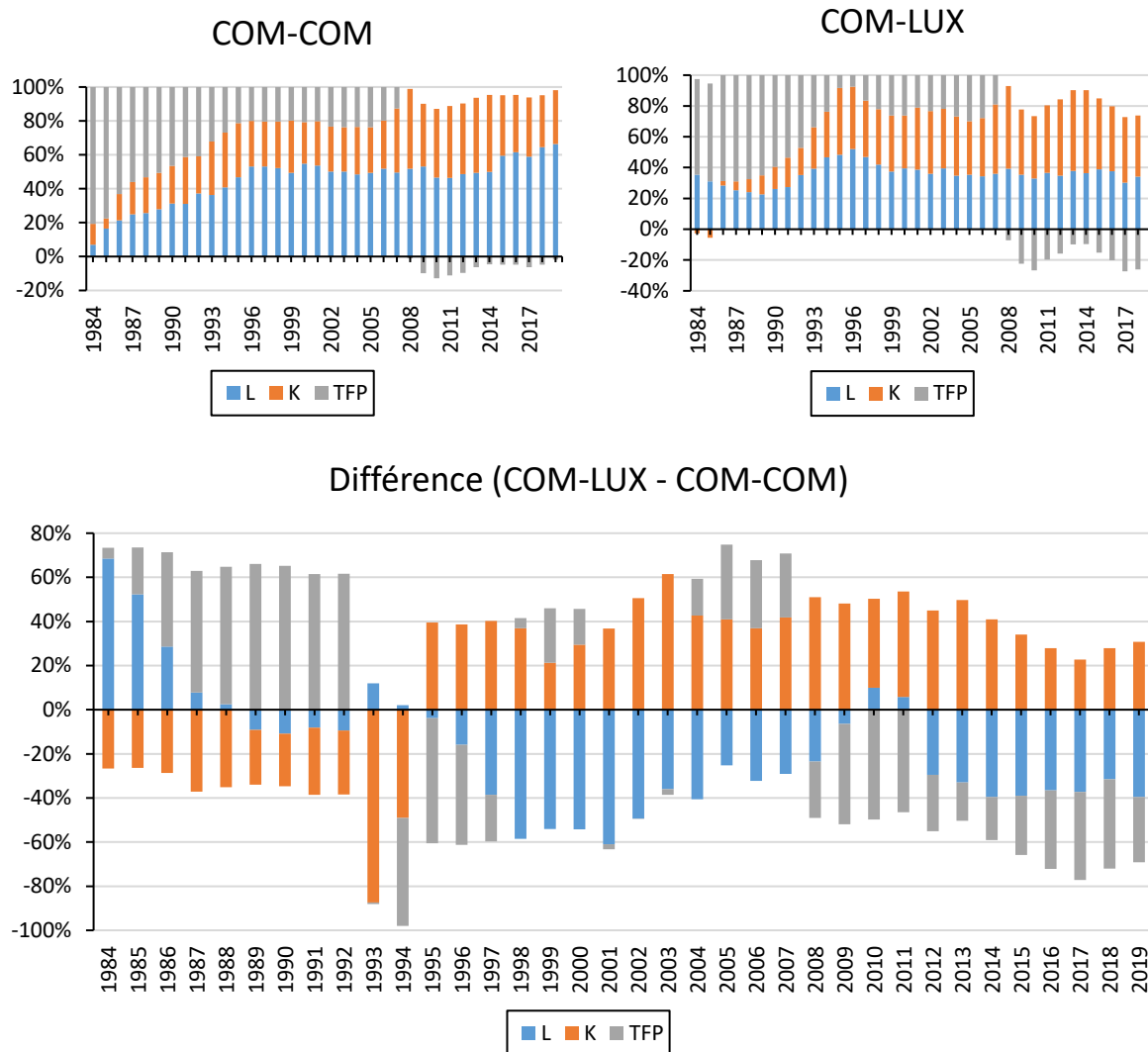
La contribution du facteur « TFP » au changement du PIB potentiel est similaire dans les deux méthodes. En outre, à partir de 2009, elle est négative pour les deux méthodes.

Les graphiques illustrent l'effet cumulé – comme déjà relevé - nettement atténué au niveau du PIB potentiel lui-même, des différences constatées au niveau de ses composantes.

Il n'en demeure pas moins que l'existence même de ces différences au niveau des facteurs de production, comporte le risque d'un effet, pour une année déterminée ou plusieurs, non compensé de ces dernières, et par conséquent d'une divergence d'évolution plus marquée au niveau de la grandeur critique essentielle, le PIB potentiel.

Les constats ci-avant sont aussi visibles sur les histogrammes (empilés à 100%) qui illustrent la différence entre la méthode COM-LUX et la méthode COM-COM concernant les contributions respectives des facteurs L, K et TFP au changement du PIB potentiel.

Graphique 6 – Histogrammes des contributions des facteurs L, K et TFP



Sources : CE, STATEC.

C. Incidence des méthodes COM-COM et COM-LUX sur le solde structurel, à travers l'écart de production

Mettant en évidence les différences entre les méthodes COM-COM et COM-LUX au niveau de l'évolution annuelle du PIB potentiel et de ses composantes, ainsi qu'au niveau de la contribution des facteurs de production à l'évolution du PIB potentiel, ces tableaux et graphiques ne répondent pas directement à la question première, à savoir l'incidence des méthodes COM-COM et COM-LUX sur le solde structurel, à travers l'écart de production.

Les données sont limitées à la période 2010-2019 pendant laquelle cette question a pris de l'importance en raison de la réforme des règles de gouvernance (voir la partie I.).

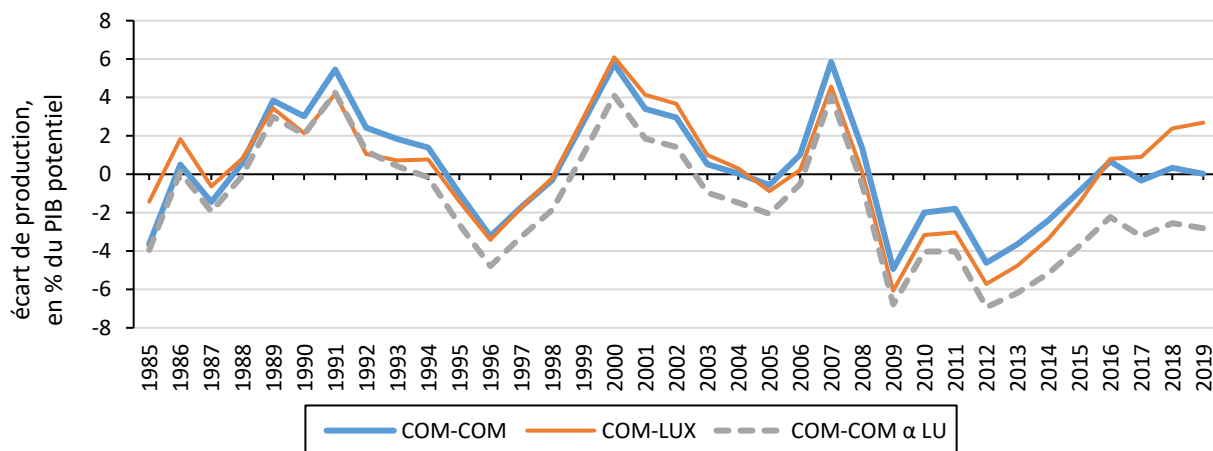
Il en résulte l'évolution annuelle de l'écart de production ci-après

Tableau 7 – Ecart de production selon les différentes méthodes ainsi que ses comparaisons

	en % du PIB potentiel					
	COM-COM	COM-COM avec α LU	COM-LUX	Δ COM-COM – COM-LUX	Δ COM-COM – COM-COM α LU	Δ COM-COM α LU – COM-LUX
2010	-2,0	-4,0	-3,2	1,2	2,0	-0,9
2011	-1,8	-4,0	-3,0	1,2	2,2	-1,0
2012	-4,6	-6,9	-5,7	1,1	2,3	-1,2
2013	-3,7	-6,2	-4,8	1,1	2,5	-1,4
2014	-2,4	-5,2	-3,4	1,0	2,8	-1,8
2015	-0,9	-3,7	-1,5	0,6	2,8	-2,3
2016	0,7	-2,2	0,8	-0,1	2,9	-3,0
2017	-0,3	-3,2	0,9	-1,2	2,9	-4,1
2018	0,3	-2,5	2,4	-2,1	2,9	-4,9
2019	0,0	-2,8	2,7	-2,7	2,8	-5,5
			Ecart moyen	0,0	2,6	-2,6

Ici Δ signifie « différence de »

Graphique 7 – Ecart de production selon les différentes méthodes



Sources : CE, STATEC, Calculs CNFP.

CE: $\alpha=0,65$; LU: $\alpha=0,52$.

On constate au vu du graphique que l'écart de production calculé suivant la méthode COM-LUX est sur la longue période tantôt supérieur, tantôt inférieur à l'écart de production calculé suivant la méthode COM-COM.

Le tableau montre qu'au début de la décennie écoulée l'écart de production COM-LUX était inférieur à l'écart de production calculé suivant la méthode COM-COM, aboutissant donc à un solde structurel plus proche du solde nominal (où ce dernier était généralement négatif), pour dépasser de façon croissante l'écart calculé par la méthode COM-COM dans la fin de la décennie réduisant donc plus fortement le solde nominal devenu positif. En moyenne sur la décennie écoulée la différence entre les deux méthodes était nulle.

Dans le calcul du solde structurel, il faut rappeler que l'écart de production est réduit par le facteur 0,462 (depuis 2019) – semi-élasticité estimée du solde budgétaire par rapport au PIB -, soit de plus de la moitié, ce qui atténue encore les écarts constatés ci-dessus.

Il n'en demeure pas moins que, ainsi que déjà mentionné plus haut, l'existence même des différences méthodologiques au niveau des facteurs de production, comporte le risque d'un effet, pour une année déterminée ou plusieurs, non compensé de ces différences, et par conséquent d'une divergence d'évolution plus marquée au niveau de la grandeur critique essentielle, le PIB potentiel.

A cela s'ajoute en outre, l'incidence déjà mentionnée des révisions régulières du PIB réel et potentiel pour une année donnée, même après clôture de l'année.

A la lecture des données reproduites dans le tableau ci-dessus datant de l'automne 2020, on constate que les données pour les années récentes (2017-2019) diffèrent des valeurs comparables publiées précédemment tant par la CE que par le STATEC ainsi que le montre le tableau ci-après. Pour rappel, à partir de 2018, c'est la COM-COM LU qui est utilisée et publiée par le Ministre des Finances, tout en étant déterminé par le STATEC, alors que la COM-LUX continue à être calculée par le STATEC, mais n'est pas publié (synthèse de 5 différentes méthodes).

On peut vérifier, en particulier, que pour l'année 2019, l'écart de production découlant des chiffres de l'automne 2020 est parfois supérieur aux écarts résultant des différences de méthodologie (écart de production de la méthode COM-LUX de 2,7% contre 0,9% en automne 2019).

Tableau 8 – Ecart de production selon les différentes méthodes et différentes périodes d'application

Année	COM-COM CE				COM-LUX				COM-COM LU			
	PSC t	PLPFP t*	PLPFP t+1	Actuel	PSC t	PLPFP t*	PLPFP t+1	Actuel	PSC t	PLPFP t*	PLPFP t+1	Actuel
2017	-0,3	-0,3	-0,5	-0,3	-0,4	0,1		0,9			-1,2	0,5
2018	0,3	0,0	1,5	0,3				2,4	-0,2	-0,1	1,2	1,7
2019	1,0	1,5	0,0	0,0			2,7	2,7	+0,9	0,9	1,7	1,7

*Exemple : pour t=2017 : PLPFP 2017-2021.

Sources : CE, STATEC, Ministère des Finances.

Ce tableau montre le problème de timing résultant du fait, déjà mentionné dans les parties I et III, que les chiffres actualisés de la CE (c.-à-d. la méthode COM-COM) ne sont pas disponibles au moment de la finalisation du programme de stabilité et de croissance au mois d'avril ainsi que du projet de budget annuel et de loi de programmation financière pluriannuelle au mois d'octobre.

Et comme indiqué dans les parties I et III, il en résulte que les valeurs COM-COM pour le PIB potentiel à la base de ces documents budgétaires sont toujours celles fournies par la CE lors de son évaluation antérieure à celle sur laquelle elle repose son analyse et son jugement de conformité, adaptées toutefois aux autres valeurs macroéconomiques nationales disponibles entretemps (PIB réel, stock de capital etc.), ce qui donne lieu *in fine* à une méthode hybride COM-COM LU.

Aussi, en conclusion, malgré la compensation en partie des différences méthodologiques au niveau du PIB potentiel et donc du solde structurel, demeure ainsi le risque d'aboutir à une situation, où le solde structurel calculé suivant l'une des méthodologies, notamment celle de la CE, serait non conforme à l'objectif budgétaire à moyen terme ou à la trajectoire propre à sa réalisation.

ANNEXE 1 – Démonstration de la formule d'approximation de la comptabilité de la croissance

$$(I.) \quad Y_t = TFP_t L_t^\alpha K_t^{1-\alpha}$$

$$(II.) \quad \frac{Y_{t+1}}{Y_t} \approx 1, \text{ donc } \frac{Y_{t+1} - Y_t}{Y_t} \quad (\text{noté } \Delta Y_t) \approx 0$$

Utilisant $\log(1 + x) \approx x$ où $x \approx 0$:

$$\begin{aligned} \frac{Y_{t+1} - Y_t}{Y_t} = \Delta Y_t &\approx \log\left(1 + \frac{Y_{t+1} - Y_t}{Y_t}\right) = \log\left(\frac{Y_{t+1}}{Y_t}\right) = \log(Y_{t+1}) - \log(Y_t) \\ &= (\text{noté}) \Delta \log(Y_{t+1}) \end{aligned}$$

De même par conséquent :

$$\frac{L_{t+1} - L_t}{L_t} \approx \Delta \log(L_{t+1})$$

et

$$\frac{K_{t+1} - K_t}{K_t} \approx \Delta \log(K_{t+1})$$

et

$$\frac{TFP_{t+1} - TFP_t}{TFP_t} \approx \Delta \log(TFP_{t+1})$$

(III.) De (I) résulte :

$$\log(Y_t) = \log(TFP_t) + \alpha \log(L_t) + (1 - \alpha) \log(K_t) \quad [1]$$

Pour $t + 1$:

$$\log(Y_{t+1}) = \log(TFP_{t+1}) + \alpha \log(L_{t+1}) + (1 - \alpha) \log(K_{t+1}) \quad [2]$$

[2] - [1] :

$$\Delta \log(Y_{t+1}) = \Delta \log(TFP_{t+1}) + \alpha \Delta \log(L_{t+1}) + (1 - \alpha) \Delta \log(K_{t+1})$$

(IV.) De (II.) résulte :

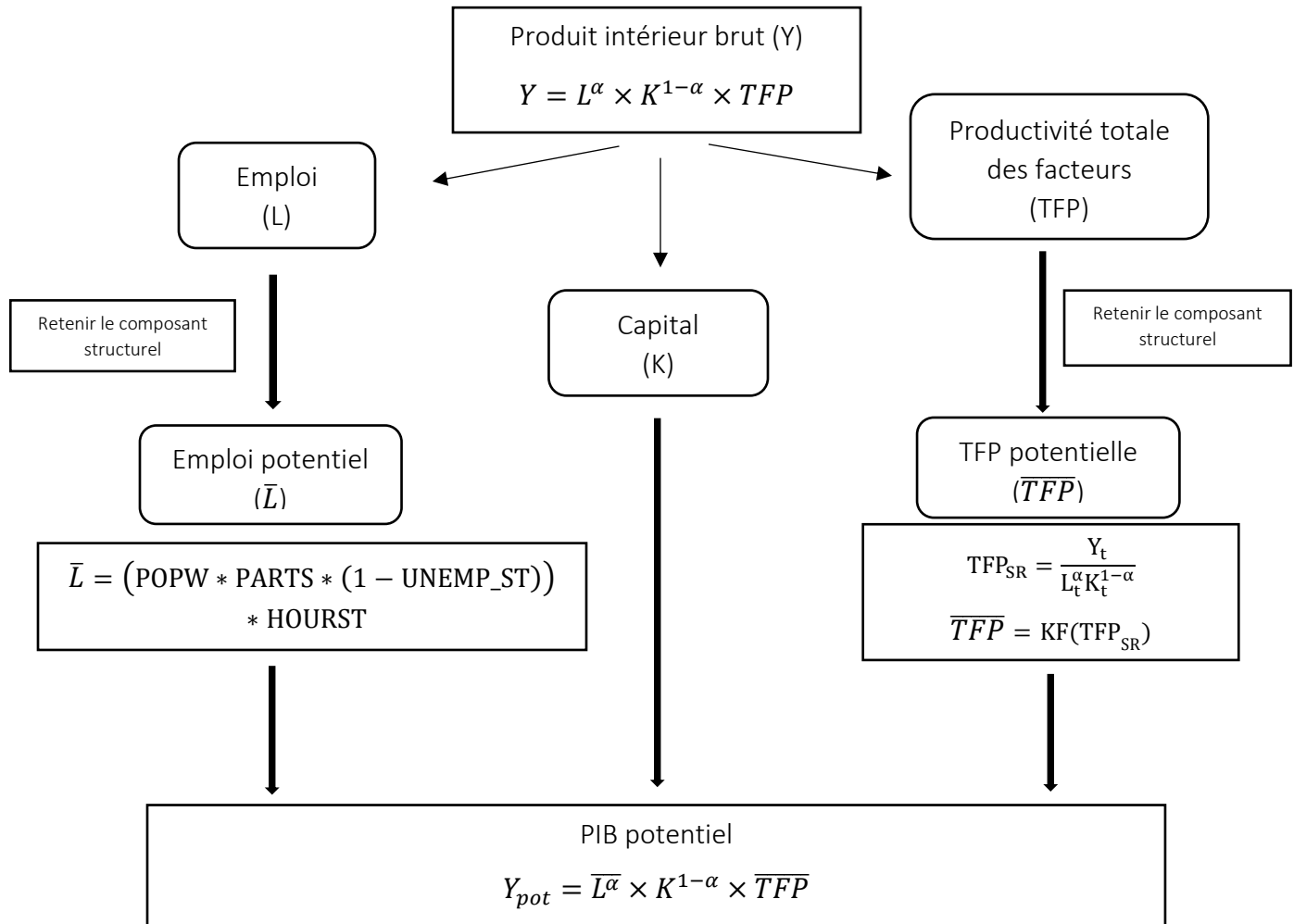
$$\begin{aligned} \% \Delta Y_t = \Delta \log(Y_{t+1}) &\stackrel{(\text{par III.})}{=} \Delta \log(TFP_{t+1}) + \alpha \Delta \log(L_{t+1}) + (1 - \alpha) \Delta \log(K_{t+1}) \\ &\stackrel{(\text{par II.})}{=} \% \Delta TFP_t + (1 - \alpha) \% \Delta K_t + \alpha \% \Delta L_t \end{aligned}$$

$$\% \Delta Y_t = \% \Delta TFP_t + (1 - \alpha) \% \Delta K_t + \alpha \% \Delta L_t$$

ANNEXE 2 - Approche de la fonction de production Cobb-Douglas

En résumé, le diagramme suivant illustre la procédure d'estimation du PIB potentiel dans le cadre de la fonction de Cobb-Douglas²⁰,

Approche de la fonction de production Cobb-Douglas



Notes : POPW = la population en âge de travailler
UNEMP_ST = taux de chômage structurel
TFP_{SR} = TFP avec résidu du Solow

PARTS = taux de participation tendanciel
HOURST = moyenne d'heures potentielles par employé
KF = filtre Bayésien de Kalman

²⁰ Havik et al., « The production function methodology for calculating potential growth rates and output gaps », Economic Paper n°535, p.14, Commission européenne, novembre 2014.

ANNEXE 3 - Tableaux COM-COM, COM-LUX et COM-COM avec α LU, données automne 2020

COM-COM										
	PIB réel	PIB potentiel			Contribution au PIB potentiel (évolution en %)			Contribution au PIB potentiel (en millions d'euros)		
	en millions d'euros	en millions d'euros	évolution en %	évolution en millions d'euros	Emploi-heures	stock de capital	Productivité totale des facteurs	Emploi-heures	stock de capital	Productivité totale des facteurs
1985	14 908	15 471	4.1	613	0.7	0.2	3.2	101	36	476
1986	16 396	16 314	5.5	843	1.2	0.8	3.4	180	131	532
1987	17 044	17 295	6.0	981	1.5	1.2	3.4	244	188	549
1988	18 486	18 380	6.3	1 085	1.6	1.3	3.3	278	229	578
1989	20 298	19 549	6.4	1 168	1.8	1.4	3.2	326	251	592
1990	21 376	20 749	6.1	1 200	1.9	1.4	2.9	375	266	559
1991	23 224	22 021	6.1	1 273	1.9	1.7	2.5	395	352	526
1992	23 647	23 088	4.8	1 067	1.8	1.1	2.0	398	232	437
1993	24 640	24 197	4.8	1 109	1.7	1.5	1.5	403	349	357
1994	25 582	25 231	4.3	1 033	1.7	1.4	1.2	421	334	279
1995	25 948	26 211	3.9	980	1.8	1.2	0.8	459	312	209
1996	26 308	27 186	3.7	975	2.0	1.0	0.7	518	263	194
1997	27 810	28 295	4.1	1 110	2.2	1.1	0.8	589	295	226
1998	29 492	29 582	4.5	1 287	2.4	1.2	0.9	673	352	262
1999	31 993	31 150	5.3	1 568	2.6	1.6	1.1	776	481	311
2000	34 629	32 751	5.1	1 601	2.8	1.3	1.1	878	393	330
2001	35 506	34 338	4.8	1 587	2.6	1.3	1.0	853	415	319
2002	36 862	35 804	4.3	1 466	2.1	1.1	1.0	735	388	343
2003	37 462	37 269	4.1	1 465	2.1	1.1	1.0	736	383	347
2004	38 816	38 804	4.1	1 535	2.0	1.2	1.0	742	432	360
2005	40 047	40 272	3.8	1 468	1.9	1.0	0.9	725	394	349
2006	42 121	41 695	3.5	1 423	1.8	1.0	0.7	737	405	281
2007	45 640	43 119	3.4	1 424	1.7	1.3	0.4	706	539	180
2008	45 056	44 453	3.1	1 334	1.6	1.5	0.0	706	642	-14
2009	43 092	45 330	2.0	877	1.3	0.9	-0.2	580	404	-107
2010	45 188	46 108	1.7	779	1.1	0.9	-0.3	488	425	-135
2011	46 336	47 187	2.3	1 079	1.4	1.3	-0.3	643	589	-154
2012	46 172	48 402	2.6	1 215	1.6	1.3	-0.3	734	628	-146
2013	47 860	49 674	2.6	1 272	1.5	1.3	-0.2	719	644	-91
2014	49 916	51 145	3.0	1 471	1.6	1.5	-0.2	811	735	-76
2015	52 066	52 539	2.7	1 394	1.8	1.1	-0.1	918	551	-75
2016	54 448	54 084	2.9	1 545	2.0	1.1	-0.2	1 050	576	-81
2017	55 428	55 614	2.8	1 530	1.9	1.1	-0.2	1 028	610	-109
2018	57 153	56 960	2.4	1 346	1.7	0.8	-0.1	963	456	-73
2019	58 465	58 453	2.6	1 492	1.8	0.9	0.0	1 027	493	-28

*Prix de l'indice à 100 en 2015.

COM-LUX										
	PIB réel	PIB potentiel			Contribution au PIB potentiel (évolution en %)			Contribution au PIB potentiel (en millions d'euros)		
	en millions d'euros	en millions d'euros	évolution en %	évolution en millions d'euros	Emploi- heures	stock de capital	Productivité totale des facteurs	Emploi- heures	stock de capital	Productivité totale des facteurs
1985	13 257	13 450	5.1	655	1.8	-0.3	3.7	229	-40	467
1986	14 580	14 318	6.4	867	1.8	0.2	4.4	247	24	597
1987	15 159	15 255	6.5	938	1.7	0.4	4.5	237	54	646
1988	16 439	16 308	6.9	1 052	1.7	0.6	4.7	254	89	709
1989	18 050	17 450	7.0	1 143	1.6	0.9	4.6	259	140	743
1990	19 008	18 612	6.7	1 161	1.7	1.0	4.0	303	167	691
1991	20 649	19 818	6.5	1 206	1.8	1.2	3.5	331	230	645
1992	21 025	20 806	5.0	988	1.8	0.9	2.4	347	174	467
1993	21 908	21 753	4.6	947	1.8	1.2	1.5	372	255	321
1994	22 745	22 569	3.8	816	1.7	1.1	0.9	381	243	193
1995	23 071	23 402	3.7	833	1.8	1.6	0.3	403	361	69
1996	23 391	24 217	3.5	815	1.8	1.4	0.3	424	330	62
1997	24 727	25 166	3.9	948	1.8	1.4	0.6	444	347	157
1998	26 221	26 271	4.4	1 106	1.8	1.6	1.0	465	397	244
1999	28 445	27 637	5.2	1 366	1.9	1.9	1.4	510	497	359
2000	30 789	29 020	5.0	1 384	2.0	1.7	1.3	545	475	363
2001	31 569	30 315	4.5	1 294	1.7	1.8	0.9	500	522	273
2002	32 774	31 614	4.3	1 299	1.5	1.7	1.0	467	530	303
2003	33 308	32 978	4.3	1 365	1.7	1.7	0.9	538	528	298
2004	34 512	34 410	4.3	1 431	1.5	1.7	1.2	497	550	384
2005	35 606	35 922	4.4	1 512	1.6	1.5	1.3	536	523	454
2006	37 450	37 368	4.0	1 446	1.4	1.5	1.1	498	545	404
2007	40 579	38 807	3.9	1 439	1.4	1.7	0.7	519	646	274
2008	40 060	40 014	3.1	1 207	1.4	1.9	-0.3	554	753	-100
2009	38 314	40 785	1.9	771	1.2	1.5	-0.8	491	590	-310
2010	40 178	41 489	1.7	703	1.2	1.5	-1.0	496	610	-403
2011	41 198	42 488	2.4	999	1.5	1.7	-0.8	602	720	-323
2012	41 053	43 538	2.5	1 050	1.3	1.8	-0.6	533	759	-242
2013	42 553	44 680	2.6	1 142	1.2	1.7	-0.3	537	745	-140
2014	44 381	45 926	2.8	1 246	1.3	1.9	-0.3	562	835	-151
2015	46 293	46 987	2.3	1 061	1.3	1.5	-0.5	590	701	-230
2016	48 410	48 023	2.2	1 036	1.4	1.6	-0.7	654	733	-350
2017	49 282	48 842	1.7	819	1.1	1.6	-1.0	543	767	-492
2018	50 815	49 627	1.6	785	1.2	1.3	-0.9	562	652	-429
2019	51 983	50 620	2.0	993	1.2	1.4	-0.5	579	676	-261

*Prix de l'indice à 100 en 2010.

COM-COM avec α LU										
	PIB réel	PIB potentiel			Contribution au PIB potentiel (évolution en %)			Contribution au PIB potentiel (en millions d'euros)		
	en millions d'euros	en millions d'euros	évolution en %	évolution en millions d'euros	Emploi-heures	stock de capital	Productivité totale des facteurs	Emploi-heures	stock de capital	Productivité totale des facteurs
1985	14 908	15 519	4.1	608	0.5	0.3	3.2	81	50	477
1986	16 396	16 377	5.5	858	0.9	1.2	3.4	145	180	534
1987	17 044	17 383	6.1	1 006	1.2	1.6	3.4	196	259	551
1988	18 486	18 503	6.4	1 120	1.3	1.8	3.3	224	316	581
1989	20 298	19 708	6.5	1 204	1.4	1.9	3.2	263	346	596
1990	21 376	20 941	6.3	1 234	1.5	1.9	2.9	303	368	563
1991	23 224	22 278	6.4	1 337	1.5	2.3	2.5	319	487	531
1992	23 647	23 364	4.9	1 086	1.4	1.4	2.0	322	322	442
1993	24 640	24 536	5.0	1 172	1.4	2.1	1.5	327	484	361
1994	25 582	25 624	4.4	1 088	1.4	1.9	1.2	341	464	283
1995	25 948	26 644	4.0	1 020	1.5	1.7	0.8	373	435	212
1996	26 308	27 629	3.7	985	1.6	1.4	0.7	422	366	197
1997	27 810	28 749	4.1	1 120	1.7	1.5	0.8	479	412	229
1998	29 492	30 052	4.5	1 303	1.9	1.7	0.9	547	490	267
1999	31 993	31 668	5.4	1 616	2.1	2.2	1.1	630	670	316
2000	34 629	33 266	5.0	1 598	2.3	1.7	1.1	714	548	336
2001	35 506	34 861	4.8	1 595	2.1	1.7	1.0	693	578	324
2002	36 862	36 346	4.3	1 485	1.7	1.5	1.0	597	540	348
2003	37 462	37 829	4.1	1 483	1.6	1.5	1.0	597	533	352
2004	38 816	39 399	4.1	1 570	1.6	1.6	1.0	603	601	366
2005	40 047	40 890	3.8	1 492	1.5	1.4	0.9	589	549	354
2006	42 121	42 339	3.5	1 448	1.5	1.4	0.7	599	565	285
2007	45 640	43 845	3.6	1 506	1.4	1.8	0.4	573	750	183
2008	45 056	45 300	3.3	1 455	1.3	2.0	0.0	574	895	-14
2009	43 092	46 228	2.0	928	1.0	1.2	-0.2	473	564	-109
2010	45 188	47 083	1.9	855	0.9	1.3	-0.3	398	595	-137
2011	46 336	48 277	2.5	1 194	1.1	1.8	-0.3	526	826	-157
2012	46 172	49 609	2.8	1 332	1.2	1.8	-0.3	600	881	-150
2013	47 860	51 010	2.8	1 401	1.2	1.8	-0.2	590	905	-93
2014	49 916	52 634	3.2	1 624	1.3	2.0	-0.2	667	1 035	-78
2015	52 066	54 091	2.8	1 457	1.4	1.5	-0.1	756	778	-77
2016	54 448	55 686	2.9	1 595	1.6	1.5	-0.2	865	813	-83
2017	55 428	57 283	2.9	1 597	1.5	1.5	-0.2	847	862	-112
2018	57 153	58 645	2.4	1 363	1.4	1.1	-0.1	794	644	-75
2019	58 465	60 159	2.6	1 513	1.4	1.2	0.0	846	696	-29

*Prix de l'indice à 100 en 2015.