



Actualités OFS

4 Economie nationale

Neuchâtel, mars 2013

Productivité multifactorielle

Rapport méthodologique

Renseignements:

Gregory Rais, OFS, section Structures et analyses économiques, tél. 032 713 66 77

E-mail: Gregory.Rais@bfs.admin.ch

Sam Banatte, OFS, section Structures et analyses économiques, tél. 032 713 68 28

E-mail: Sam.Banatte@bfs.admin.ch

N° de commande: 821-1300-05

Table des matières

1	Introduction	5	6	Indice de la productivité multifactorielle	19
2	La notion de productivité	6	7	Développements analytiques	20
3	Services du capital	8	7.1	Contributions des facteurs de production à la croissance économique	20
3.1	Unités d'efficacité standard (UES)	8	7.2	Lien entre l'évolution de la productivité horaire du travail et de la PMF	21
3.2	Indice des coûts d'usage du capital	10	8	Résumé, limites et conclusion	22
3.2.1	Taux d'intérêt du capital	11	9	Bibliographie	23
3.2.2	Gains/pertes de détention	13		Liste des abréviations	24
3.3	Indice des services tirés du capital	15		Annexe	25
4	Intrant en travail	16			
4.1	Choix de l'unité de mesure	17			
4.2	Coût d'usage du travail	17			
5	Indice du coût total des facteurs de production	18			

1 Introduction

La productivité constitue un élément central des analyses de la croissance. En effet, ces dernières mettent souvent la performance économique d'un pays en relation avec la main-d'œuvre et le capital physique qui ont été utilisés. La productivité est également un indicateur précieux de l'efficacité avec laquelle les ressources à disposition d'une économie sont utilisées¹. Enfin, l'évolution de la productivité est souvent utilisée pour comparer les performances relatives des différentes économies.

Les travaux sur l'estimation du stock de capital non financier² conduits par l'Office fédéral de la statistique (OFS) permettent de développer des résultats sur l'évolution de l'intrant en capital. Il est ainsi possible d'estimer les services tirés du capital productif et au final l'évolution de la productivité multifactorielle (PMF).

Ce document présente les principales hypothèses qui servent de base au calcul de la croissance de la PMF en Suisse. Les réflexions reposent largement sur la méthodologie développée par l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE)³. Sa mise en application a nécessité certaines adaptations en fonction de la disponibilité des sources statistiques suisses. Bien que la méthodologie décrite dans ce document soit compatible avec la pratique internationale, la mesure de la PMF en Suisse diffère quelque peu de celle utilisée par l'OCDE. D'une part, les données suisses reposent sur un éventail de **20 actifs fixes**, alors que les résultats de

l'OCDE portent sur 6 catégories. D'autre part, les données suisses sur les investissements dans la construction incluent les logements résidentiels⁴, tandis que ces derniers sont exclus des données de l'OCDE. En conséquence, une certaine prudence s'impose dans l'interprétation et l'utilisation des résultats à un niveau international. Ces résultats sont régulièrement adaptés et sont disponibles sur le site Internet⁵ de l'OFS sous le thème «Economie nationale».

Ce rapport méthodologique présente brièvement, dans le chapitre 2, les principales notions de la productivité. Le chapitre 3 développe la méthodologie et les hypothèses relatives à la mesure des «services du capital», alors que la sélection de l'intrant en travail est traitée dans la partie 4 du document. Les chapitres 5, 6 et 7 présentent les étapes nécessaires à la mesure de la productivité multifactorielle à proprement parler ainsi que les développements analytiques y relatifs. Enfin, le chapitre 8 clôt ce document en résumant brièvement les principaux aboutissements de la mesure de la PMF en Suisse et en faisant une évaluation des travaux menés dans ce domaine par l'OFS.

¹ Pour plus d'information sur la productivité du travail, voir par exemple: Office fédéral de la statistique (OFS), *Productivité du travail: Méthodologie et analyse des principaux résultats de 1991 à 2006*, Neuchâtel, 2008.

² Office fédéral de la statistique (OFS), *Stock de capital non financier; rapport méthodologique*, Neuchâtel, 2013.

³ Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), *Measuring Capital OECD Manual*, Paris, 2009 et *Compendium of Productivity Indicators 2012*, Paris, 2012.

⁴ Faute de données suffisamment détaillées, l'exclusion des logements résidentiels dans le total des investissements sur une longue période n'est pas possible à l'heure actuelle en Suisse.

⁵ www.bfs.admin.ch

2 La notion de productivité

Au sein d'une entreprise, l'activité de production implique notamment l'utilisation combinée de machines, de bâtiments, d'énergie et de main-d'œuvre. Ces différents éléments forment les facteurs de production travail et capital. Le rapport entre le résultat de l'activité de production et l'un d'eux est appelé productivité du facteur considéré. Au moyen de ce ratio, on peut mesurer l'efficacité avec laquelle est utilisé un facteur de production.

Le tableau T1 ci-dessous présente les principales mesures de la productivité selon que l'on considère la valeur de production brute (VPB) ou la valeur ajoutée brute (VAB) comme mesure du résultat de l'activité économique.

Les mesures de productivité les plus connues sont la productivité du **travail** et la productivité du **capital**. Elles ont pour caractéristique d'être des mesures partielles de la productivité. En effet, chaque facteur de production est considéré isolément alors qu'il n'est pas le seul à avoir contribué à l'activité économique. On parle pour cette raison de productivité apparente du travail, respectivement du capital.

La productivité multifactorielle est une mesure de la productivité prenant en compte simultanément les deux facteurs de production travail et capital utilisés dans le processus de production. Elle mesure l'efficacité avec laquelle les facteurs de production travail et capital sont utilisés dans l'activité économique.

Le tableau T1 montre que l'**activité économique** peut être mesurée soit par la valeur des biens et des services produits (ligne «Production» dans le tableau T1), soit par la valeur ajoutée brute qui résulte du processus de production (ligne «Valeur ajoutée»). La **valeur ajoutée brute** (VAB) est habituellement recommandée pour les analyses économiques et cette mesure de l'activité économique a été retenue pour les calculs faits en Suisse. En effet, la VAB tient compte uniquement des contributions nettes (soit production moins entrées intermédiaires liées à cette production) des entreprises. Au niveau d'un pays, le **produit intérieur brut** (PIB) constitue l'agrégat de référence le plus pertinent. Ce dernier mesure, moyennant certains facteurs correctifs (impôts, subventions, etc.)⁶, la somme des valeurs ajoutées brutes générées par les différentes branches d'activité économique.

T1 Mesures de l'activité économique et de la productivité

Mesures de l'activité économique	Mesures de l'intrant			
	Travail	Capital	Travail & Capital	Capital, travail et entrées intermédiaires
Valeur de production brute (VPB)	Productivité du travail (VPB)	Productivité du capital (VPB)	PMF capital-travail (VPB)	KLEMS
Valeur ajoutée brute (VAB)	Productivité du travail (VAB)	Productivité du capital (VAB)	PMF capital-travail (VAB)	-
	Mesures de productivité unifactorielle		Mesures de productivité multifactorielle	

PMF: Productivité multifactorielle

KLEMS: Capital (K), Labour (L), Energy (E), Materials (M) and Services (S) inputs

⁶ Des informations supplémentaires peuvent être trouvées dans: Office fédéral de la statistique (OFS), *Une introduction à la théorie et à la pratique des Comptes nationaux «Méthodes et concepts du SEC»*, Neuchâtel, 2003.

Le choix de la VAB comme mesure de l'activité économique implique par ailleurs que la productivité des KLEMS ne fait pas actuellement l'objet d'études officielles en Suisse. De tels travaux sont extrêmement exigeants en terme de données et la base statistique suisse laisse peu d'espoirs pour des développements dans ce domaine.

D'un point de vue technique, la croissance de la PMF est mesurée comme un résidu. En effet, elle correspond à la différence entre la croissance du PIB, mesuré aux prix de l'année précédente, et celle des facteurs de production travail et capital. Les apports analytiques de la PMF sont multiples : elle tient compte des changements d'allocation entre le travail et le capital au fil du temps via l'étude de l'intensité capitaliste. En outre, elle reflète non seulement les effets des évolutions techniques, mais également des économies d'échelle et des changements dans la composition du facteur travail. Vu ces dimensions multiples, il convient toutefois de ne pas associer trop étroitement la PMF et le progrès technique. Ce dernier n'est en effet qu'une des multiples composantes de l'évolution de la PMF. Le caractère synthétique de cette dernière est toutefois un atout important pour des analyses globales de la performance d'une économie donnée.

3 Services du capital

La notion de «services du capital» est centrale pour la mesure de la PMF. Il est important de souligner ici que ce concept s'écarte de la conception habituelle des services. Dans le langage courant, un service est une prestation acquise auprès d'un tiers qui a pour objectif de changer un état donné. Ainsi, la consultation d'un médecin a pour objectif de remédier aux symptômes d'une maladie.

En l'occurrence, le service du capital vise à mesurer la **contribution** d'un actif fixe à l'activité économique. Il convient par conséquent de construire un flux de services qui, d'une part, prend en compte la baisse progressive de la capacité productive d'un actif au fil du temps, et d'autre part, peut être agrégé en un **indice synthétique** afin de permettre des analyses macroéconomiques. La mesure des flux des services du stock de capital s'effectue en deux étapes:

1. Conversion de chaque catégorie d'actifs fixes en **unités d'efficacité standard (UES)**. Cette étape permet de prendre en considération la baisse de capacité productive des actifs fixes durant leur durée de vie.
2. Agrégation des UES des différents types d'actifs en un **indice global**. Pour ce faire, les coûts d'usage du capital pour les différents types d'actifs fixes sont utilisés comme coefficients de pondération.

3.1 Unités d'efficacité standard (UES)

La conversion des différentes catégories d'actifs fixes en unités d'efficacité standard a pour objectif de prendre en compte la perte de capacité productive des différents actifs fixes au fur et mesure que ceux-ci vieillissent. Ainsi, les actifs fixes plus anciens sont généralement moins efficaces du fait de leur usure et produiront un volume plus faible de services du capital, que des actifs plus récents.

Pour mesurer les UES, on a recours à des profils «**âge-efficacité**»⁷. Ces derniers reflètent la diminution de la quantité des services générés par les actifs fixes au cours de leur durée de vie utile. Les profils âge-efficacité peuvent prendre diverses formes. Cependant les plus fréquemment utilisés sont les profils **géométrique** et **hyperbolique**. Ces fonctions d'âge-efficacité ont les caractéristiques suivantes:

- Avec un profil **hyperbolique**, on considère que la capacité productive des actifs diminue par petites fractions au début de leur durée de vie, puis que les pertes d'efficacité augmentent avec l'âge. Le profil «âge-efficacité» prend généralement une forme **concave**.
- Un profil **géométrique** implique une baisse rapide de la capacité productive des actifs fixes durant la première année de durée de vie. Par la suite, les pertes diminuent. Le profil géométrique est **convexe**.

Au niveau international, on considère que la **méthode géométrique** constitue une approximation satisfaisante pour déterminer la fonction du profil âge-efficacité la plus adéquate. Outre les qualités intrinsèques de cette fonction, qui peut être utilisée pour tous les actifs fixes, la simplicité d'utilisation de la méthode géométrique est un argument important. Les propriétés de la fonction géométrique simplifient en effet grandement l'analyse des services tirés du capital. Cette méthode a donc été retenue pour les calculs en Suisse.

On peut relever ici que c'est la formule «*double declining balance*» qui a été choisie. Par «*double declining balance*», on entend le fait que le taux de dépréciation d'un actif fixe donné est multiplié par deux. Ceci permet de tenir compte à la fois du déclin de la capacité productive d'un actif fixe dû à son âge (au taux constant de $1/n$) et en même temps de son taux de mortalité (également

⁷ A noter que la mesure des UES renvoie également à la notion de profil «âge-prix». Ce dernier décrit le prix relatif de différentes générations du même actif à un point donné dans le temps. Etant donné la méthode retenue en Suisse, ce point n'est pas détaillé plus en avant dans ce document.

au taux constant de $1/n$)⁸. D'un point de vue technique, le profil âge-efficacité géométrique coïncide avec le profil de dépréciation (profil âge-prix) de l'actif fixe en question⁹.

Les coefficients du profil âge-efficacité géométrique se déterminent de la manière suivante:

$$\text{Coef}^j = (1 - \delta)^j \quad (1)$$

Où:

$$\delta = \frac{1}{\frac{1}{2}n} = \frac{2}{n} = \text{Taux de dépréciation anticipé (ou ex ante)}$$

$$(1 - \delta) = \left(1 - \frac{1}{n}\right) \left(1 - \frac{1}{n}\right) = 1 - \frac{2}{n} + \frac{1}{n^2} \approx 1 - \frac{2}{n} \quad (2)$$

$j = j^e$ année d'existence de l'actif¹⁰.

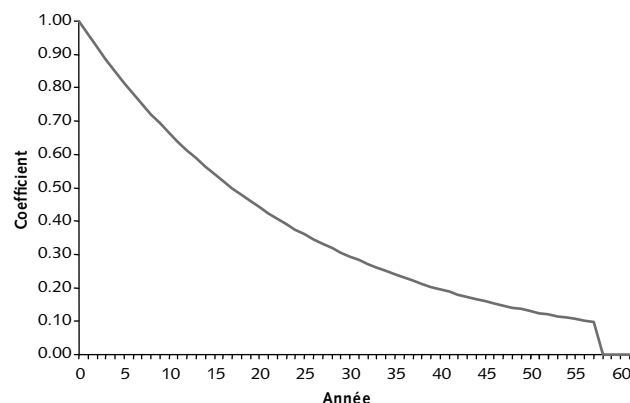
n = Durée de vie utile des actifs en années.

Un point important reste encore en suspens: jusqu'à quel moment considère-t-on qu'un actif fixe donné est capable de contribuer à l'activité économique? Différentes options existent. Ainsi, il est possible de dire qu'un actif cesse de fournir des services à la fin de sa durée de vie utile. Ce principe de la «mort subite» reflète toutefois mal la réalité, car il est évident qu'une partie des actifs contribue plus longtemps à l'activité économique.

Le tronçage tient compte de ce que les actifs fixes peuvent continuer à contribuer à l'activité économique, au-delà de leur durée de vie utile, sans pour autant prolonger indéfiniment le profil âge-efficacité. Dans le cas présent, on considère que le processus de calcul des profils âge-efficacité s'arrête lorsque le coefficient est inférieur à 10% (voir à ce propos le graphique G1). Cette manière de faire est par ailleurs conforme aux pratiques de l'OCDE.

Profil âge-efficacité géométrique «double declining» tronqué (exemple d'un actif fixe d'une durée de vie utile de 50 ans)

G 1



Le **service de capital de l'actif fixe** i à l'année t calculé sur la base d'un profil âge-efficacité géométrique, s'exprime de la manière suivante:

$$S_t^i = \sum_{j=0}^{n+k} (1 - \delta^i)^j FBCF_{t-j}^i \quad (3)$$

Où:

$FBCF_{t-j}$ = Formation brute de capital fixe pendant l'année $t-j$

i = 1, ..., 19 (catégories d'actifs fixes, hors animaux)¹¹.

j = 1, 2, 3, ..., $n+k$.

k = Nombre d'années supplémentaires considéré suite au tronçage.

δ^i = Taux de dépréciation anticipé de l'actif i .

n = Durée de vie utile en années¹².

⁸ Voir également: Barbara M. Fraumeni, *The measurement of Depreciation in the U.S National Income and Product Accounts*, Survey of Current Business, July 1997.

⁹ Voir: Schreyer, P., La mesure des stocks de capital, des services du capital et de la productivité multifactorielle, Revue économie de l'OCDE, n° 37, 2003/2, pp. 185-209.

¹⁰ Par convention, l'achat d'un actif fixe se fait au 1^{er} janvier de l'année considérée. Un actif fixe acheté en 2000 aura aussi 1 année d'existence au 1^{er} janvier 2001.

¹¹ Pour plus de détails sur les **catégories d'actifs fixes**, voir: Office fédéral de la statistique (OFS), *Stock de capital non financier; rapport méthodologique*, Neuchâtel, 2013.

¹² Pour plus de détails sur les **durées de vie** utiles des catégories d'actifs fixes, voir: Office fédéral de la statistique (OFS), *Stock de capital non financier; rapport méthodologique*, Neuchâtel, 2013.

Deux éléments importants peuvent encore être relevés ici :

1. Pour mesurer le service du capital, l'hypothèse est faite que les différentes générations d'actifs sont **parfaitement substituables**¹³. Ceci signifie que l'on fait l'hypothèse qu'un actif neuf remplace idéalement un actif ancien. Le service du capital est donc exprimé en «nouvelles unités équivalentes» de l'actif i .
2. Les données de la comptabilité nationale sur les investissements en biens d'équipement et dans la construction reposent sur une **optique «Produits»**. Ceci signifie que les informations à disposition permettent de connaître le montant des investissements effectués dans la construction de routes par exemple. Par contre, elles ne permettent pas de savoir qui effectue ces investissements. Cette limite des données de base a un impact important sur les possibilités d'analyse. En effet, il n'est pas possible de ventiler le stock de capital sur les différents secteurs ou les branches d'activité économique. La PMF peut donc être mesurée uniquement au niveau de l'économie nationale.

3.2 Indice des coûts d'usage du capital

Les stocks productifs des différents actifs fixes étant calculés, il faut ensuite procéder à leur regroupement dans un **indice global**. Ce regroupement repose sur les **coûts d'usage du capital** (CUC). Ces derniers correspondent aux prix des services du capital. En principe, ils doivent refléter la productivité marginale des diverses catégories d'actifs fixes. Différents éléments jouent un rôle dans ce contexte. Ainsi, deux actifs fixes dont la valeur initiale est identique mais qui n'ont pas la même durée de vie utile ont des coûts d'usage différents. L'actif dont la durée de vie est la plus courte a un coût d'usage plus élevé. En effet, les propriétaires doivent amortir cet actif fixe sur une période plus courte.

Le coût d'usage du capital pour l'actif i à la période t se calcule de la manière suivante¹⁴:

$$u_o^{i,t} = P_o^{i,t}(r^{*t} + \delta_o - (\Delta p^{i,t} - \omega^t)) \quad (4)$$

Où :

$u_o^{i,t}$ = Indice du coût d'usage du capital de l'actif fixe i à l'année t (2005 = 100).

$P_o^{i,t}$ = Indice du prix de l'actif fixe i à l'année t (2005 = 100).

r^{*t} = Taux d'intérêt réel de l'année t .

δ_o = Taux d'amortissement (méthode géométrique «double declining balance»).

$\Delta p^{i,t}$ = Variation du prix de l'actif i entre les années t et $t-1$.

ω^t = Taux d'inflation¹⁵ de l'économie de l'année t .

$(\Delta p^{i,t} - \omega^t)$ = Gain ou perte de détention.

si $(\Delta p^{i,t} - \omega^t) > 0 \rightarrow$ Gain de détention.

si $(\Delta p^{i,t} - \omega^t) < 0 \rightarrow$ Perte de détention.

L'équation (4) ci-dessus montre que le CUC est fonction non seulement du prix de l'actif considéré, mais également du **taux d'intérêt** qui doit être payé pour pouvoir acquérir cet actif, respectivement du coût d'opportunité qui serait supporté si l'acquisition de l'actif était financée avec des fonds propres. Le taux d'intérêt est ainsi un paramètre central pour l'évaluation. Il est présenté plus en détail dans le chapitre 3.2.1 ci-dessous.

L'équation (4) met également en avant l'influence des **gains ou pertes de détention**. Concrètement, le coût d'usage d'un actif diminue si son propriétaire peut faire un gain de détention. Ce gain reflète le fait que le prix sur le marché de l'actif fixe a augmenté plus rapidement que le niveau général des prix. À l'inverse, une perte de détention augmente le coût d'usage de l'actif vu que le propriétaire perdrait de l'argent s'il venait à vendre son actif. La problématique des gains ou pertes de détention est détaillée dans le chapitre 3.2.2 ci-dessous.

¹³ Schreyer, P., (2003), *La mesure des stocks de capital, des services du capital et de la productivité multifactorielle*, Revue économie de l'OCDE, n° 37, 2003/2, pp. 185–209 et Diewert, Erwin D., *Measuring the Price and Quantity of Capital Services under Alternative Assumptions*, Department of Economics Working Paper n° 01–24, University of British Columbia, 2001, p. 28.

¹⁴ Pour plus de détails, voir Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), *Cost of capital services and the national accounts*, P. Schreyer, W. E. Diewert et A. Harrison, Working Party On National Statistics, Paris, 2005.

¹⁵ Selon l'indice des prix à la consommation (IPC), calculé par l'OFS.

L'inflation occupe une place particulièrement importante dans l'équation (4). Outre le lien avec les gains ou pertes de détention, l'évolution des prix a une influence non négligeable sur les taux d'intérêt réels. A ce titre, l'indice des prix à la consommation de l'OFS a été retenu pour le calcul du taux d'intérêt réel. D'autres possibilités, telles que le déflateur du PIB, ont été écartées, car elles ne présentaient pas les qualités requises tant économiques qu'en termes de degré de détail et de disponibilité (longues séries).

Les $P_o^{i,t}$ sont des indices de prix des différentes catégories d'actifs fixes. Cependant, en Suisse, les indicateurs de prix font référence à la branche d'activité économique, et non aux produits. En d'autres termes, les déflateurs reposent sur une approche des prix du type «output», par opposition à une approche de prix de type «input». En conséquence, la structure et les prix de la demande domestique pour les investissements sont approximés par les prix de l'offre domestique¹⁶.

3.2.1 Taux d'intérêt du capital

Le taux d'intérêt constitue une des composantes les plus importantes du coût d'usage du capital, et la plus difficile à mesurer. Le taux d'intérêt, reposant sur le taux de rendement du capital, peut être estimé selon une approche **endogène** ou **exogène**. Pour chacune de ces approches, deux options se présentent, à savoir les perspectives *ex-ante* et *ex-post*.¹⁷

Un taux de rendement endogène est déterminé à partir de l'excédent brut d'exploitation (i.e la différence entre le PIB et la rémunération des salariés) provenant des comptes nationaux, mettant ainsi en lien le revenu du capital avec les actifs fixes considérés comme facteurs de production. Si le recours à un taux endogène permet de respecter pleinement le cadre de référence sur lequel repose le PIB, cette approche nécessite le respect d'un certain nombre d'hypothèses de travail relativement

lourdes, telles que des rendements d'échelles constants¹⁸, la concurrence parfaite¹⁹, des anticipations rationnelles des acteurs économiques²⁰.

Un taux de rendement exogène est un taux d'intérêt reflétant les conditions de financement issues des marchés auxquelles doit faire face un investisseur lorsqu'il estime l'opportunité d'investir. Il correspond à une réalité économique et tient ainsi compte notamment des imperfections du marché, telles que la concurrence imparfaite ou les rendements d'échelle décroissants.

Pour les estimations de la PMF en Suisse, l'approche **exogène ex-ante** a été retenue afin d'estimer le taux de rendement du capital. Ce choix se justifie principalement par le fait que cette approche recourt à des hypothèses théoriques moins restrictives que la variante endogène. Ainsi, elle se libère des contraintes des hypothèses évoquées ci-dessus. De plus, cette approche convient particulièrement bien en cas de mesure non-exhaustive du stock de capital, comme c'est le cas en Suisse, notamment en ce qui concerne la mesure du terrain comme actif fixe.

Estimation d'un taux d'intérêt exogène réel ex-ante en Suisse

Le choix de l'approche du taux d'intérêt étant effectuée, il convient maintenant de se pencher sur la méthode de calcul utilisée en Suisse. Afin de refléter au mieux la réalité économique du marché, deux séries de données de base sont utilisées, à savoir:

1. les taux de rendement au comptant²¹ à huit ans des obligations de la Confédération (appliqués aux actifs du secteur non-marchand);
2. les taux de rendement au comptant à huit ans des obligations de l'industrie (appliqués aux actifs du secteur marchand).

¹⁶ On peut encore relever le fait que les indices de prix sont exprimés aux prix de base. Pour mémoire, le prix de base est une notion de comptabilité nationale et correspond au montant que le producteur reçoit de l'acheteur par unité de bien ou service produite, le cas échéant diminué des impôts sur les produits moins les subventions sur les produits (voir le Système européen des comptes 1995 (SEC 95)).

¹⁷ Pour se renseigner sur les descriptions et les caractéristiques des approches endogènes et exogènes, ainsi que des perspectives *ex-ante* et *ex-post*, le lecteur se référera à: OCDE, «*Measuring Capital: OECD MANUAL*», Paris, 2009.

¹⁸ Des rendements d'échelle constants signifient que suite à une augmentation simultanée des deux facteurs de production dans la même proportion la valeur de production augmente dans la même proportion.

¹⁹ Sous cette hypothèse, les profits générés par les entreprises correspondent à une «juste» rémunération des facteurs de production (absence de superprofits).

²⁰ Les anticipations rationnelles impliquent que les taux de rentabilité attendus (*ex ante*) des entrepreneurs sont égaux aux taux de rentabilité observés (*ex post*). En d'autres termes, les prévisions et les attentes des entrepreneurs sont en moyenne correctes.

²¹ Ces séries de taux d'obligation donnent le rendement d'emprunt à coupon zéro et tiennent compte de la structure des taux d'intérêt par échéance. Pour de plus amples explications sur ces séries, le lecteur se référera à: Banque nationale suisse (BNS), «Calcul des rendements obligataires», Bulletin trimestriel 2/2002, pp. 64–72.

Ces deux séries sont fournies par la Banque nationale suisse (BNS).

Si la série des taux au comptant pour les obligations de la Confédération sont disponibles sur toute la période considérée (1990–2010), ce n'est pas le cas pour les obligations de l'industrie dont la série chronologique ne débute qu'en 2001. Par conséquent, une rétopolation des taux a été nécessaire pour cette série sur la période 1990–2000.²²

Conformément aux recommandations de l'OCDE,²³ ce sont des taux de rendements réels qui doivent être utilisés, c'est-à-dire des taux corrigés de l'inflation. Ainsi, la série de taux de rendement nominaux est corrigée sur la base de l'indice des prix à la consommation (IPC) de l'OFS. Cependant, étant dans une perspective ex-ante, il convient de calculer un IPC anticipé. Pour l'estimer, un lissage de la série de l'IPC est effectué à l'aide d'un filtre Hodrick-Prescott (HP)²⁴.

Les deux séries de taux de rendement complètes et corrigées d'une inflation anticipée sont ensuite agrégées (via une moyenne pondérée) afin d'obtenir un seul et unique taux. La pondération de chacune des séries est donnée par la part de la FBCF à laquelle le taux de rendement s'applique (c'est-à-dire la part marchande ou non marchande) par rapport au montant total de la FBCF de l'économie nationale.

Formellement, le taux d'intérêt réel du capital de l'année t pour l'ensemble des actifs considérés se calcule comme suit:

$$r^{*t} = (r_M^t - \omega_{HP}^t) \partial_M^t + (r_{NM}^t - \omega_{HP}^t) \partial_{NM}^t \quad (5)$$

Sachant que les éléments de pondération se calculent de la manière suivante:

$$\partial_M^t = \frac{FBCF_M^t}{FBCF_M^t + FBCF_{NM}^t} \quad (6)$$

$$\partial_{NM}^t = \frac{FBCF_{NM}^t}{FBCF_M^t + FBCF_{NM}^t} \quad (7)$$

Où:

r^{*t} : Taux de rendement réel exogène ex-ante pour l'année t .

∂_M^t : Pondération pour l'année t du taux de rendement du secteur marchand (M).

∂_{NM}^t : Pondération pour l'année t du taux de rendement du secteur non-marchand (NM).

r_M^t : Taux de rendement nominal du secteur marchand pour l'année t .

r_{NM}^t : Taux de rendement nominal du secteur non-marchand pour l'année t .

ω_{HP}^t : Taux d'inflation anticipé pour l'année t (lissage selon filtre HP).

$FBCF_M^t$: FBCF du secteur marchand pour l'année t , à prix courants, en millions de francs.

$FBCF_{NM}^t$: FBCF du secteur non marchand pour l'année t , à prix courants, en millions de francs.

HP: Filtre Hodrick-Prescott.

²² La rétopolation des taux obligataires au comptant de l'industrie consiste à ajouter un *spread* à la série de taux de la Confédération. Ce *spread* a été déterminé à partir de l'écart observé entre les taux de rendements à l'échéance des obligations de ces deux secteurs. sur la période 1990–2000.

²³ Cf. OCDE, «Measuring Capital: OECD MANUAL», Paris, 2009.

²⁴ Pour une explication détaillée du filtre de Hodrick-Prescott, voir: Hodrick, R. J. and Prescott, E. C. (1997). *Postwar US business cycles: an empirical investigation*, Journal of Money, Credit and Banking, 24, pp. 1–16.

3.2.2 Gains/pertes de détention

Comme exposé supra, le coût d'usage du capital, qui n'est autre que le coût d'opportunité de l'utilisation de l'intrant en capital dans le processus de production, dépend également de l'impact des gains/pertes de détention.

Selon le système de référence de la comptabilité nationale, à savoir le Système européen des comptes de 1995 (SEC 95)²⁵, édicté par l'Union européenne, les gains/pertes de détention sont:

- «la conséquence des variations du prix des actifs. Le seul facteur à l'origine des gains (ou pertes) de détention est la détention dans le temps des actifs concernés qui ne subissent aucune transformation, quelle qu'elle soit. Les gains (ou pertes) de détention mesurés sur la base des prix courants des actifs sur le marché sont appelés gains et pertes nominaux de détention. Ils peuvent être décomposés en gains et pertes neutres de détention, qui reflètent les variations du niveau général des prix, et en gains et pertes réels de détention, qui rendent compte des fluctuations des prix relatifs des actifs».
- «Les valeurs des gains réels de détention réalisés sur des actifs dépendent donc des fluctuations moyennes des autres prix telles que mesurées par l'indice général des prix».

Comme exprimés dans l'équation (4) ci-dessus, les gains/pertes de détention se définissent comme la différence entre la variation du prix de chaque actif et le taux d'inflation²⁶ de l'économie.

Leur prise en compte se heurte toutefois à deux problèmes majeurs:

1. En période de forte inflation, le coût d'usage du capital peut littéralement exploser.
2. Si la variation du prix d'un actif est très élevée, il se peut que son coût d'usage du capital devienne négatif. En effet, le gain de détention sera tel qu'il fera plus que compenser le prix initial, le taux d'intérêt et l'amortissement. Or, ceci n'a pas de sens d'un point de vue économique.

Il est particulièrement difficile de trouver une solution au deuxième problème. Ainsi, l'évolution des prix des investissements dans la construction peut être affectée par le prix du terrain. En principe selon le SEC 95, ce dernier est exclu de la valeur de l'investissement, mais on ne peut garantir un respect entier de cette prescription. Par conséquent, il est possible que les évolutions de prix des terrains affectent les prix des investissements et les évolutions relatives des prix peuvent poser un réel problème.

Dans un tel contexte, on pourrait faire l'hypothèse simplificatrice que les anticipations des entrepreneurs sur l'évolution du prix de l'actif i correspondent exactement aux anticipations relatives au taux d'inflation. En conséquence $(\Delta p^{i,t} - \omega^t)$ serait égal à zéro. Dans ces conditions, le coût d'usage du capital s'écrirait alors de la manière suivante:

$$u_o^{i,t} = P_o^{i,t} (r^{*t} + \delta_o) \quad (8)$$

Cette hypothèse est toutefois trop radicale, et elle n'est par conséquent pas retenue dans le présent rapport.

Afin de contourner les deux problèmes mentionnés ci-dessus et dans le respect de la perspective *ex ante* des coûts d'usage du capital (voir chapitre 3.2.1), les séries *ex post* de gains/pertes de détention, propres à chaque catégorie d'actifs fixes, ont fait l'objet d'une procédure de lissage. Par souci de simplification, ce traitement statistique a été effectué sur les gains/pertes de détention globaux, à savoir $(\Delta p^{i,t} - \omega^t)$, et non sur chaque composante prise individuellement.

Le défi central demeure la **détection d'une tendance** dans les séries de gains/pertes de détention *ex post*.

Un modèle de régression linéaire simple est calculé pour évaluer la tendance de chaque série de gains/pertes de détention *ex post*. On vérifie ensuite que la pente de chaque droite de régression est statistiquement différente de zéro (pour un seuil de significativité de 5%)²⁷. Si tel est le cas, les tendances significatives sont prises en compte dans la mesure des séries de gains/pertes de détention *ex ante*. Ces derniers correspondent alors aux valeurs estimées par les modèles de régression. A défaut, ils sont estimés sur la base d'une simple moyenne arithmétique.

²⁵ Pour plus de détail voir § 1.46 et 6.47, Office statistique des communautés européennes (Eurostat), *Système européen de comptes, SEC 1995*, Office des publications officielles des Communautés Européennes, Luxembourg, 1996.

²⁶ Selon l'indice des prix à la consommation (IPC), calculé par l'OFS.

²⁷ En d'autres termes, la *p-value* doit être inférieure ou égale à 0,05.

Le modèle de régression linéaire simple suivant est calculé pour chaque catégorie d'actifs fixes, sur la période 1980–2010:

$$\text{Gains_pertes_détention}_i^t = \beta_0 + \beta_1 t + \varepsilon \quad (9)$$

Où:

$i = 1, \dots, 14$ (catégories d'actifs fixes, hors actifs cultivés et cheptels).

$t = 1980, \dots, 2010$.

Le tableau T2 ci-dessous, résume les résultats obtenus pour chaque modèle de régression. Les résultats complets sont disponibles dans l'annexe de ce document.

On constate que seuls les actifs «produits informatiques, électroniques et optiques» présentent une pente significativement différente de zéro. En conséquence, pour cette catégorie, les gains (ou pertes) de détention estimés par le modèle de régression sont utilisés dans le calcul des CUC.

Pour les autres catégories d'actifs fixes, on recourt à la moyenne arithmétique des gains/pertes de détention sur la période 1980–2010.

La procédure de lissage permet d'obtenir des gains/pertes de détention attendus ou anticipés. En conséquence, l'équation (4) ci-dessus ne contient, à l'exception du prix des actifs (P_o^i), que des éléments *ex ante*. De plus, le recours à des séries lissées permet d'éviter d'avoir des coûts d'usage du capital négatifs.

T2 Résultats des modèles de régression

Variable dépendante	$\hat{\beta}_1$	p-value
Construction	0,005087	0,2134
Textiles, hors habillement	0,012701	0,7513
Articles céramiques, vaisselle	0,024038	0,5759
Produits métalliques, hors machines et équipements	0,047220	0,2429
Produits informatiques, électroniques et optiques	-0,269061	0,0001
Équipements électriques	-0,008794	0,8674
Machines et équipements	0,027215	0,5324
Industrie automobile	-0,006768	0,8367
Autres matériels de transport	0,007799	0,8271
Fabrication de meubles	0,017343	0,6677
Instruments, articles de sport, jeux, fournitures médicales	-0,075679	0,1534
Installation de machines	0,035496	0,2810
Edition de logiciels ¹	0,216110	0,2187
Programmation, conseil et autres activités informatiques	0,054716	0,1561

Source: OFS

¹ A noter que dans le stock de capital net, les actifs fixes «Edition de logiciels» et «Programmation, conseil et autres activités informatiques» sont regroupés en une seule catégorie. Voir: Office fédéral de la statistique (OFS), Stock de capital non financier; rapport méthodologique, Neuchâtel, 2013.

3.3 Indice des services tirés du capital

Les chapitres précédents ont montré comment les catégories d'actifs fixes sont converties en unités d'efficacité standard et la manière de calculer les coûts d'usage du capital. Il reste encore à examiner la mesure de l'indice du volume des services tirés du capital²⁸.

Etant donné l'hétérogénéité des différentes catégories d'actifs, les unités d'efficacité standard sont pondérées par les coûts d'usage du capital propres à chaque catégorie d'actifs fixes. L'OCDE recommande le recours à un indice de Törnqvist pour mesurer un indice du volume des services du capital²⁹.

Cet indice utilise les coûts d'usage moyens (entre l'année t et $t-1$) de chaque actif comme facteurs de pondération du taux d'évolution des services du capital. Etant donné que les coûts d'usage du capital reflètent la productivité marginale des différents actifs (voir chapitre 3.2), ils permettent d'agréger des investissements hétérogènes. On obtient ainsi une mesure globale du capital productif.

Cet indice est privilégié à celui de Fisher afin de garantir une cohérence dans le processus de calcul de la PMF. En effet, l'indice ainsi mesuré des services tirés du capital entre dans le processus final de calcul de la productivité multifactorielle (voir chapitre 6). Or, l'indice de la PMF repose sur un indice de Törnqvist. Dans un souci d'homogénéité et de rigueur scientifique, il est dès lors nécessaire d'appliquer la même méthode tout au long du processus de calcul.

L'indice de Törnqvist des services du capital s'écrit:

$$\ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right) = \sum_i \frac{1}{2} \left[\frac{u_t^i S_t^i}{\sum_i u_t^i S_t^i} + \frac{u_{t-1}^i S_{t-1}^i}{\sum_i u_{t-1}^i S_{t-1}^i} \right] \ln\left(\frac{S_t^i}{S_{t-1}^i}\right) \quad (10)$$

Où:

$t = 1991, \dots, 2010$.

S_t^i = Service du capital de l'actif i en t .

²⁸ Les taux de croissance sont mesurés, dans ce document, selon la méthode logarithmique. $\Delta X_t = \frac{1}{k} \ln\left(\frac{X_{t+k}}{X_t}\right)$, où k représente le nombre de périodes considérées.

²⁹ Source: Schreyer, P., (2003), *La mesure des stocks de capital, des services du capital et de la productivité multifactorielle*, Revue économie de l'OCDE, n° 37, 2003/2, p. 191.

4 Intrant en travail

Le chapitre 3 a présenté les différentes hypothèses de travail retenues pour la mesure du facteur capital. Il reste encore à examiner l'intrant en travail retenu pour la mesure de la PMF. Ici encore, le cadre de référence de la Comptabilité nationale, le SEC 95, est de mise. Ce dernier prévoit quatre sources alternatives pour mesurer l'intrant en travail, brièvement présentées ci-dessous :

1. *Nombre de personnes actives occupées*

Les personnes occupées comprennent tous les individus (salariés et travailleurs indépendants) qui exercent une activité entrant dans le processus de production. Ce concept est particulièrement adéquat pour analyser la situation d'un groupe de personnes sur le marché du travail. Par contre, il n'est **pas approprié** pour une analyse de la productivité. En effet, un individu ayant plusieurs emplois sera compté une fois uniquement à partir de son activité principale. De plus, ce concept ne prend pas en compte l'évolution du temps de travail effectif. En effet, il attribue le même poids à un emploi à temps partiel qu'à un emploi à plein temps.

2. *Nombre d'emplois*

Par emploi, il faut entendre toutes les activités exercées dans le cadre du processus de production. Ce concept est préférable à celui de personnes occupées, mais il **n'est pas pour autant la meilleure mesure** de l'intrant en travail. En effet, le traitement du travail à temps partiel pose également problème.

3. *Nombre d'heures effectivement travaillées*

Le total des heures travaillées représente la somme des heures effectivement ouvrées par les salariés et les travailleurs indépendants au cours d'une période comptable dans le cadre des activités de production. Cette mesure tient ainsi compte de l'effet des heures d'absences, des vacances ou des congés maladie. Elle constitue la seule véritable mesure du « volume » de travail et est reconnue comme étant **la mesure la plus appropriée** pour le calcul de la productivité par les organisations internationales.

4. *Nombre d'emplois en équivalence plein temps*

Il s'agit d'une mesure intermédiaire entre le nombre d'emplois et le nombre d'heures effectivement travaillées. L'emploi en équivalence plein temps (ou emploi en EPT) se définit comme le nombre total d'heures travaillées divisé par la moyenne annuelle des heures travaillées dans des emplois à plein temps sur le territoire économique. L'emploi en EPT est une **mesure satisfaisante** pour calculer la productivité du travail. Il ne peut toutefois pas toujours rendre compte de l'évolution de la durée effective du travail.

4.1 Choix de l'unité de mesure

Les organisations internationales, et notamment l'OCDE³⁰ recommandent d'utiliser les **heures effectivement travaillées** pour calculer la productivité. En Suisse, les heures effectivement travaillées sont mesurées à l'aide de la statistique du volume de travail (SVOLTA³¹). Cette dernière recense les heures effectivement ouvrées par les salariés et les travailleurs indépendants au cours d'une période comparable dans le cadre des activités de production. La statistique des heures effectivement travaillées suit pleinement les recommandations internationales et les résultats de la Suisse sont parfaitement comparables à ceux de ses principaux partenaires économiques. Les données sur les heures effectivement travaillées sont disponibles depuis 1991.

4.2 Coût d'usage du travail

La mesure du coût de l'utilisation du facteur travail nécessite au préalable une procédure d'ajustement. En effet, la **rémunération des salariés**, calculée par la comptabilité nationale, ne prend pas en considération la **rémunération des travailleurs indépendants**. Cette dernière est comprise dans l'excédent brut d'exploitation, mais elle n'apparaît pas en tant que telle dans la séquence de compte. Il convient donc d'estimer cette rémunération afin d'obtenir la rémunération totale du facteur de production travail.

Compte tenu des données disponibles fournies par les CN³², l'estimation de la rémunération des travailleurs indépendants repose sur l'hypothèse selon laquelle les travailleurs indépendants perçoivent un taux de rémunération identique à celui des salariés effectuant un travail similaire. Ainsi, la rémunération des travailleurs indépendants peut être déduite de l'excédent brut d'exploitation et ajoutée à la rémunération des salariés calculée par les CN.

Conformément à la méthodologie de l'OCDE³³, l'estimation de la rémunération totale de l'intrant en travail (y compris les indépendants) repose sur l'expression suivante:

$$W_t = \left(\frac{REMUN_t}{EMPL_t} \right) EMPLTOT_t \quad (11)$$

Où:

t = 1991, ..., 2010.

W_t = Rémunération totale de l'intrant en travail.

$REMUN_t$ = Rémunération des salariés.

$EMPL_t$ = Nombre de travailleurs dépendants (hors indépendants et collaborateurs familiaux).

$EMPLTOT_t$ = Nombre total de personnes actives occupées (y compris les indépendants).

Etant donné que la variable $EMPLTOT_t$ contient non seulement les travailleurs salariés mais également les indépendants, ces derniers ont été soustraits afin d'obtenir la variable $EMPL_t$. Celle-ci correspond au nombre de personnes actives occupées dépendantes. En Suisse, la distinction entre travailleurs indépendants et dépendants, dans la statistique sur la population active occupée (SPAO)³⁴, est disponible pour la fin du second trimestre de l'année t . Ainsi, l'estimation du nombre annuel de travailleurs indépendants repose sur l'hypothèse que la part des indépendants dans le total des personnes actives occupées au deuxième trimestre est également valable pour le total de l'année.

Le nombre de travailleurs indépendants de l'année t , se calcule comme suit:

$$INDEP_t = \left(\frac{INDEP_{2T,t}}{EMPLTOT_{2T,t}} \right) EMPLTOT_t \quad (12)$$

Où

$\left(\frac{INDEP_{2T,t}}{EMPLTOT_{2T,t}} \right)$ = Part, en %, de travailleurs indépendants dans le total des actifs occupés à la fin du second trimestre de l'année t .

Ainsi, la structure des taux de rémunération des salariés peut être appliquée à l'emploi total grâce à l'estimation du nombre de travailleurs dépendants de l'année t ($EMPL_t$). Ce dernier est obtenu en soustrayant les indépendants annuels ($INDEP_t$), calculés dans l'équation (10) de l'ensemble des personnes actives occupées annuelles pour la période t ($EMPLTOT_t$).

$$EMPL_t = EMPLTOT_t - INDEP_t \quad (13)$$

³⁰ Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), *Compendium of Productivity Indicators 2012*, Paris, 2012.

³¹ Pour plus de détails, voir: Office fédéral de la statistique (OFS), *Indicateurs du marché du travail 2012*, Neuchâtel, 2012.

³² Pour plus de détails voir: Office fédéral de la statistique (OFS), *Le système de comptabilité nationale, Résultats 1998–2003, premières estimations 2004* (avec CD-Rom), Neuchâtel, 2005.

³³ OCDE, *Compendium of Productivity Indicators 2012*, Paris, 2012.

³⁴ Pour plus d'informations voir, Office fédéral de la statistique (OFS), *Indicateurs du marché du travail 2012*, Neuchâtel, 2012.

5 Indice du coût total des facteurs de production

Les coûts d'utilisation des intrants en travail et en capital étant calculés, il convient de déterminer leur part relative dans le coût total des facteurs de production (C_t). Ces dernières serviront de coefficient de pondération lors de l'agrégation des facteurs de production en un indice des coûts totaux d'utilisation des facteurs de production (voir à ce sujet le chapitre 6).

Le coût total d'utilisation des facteurs de production s'écrit:

$$C_t = W_t + \sum_i u_t^i S_t^i \quad (14)$$

La **part du coût de l'intrant en travail** dans le coût total est mesurée par:

$$s_t^L = \frac{W_t}{W_t + \sum_i u_t^i S_t^i} \quad (15)$$

La **part du coût de l'intrant en capital** dans le coût total est donnée par:

$$s_t^K = \frac{\sum_i u_t^i S_t^i}{W_t + \sum_i u_t^i S_t^i} \quad (16)$$

6 Indice de la productivité multifactorielle

Avant de procéder au calcul à proprement parler de la PMF, les intrants en travail et en capital sont agrégés (équations 10, 15 et 16) en un indice global. Ce dernier repose sur un indice de volume de Törnqvist (voir chapitre 3.3) et se calcule de la manière suivante:

$$\ln\left(\frac{X_t}{X_{t-1}}\right) = \frac{1}{2}(s_t^L + s_{t-1}^L)\ln\left(\frac{L_t}{L_{t-1}}\right) + \frac{1}{2}(s_t^S + s_{t-1}^S)\ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right) \quad (17)$$

Où

$\ln\left(\frac{L_t}{L_{t-1}}\right)$ = Taux d'évolution de l'intrant de travail,
mesuré en heures effectivement travaillées.

$\ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right)$ = Taux d'évolution de l'intrant de capital.

$\ln\left(\frac{X_t}{X_{t-1}}\right)$ = Taux d'évolution des intrants totaux.

L'évolution de la productivité multifactorielle correspond alors à la différence entre le taux de croissance du produit intérieur brut et le taux d'évolution des intrants totaux.

$$\ln\left(\frac{PMF_t}{PMF_{t-1}}\right) = \ln\left(\frac{PIB_t}{PIB_{t-1}}\right) - \ln\left(\frac{X_t}{X_{t-1}}\right) \quad (18)$$

Où

$\ln\left(\frac{PIB_t}{PIB_{t-1}}\right)$ = Taux d'évolution du PIB aux prix de l'année précédente année de référence 2005.

7 Développements analytiques

Comme mentionné dans la partie introductive de ce document, la productivité multifactorielle mesure notamment l'efficacité avec laquelle les intrants (capital et travail) sont utilisés dans l'activité de production. Il s'agit d'une mesure plus étendue de l'efficacité que la productivité du travail. Ce chapitre présente deux développements analytiques majeurs qu'il est désormais possible de réaliser afin de mesurer l'économie suisse:

1. La mesure de la contribution des facteurs de production à la croissance de l'activité économique. Cette mesure est présentée dans le chapitre 7.1 ci-dessous.
2. Le lien entre le taux d'évolution de la PMF et de la productivité horaire du travail. Ce lien est présenté dans le chapitre 7.2 ci-dessous.

7.1 Contributions³⁵ des facteurs de production à la croissance économique

En substituant l'équation (17) dans l'équation (18), il est possible de mesurer les contributions des facteurs de production à la croissance économique.

$$\ln\left(\frac{PMF_t}{PMF_{t-1}}\right) = \ln\left(\frac{PIB_t}{PIB_{t-1}}\right) - \alpha \ln\left(\frac{L_t}{L_{t-1}}\right) - (1-\alpha) \ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right) \quad (19)$$

Où:

$\alpha = \frac{1}{2}(s_t^L + s_{t-1}^L)$ = Part du coût du travail dans le coût total des intrants.

$\ln\left(\frac{L_t}{L_{t-1}}\right)$ = Taux d'évolution de l'intrant en travail.

$\ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right)$ = Taux d'évolution de l'intrant en capital.

Après réorganisation des termes, l'équation (20) devient:

$$\ln\left(\frac{PIB_t}{PIB_{t-1}}\right) = \ln\left(\frac{PMF_t}{PMF_{t-1}}\right) + \alpha \ln\left(\frac{L_t}{L_{t-1}}\right) + (1-\alpha) \ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right) \quad (20)$$

Les **facteurs contribuant à la croissance du PIB** sont la croissance de l'intrant en travail, la croissance de l'intrant en capital et la croissance de la PMF. Comme relevé précédemment, cette dernière composante mesure notamment l'efficacité avec laquelle les intrants sont utilisés dans le processus de production. En d'autres termes, elle reflète notamment les productivités combinées du travail et du capital. Les contributions des intrants de travail et de capital, quant à elles, indiquent l'évolution de la quantité de travail et de capital, et donc l'intensité capitaliste, qui est intégrée dans le processus de production.

³⁵ Pour plus de détails sur la mesure et l'interprétation des contributions, voir: Office fédéral de la statistique (OFS), *L'économie suisse des années 90 à nos jours, Faits marquants et analyses conjoncturelles*, Neuchâtel, 2005.

7.2 Lien entre l'évolution de la productivité horaire du travail et de la PMF

A partir de l'équation (19) ci-dessus, il est relativement aisé de mettre en évidence le lien qui existe entre la productivité multifactorielle et la productivité horaire du travail.

Après soustraction des deux côtés de l'équation du taux de croissance de l'intrant en travail, on obtient

$$\ln\left(\frac{PMF_t}{PMF_{t-1}}\right) - \ln\left(\frac{L_t}{L_{t-1}}\right) = \underbrace{\ln\left(\frac{PIB_t}{PIB_{t-1}}\right) - \ln\left(\frac{L_t}{L_{t-1}}\right)}_{\ln\left(\frac{LP_t}{LP_{t-1}}\right) = \text{Taux de croissance de la productivité horaire du travail}} - \alpha \ln\left(\frac{L_t}{L_{t-1}}\right) - (1-\alpha) \ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right) \quad (21)$$

Après simplification, l'équation (21) devient:

$$\ln\left(\frac{PMF_t}{PMF_{t-1}}\right) - \ln\left(\frac{L_t}{L_{t-1}}\right) = \ln\left(\frac{LP_t}{LP_{t-1}}\right) - \alpha \ln\left(\frac{L_t}{L_{t-1}}\right) - (1-\alpha) \ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right) \quad (22)$$

L'équation (23) ci-dessous montre que le taux de variation de la productivité du travail peut se décomposer en deux éléments: la variation de la productivité multifactorielle et la variation de l'intensité capitalistique.

$$\ln\left(\frac{LP_t}{LP_{t-1}}\right) = \ln\left(\frac{PMF_t}{PMF_{t-1}}\right) + \underbrace{(1-\alpha) \left[\ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right) - \ln\left(\frac{L_t}{L_{t-1}}\right) \right]}_{\text{Variation de l'intensité capitalistique}} \quad (23)$$

Le taux d'évolution de la productivité horaire du travail correspond à la somme de la PMF et de l'intensité capitalistique, pondérée par la part du coût du capital dans le coût total des facteurs de production.

8 Résumé, limites et conclusion

Ce document présente la méthodologie utilisée par l'OFS pour estimer le taux de croissance de la productivité multifactorielle (PMF). Basée sur les recommandations de l'OCDE, cette méthodologie tient compte des particularités de l'appareil statistique suisse et repose principalement sur les données de la comptabilité nationale. Ceci garantit une cohérence totale avec le cadre de référence des comptes nationaux et le respect des règles du système européen des comptes (SEC 95).

Les principaux aboutissements de la mesure du taux de croissance de la PMF peuvent se résumer de la manière suivante:

- Le taux de croissance de la productivité multifactorielle correspond à la différence entre le taux d'évolution du produit intérieur brut, mesuré aux prix de l'année précédente, et le taux de variation des intrants en travail et en capital combinés. La PMF mesure notamment l'efficacité avec laquelle les intrants sont utilisés dans le processus de production.
- Le stock de capital non financier n'entre pas en tant que tel dans la mesure de la productivité du capital et donc de la productivité multifactorielle. Il est nécessaire d'estimer des services du capital.
- Pour estimer ces services, il faut d'abord convertir chaque catégorie d'actifs fixes en unités d'efficacité standard. Cette conversion est effectuée, en Suisse, sur la base d'un profil géométrique «*double declining*» tronqué.
- Les unités ainsi calculées sont regroupées en un indice global grâce aux coûts d'usage du capital. On utilise un indice de Törnqvist pour obtenir un **indice global** des services tirés du capital.
- Les coûts d'usage du capital requièrent un taux d'intérêt réel *ex ante* et des gains/pertes de détention *ex ante*. Le taux d'intérêt réel retenu en Suisse est un taux exogène.
- Des séries lissées ont été utilisées pour tenir compte des gains/pertes de détention *ex ante*.

- Pour le facteur travail, les heures effectivement travaillées sont retenues, car elles constituent la meilleure mesure de l'intrant en travail.
- La valeur ajoutée brute, respectivement le PIB, est retenue comme mesure de l'activité économique.
- La croissance du PIB peut se décomposer en contributions des facteurs de production et de la PMF.
- Le taux d'évolution de la productivité horaire du travail correspond à la somme des taux d'évolution de la PMF et de l'intensité capitaliste (rapport entre le capital et le travail), pondérée par la part du coût du capital dans le coût total des facteurs de production.

Dans ses démarches, l'OFS a cherché à utiliser au mieux l'information existante. La méthodologie utilisée repose largement sur les recommandations de l'OCDE, permettant ainsi une comparabilité internationale des résultats.

Il est cependant avéré qu'une telle démarche bute inévitablement sur certaines limites, tant au niveau des concepts qu'au niveau des données. Ainsi, il est discutable de faire l'hypothèse que les différentes générations d'actifs sont parfaitement substituables. Le progrès technique et les effets de qualité affectent de toute évidence les performances des différents actifs. De même, il serait utile d'avoir des données sur les investissements par branche d'activité afin d'en déterminer l'origine.

Il est toutefois évident que ce type d'information peut être obtenu uniquement via des enquêtes supplémentaires auprès des entreprises. Une analyse coûts-bénéfices sommaire suggère que le gain en informations pour l'analyste ne compense pas toujours le surcroît de charges pour les entreprises. Les travaux détaillés dans ce document sont donc le reflet d'un avantageux équilibre entre les exigences des analystes et les attentes des fournisseurs de données. A ce titre, ils fournissent un input supplémentaire pour les décideurs sans engendrer une charge supplémentaire pour les fournisseurs de données.

9 Bibliographie

- Barbara M. Fraumeni, *The measurement of Depreciation in the U.S National Income and Product Accounts*, Survey of Current Business, July 1997.
- Burda Michael, Wyplosz Charles, *Macroéconomie une perspective européenne*, 3^e édition, Debock, 2003.
- Diewert, Erwin D., *Measuring the Price and Quantity of Capital Services under Alternative Assumptions*, Department of Economics Working Paper n° 01-24, University of British Columbia, 2001.
- Dirk Pilat et Paul Schreyer, *Aperçu de la base de données sur la productivité de l'OCDE*, Observateur international de la productivité, numéro 8, printemps 2004.
- Dodge Y., *Statistique, dictionnaire encyclopédique*, Dunod, Paris, 1993.
- Fernald, J. G. & Basu, S., «*Why is Productivity Procyclical? Why do we Care?*», International Finance Discussions Papers, n° 638, Board of Governors of the Federal Reserve System, 1996.
- Hodrick, R. J. and Prescott, E. C., *Postwar US business cycles: an empirical investigation*, Journal of Money, Credit and Banking, 24, pp. 1-16, 1997
- Office fédéral de la statistique (OFS), *Indicateurs du marché du travail 2012*, Neuchâtel, 2012.
- Office fédéral de la statistique (OFS), *L'économie suisse des années 90 à nos jours, Faits marquants et analyses conjoncturelles*, Neuchâtel, 2005.
- Office fédéral de la statistique (OFS), *Le système de comptabilité nationale, Résultats 1998-2003, premières estimations 2004 (avec CD-Rom)*, Neuchâtel, 2005.
- Office fédéral de la statistique (OFS), *Productivité du travail: Méthodologie et analyse des principaux résultats de 1991 à 2006*, Neuchâtel, 2008.
- Office fédéral de la statistique (OFS), *Une introduction à la théorie et à la pratique des Comptes nationaux «Méthodes et concepts du SEC»*, Neuchâtel, 2003.
- Office fédéral de la statistique (OFS), *Stock de capital non financier*; rapport méthodologique, Neuchâtel, 2013.
- Office statistique des communautés européennes (Eurostat), *Système européen de comptes, SEC 1995*, Office des publications officielles des Communautés Européennes, Luxembourg, 1996.
- Banque nationale suisse (BNS), *Calcul des rendements obligataires*, publiés par la BNS, Bulletin trimestriel 2/2002, pp. 64-72.
- Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), *Compendium of Productivity Indicators*, Paris, 2012.
- Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), *Cost of capital services and the national accounts*, P. Schreyer, W. E. Diewert et A. Harrison, Working Party On National Statistics, Paris, 2005.
- Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), *Measuring Capital OECD Manual*, Paris, 2009.
- Schreyer, P., *Manuel de la productivité de l'OCDE: Guide de mesure de la productivité intra industrielle et inter industrielle*, Observateur international de la productivité, n° 2, Printemps 2001.
- Schreyer, P., *La mesure des stocks de capital, des services du capital et de la productivité multifactorielle*, Revue économie de l'OCDE, n° 37, 2003/2, pp. 185-209.
- Schreyer P. et Pilat D., *Mesurer la productivité*, Revue économique de l'OCDE, n° 33, 2001/II, pp. 137-184, Paris, 2001
- Wölfl, A. & Hajkova, D., *Measuring Multifactor Productivity Growth*, 29th General Conference of The International Association for Research in Income and Wealth, August 2006.

Liste des abréviations

BNS	Banque nationale suisse
CN	Comptes nationaux
CUC	Coût d'usage du capital
EBE	Excédent brut d'exploitation
FBCF	Formation brute de capital fixe
IPC	Indice des prix à la consommation
MIP	Méthode de l'inventaire perpétuel
OCDE	Organisation de coopération et de développement économique
OFS	Office Fédéral de la Statistique
PIB	Produit intérieur brut
PMF	Productivité multifactorielle
SDCB	Stock de capital brut
SDCN	Stock de capital net
SEC 95	Système européen des comptes nationaux et régionaux 1995
SPAO	Statistique sur la population active occupée
SVOLTA	Statistique sur le volume de travail
UES	Unité d'efficacité standard
VAB	Valeur ajoutée brute
VPB	Valeur de production brute

Annexe

Gains/pertes de détention: Résultats des modèles de régression linéaire simple

Dependent Variable: **Construction**

Method: Least Squares, Date: 11/08/12, Time: 09:23, Sample: 1980 2010, Included observations: 31, BAU=C(1)+C(2)*ANNEE

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	-29,69869	101,5017	-0,292593	0,7719
C(2)	0,064731	0,050878	1,272284	0,2134
R-squared	0,052867	Mean dependent var	99,43907	
Adjusted R-squared	0,020207	S.D. dependent var	2,559675	
S.E. of regression	2,533682	Akaike info criterion	4,759565	
Sum squared resid	186,1667	Schwarz criterion	4,852080	
Log likelihood	-71,77326	Hannan-Quinn criter.	4,789723	
F-statistic	1,618707	Durbin-Watson stat	0,751740	
Prob(F-statistic)	0,213379			

Dependent Variable: **Textiles, hors habillement**

Method: Least Squares, Date: 11/08/12, Time: 09:16, Sample: 1980 2010, Included observations: 31, NOGA13=C(1)+C(2)*ANNEE

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	73,77081	79,19035	0,931563	0,3593
C(2)	0,012701	0,039694	0,319964	0,7513
R-squared	0,003518	Mean dependent var	99,10863	
Adjusted R-squared	-0,030844	S.D. dependent var	1,946948	
S.E. of regression	1,976746	Akaike info criterion	4,263122	
Sum squared resid	113,3182	Schwarz criterion	4,355637	
Log likelihood	-64,07839	Hannan-Quinn criter.	4,293280	
F-statistic	0,102377	Durbin-Watson stat	1,559569	
Prob(F-statistic)	0,751289			

Dependent Variable: **Articles céramiques, vaisselle**

Method: Least Squares, Date: 11/08/12, Time: 09:17, Sample: 1980 2010, Included observations: 31, NOGA23=C(1)+C(2)*ANNEE

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	51,22522	84,76816	0,604298	0,5503
C(2)	0,024038	0,042490	0,565738	0,5759
R-squared	0,010916	Mean dependent var	99,18133	
Adjusted R-squared	-0,023190	S.D. dependent var	2,091862	
S.E. of regression	2,115979	Akaike info criterion	4,399253	
Sum squared resid	129,8436	Schwarz criterion	4,491768	
Log likelihood	-66,18842	Hannan-Quinn criter.	4,429411	
F-statistic	0,320060	Durbin-Watson stat	1,662452	
Prob(F-statistic)	0,575923			

Dependent Variable: **Produits métalliques**

Method: Least Squares, Date: 11/08/12, Time: 09:17, Sample: 1980 2010, Included observations: 31, NOGA23=C(1)+C(2)*ANNEE

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	5,215867	79,02276	0,066005	0,9478
C(2)	0,047220	0,039610	1,192130	0,2429
R-squared	0,046717	Mean dependent var	99,42035	
Adjusted R-squared	0,013845	S.D. dependent var	1,986361	
S.E. of regression	1,972563	Akaike info criterion	4,258885	
Sum squared resid	112,8391	Schwarz criterion	4,351400	
Log likelihood	-64,01272	Hannan-Quinn criter.	4,289043	
F-statistic	1,421175	Durbin-Watson stat	1,418646	
Prob(F-statistic)	0,242874			

Dependent Variable: **Produits informatiques électroniques, optiques**

Method: Least Squares, Date: 11/08/12, Time: 09:18, Sample: 1980 2010, Included observations: 31, NOGA26=C(1)+C(2)*ANNEE

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	632,7227	114,1118	5,544759	0,0000
C(2)	-0,269061	0,057198	-4,704002	0,0001
R-squared	0,432792	Mean dependent var	95,94581	
Adjusted R-squared	0,413233	S.D. dependent var	3,718574	
S.E. of regression	2,848454	Akaike info criterion	4,993771	
Sum squared resid	235,2971	Schwarz criterion	5,086286	
Log likelihood	-75,40345	Hannan-Quinn criter.	5,023929	
F-statistic	22,12763	Durbin-Watson stat	1,131108	
Prob(F-statistic)	0,000058			

Dependent Variable: **Equipements électriques**

Method: Least Squares, Date: 11/08/12, Time: 09:19, Sample: 1980 2010, Included observations: 31, NOGA27=C(1)+C(2)*ANNEE

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	116,3437	104,1561	1,117012	0,2732
C(2)	-0,008794	0,052208	-0,168441	0,8674
R-squared	0,000977	Mean dependent var	98,79968	
Adjusted R-squared	-0,033472	S.D. dependent var	2,557492	
S.E. of regression	2,599941	Akaike info criterion	4,811195	
Sum squared resid	196,0311	Schwarz criterion	4,903711	
Log likelihood	-72,57353	Hannan-Quinn criter.	4,841353	
F-statistic	0,028372	Durbin-Watson stat	1,550521	
Prob(F-statistic)	0,867406			

Dependent Variable: **Machines et équipements**

Method: Least Squares, Date: 11/08/12, Time: 09:19, Sample: 1980 2010, Included observations: 31, NOGA28=C(1)+C(2)*ANNEE

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	44,96545	85,91458	0,523374	0,6047
C(2)	0,027215	0,043065	0,631969	0,5324
R-squared	0,013585	Mean dependent var	99,26026	
Adjusted R-squared	-0,020430	S.D. dependent var	2,123019	
S.E. of regression	2,144596	Akaike info criterion	4,426120	
Sum squared resid	133,3794	Schwarz criterion	4,518635	
Log likelihood	-66,60486	Hannan-Quinn criter.	4,456278	
F-statistic	0,399385	Durbin-Watson stat	1,550106	
Prob(F-statistic)	0,532358			

Dependent Variable: **Industrie automobile**

Method: Least Squares, Date: 11/08/12, Time: 09:20, Sample: 1980 2010, Included observations: 31, NOGA29=C(1)+C(2)*ANNEE

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	112,7117	64,92238	1,736100	0,0932
C(2)	-0,006768	0,032542	-0,207984	0,8367
R-squared	0,001489	Mean dependent var	99,20905	
Adjusted R-squared	-0,032942	S.D. dependent var	1,594539	
S.E. of regression	1,620590	Akaike info criterion	3,865798	
Sum squared resid	76,16300	Schwarz criterion	3,958313	
Log likelihood	-57,91987	Hannan-Quinn criter.	3,895956	
F-statistic	0,043257	Durbin-Watson stat	1,647706	
Prob(F-statistic)	0,836695			

Dependent Variable: **Autres matériels de transport**

Method: Least Squares, Date: 11/08/12, Time: 09:20, Sample: 1980 2010, Included observations: 31, NOGA30=C(1)+C(2)*ANNEE

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	83,65494	70,59894	1,184932	0,2457
C(2)	0,007799	0,035388	0,220390	0,8271
R-squared	0,001672	Mean dependent var	99,21411	
Adjusted R-squared	-0,032753	S.D. dependent var	1,734117	
S.E. of regression	1,762287	Akaike info criterion	4,033443	
Sum squared resid	90,06405	Schwarz criterion	4,125958	
Log likelihood	-60,51837	Hannan-Quinn criter.	4,063601	
F-statistic	0,048572	Durbin-Watson stat	1,510992	
Prob(F-statistic)	0,827111			

Dependent Variable: **Fabrication de meubles**

Method: Least Squares, Date: 11/08/12, Time: 09:21, Sample: 1980 2010, Included observations: 31, NOGA31=C(1)+C(2)*ANNEE

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	64,79230	79,78421	0,812094	0,4234
C(2)	0,017343	0,039992	0,433668	0,6677
R-squared	0,006443	Mean dependent var	99,39180	
Adjusted R-squared	-0,027817	S.D. dependent var	1,964434	
S.E. of regression	1,991570	Akaike info criterion	4,278064	
Sum squared resid	115,0241	Schwarz criterion	4,370579	
Log likelihood	-64,30999	Hannan-Quinn criter.	4,308222	
F-statistic	0,188068	Durbin-Watson stat	1,675703	
Prob(F-statistic)	0,667739			

Dependent Variable: **Instruments, articles de sports jeux, fournitures médicales**

Method: Least Squares, Date: 11/08/12, Time: 09:21, Sample: 1980 2010, Included observations: 31, NOGA32=C(1)+C(2)*ANNEE

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	249,3733	102,9817	2,421529	0,0219
C(2)	-0,075679	0,051619	-1,466102	0,1534
R-squared	0,069005	Mean dependent var	98,39306	
Adjusted R-squared	0,036901	S.D. dependent var	2,619410	
S.E. of regression	2,570625	Akaike info criterion	4,788516	
Sum squared resid	191,6353	Schwarz criterion	4,881032	
Log likelihood	-72,22201	Hannan-Quinn criter.	4,818674	
F-statistic	2,149456	Durbin-Watson stat	1,441711	
Prob(F-statistic)	0,153381			

Dependent Variable: **Installation de machines**

Method: Least Squares, Date: 11/08/12, Time: 09:22, Sample: 1980 2010, Included observations: 31, NOGA33=C(1)+C(2)*ANNEE

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	28,77246	64,46045	0,446358	0,6587
C(2)	0,035496	0,032311	1,098572	0,2810
R-squared	0,039953	Mean dependent var	99,58619	
Adjusted R-squared	0,006848	S.D. dependent var	1,614597	
S.E. of regression	1,609059	Akaike info criterion	3,851517	
Sum squared resid	75,08304	Schwarz criterion	3,944032	
Log likelihood	-57,69851	Hannan-Quinn criter.	3,881675	
F-statistic	1,206860	Durbin-Watson stat	1,456018	
Prob(F-statistic)	0,280992			

Dependent Variable: **Edition de logiciels**

Method: Least Squares, Date: 11/08/12, Time: 09:22, Sample: 1980 2010, Included observations: 31, NOGA58=C(1)+C(2)*ANNEE

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	-332,6324	342,9211	-0,969997	0,3401
C(2)	0,216110	0,171889	1,257266	0,2187
R-squared	0,051690	Mean dependent var		98,50625
Adjusted R-squared	0,018990	S.D. dependent var		8,642432
S.E. of regression	8,559980	Akaike info criterion		7,194414
Sum squared resid	2124,924	Schwarz criterion		7,286929
Log likelihood	-109,5134	Hannan-Quinn criter.		7,224571
F-statistic	1,580718	Durbin-Watson stat		0,704518
Prob(F-statistic)	0,218689			

Dependent Variable: **Programmation, conseil
et autres activités informatiques**

Method: Least Squares, Date: 11/08/12, Time: 09:23, Sample: 1980 2010, Included observations: 31, NOGA62=C(1)+C(2)*ANNEE

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	-9,493506	74,96926	-0,126632	0,9001
C(2)	0,054716	0,037578	1,456054	0,1561
R-squared	0,068126	Mean dependent var		99,66467
Adjusted R-squared	0,035993	S.D. dependent var		1,905994
S.E. of regression	1,871379	Akaike info criterion		4,153569
Sum squared resid	101,5598	Schwarz criterion		4,246085
Log likelihood	-62,38033	Hannan-Quinn criter.		4,183727
F-statistic	2,120093	Durbin-Watson stat		1,457339
Prob(F-statistic)	0,156120			

