

|                                                         |
|---------------------------------------------------------|
| <b>Document N°7</b>                                     |
| <i>Document de travail,<br/>n'engage pas le Conseil</i> |

**Évaluer la productivité globale des facteurs : l'apport d'une mesure  
de la qualité du capital et du travail**

*Pierre-Yves Cabannes, Alexis Montaut et Pierre-Alain Pionnier  
INSEE, L'économie française - Insee Références - Édition 2013 (juin 2013)*



# Évaluer la productivité globale des facteurs : l'apport d'une mesure de la qualité du capital et du travail

*Pierre-Yves Cabannes, Alexis Montaut, Pierre-Alain Pionnier\**

L'estimation et la prévision de la croissance potentielle d'une économie reposent généralement sur une décomposition de la croissance en trois facteurs : la quantité de travail disponible, la quantité de capital qui peut être utilisée et un « résidu », qu'on appelle productivité globale des facteurs (PGF). Ce résidu est souvent assimilé au progrès technique même s'il représente plus largement toutes les sources de croissance non prises en compte par les deux premiers facteurs de production. Il est possible de réduire l'ampleur de ce résidu en mesurant la contribution à la croissance de la « qualité » du capital et du travail, c'est-à-dire en tenant compte des différences de productivité des différentes catégories de capital et de main-d'œuvre.

Entre 1979 et 2010, sur l'ensemble des branches de l'économie à l'exception de l'agriculture, de l'immobilier et des services non marchands, le stock de capital croît de 2,5 % par an et la qualité de ce capital de 0,4 % par an. Ces effets de qualité sont plus forts lors des périodes où les entreprises investissent massivement. Sur le même champ, les heures travaillées totales restent globalement stables alors que la qualité du travail croît de 0,5 % par an.

Entre 1994 et 2007, sur l'ensemble de l'économie, tenir compte des effets de qualité fait ainsi passer la croissance de la PGF de 1,3 % à 0,9 % par an, la prise en compte du cycle économique faisant passer cette croissance à 0,7 %.

À partir de cette nouvelle mesure de la PGF et en formulant différentes hypothèses sur la hausse des effets de qualité, sur l'accumulation du capital et sur l'évolution de la population active, nous proposons trois scénarios de croissance potentielle pour la période 2015-2025. L'incertitude la plus forte porte sur les évolutions à venir de la productivité globale des facteurs. Selon qu'on suppose un retour de la PGF à son rythme de croissance d'avant la crise de 2008 ou une inflexion de la PGF plus ou moins importante après la crise, la croissance potentielle peut être ainsi projetée entre 1,2 % et 1,9 % par an.

La comptabilité de la croissance vise à relier l'accroissement de la valeur ajoutée à celui des facteurs de production, capital et travail. La part de la croissance qui n'est pas expliquée par une augmentation du volume des facteurs de production correspond à l'accroissement de la productivité globale des facteurs (PGF), c'est-à-dire la capacité d'une économie à mieux combiner les mêmes quantités de capital et de travail afin de produire davantage. L'estimation du rythme de croissance de la PGF est l'un des éléments qui permet d'évaluer la croissance potentielle de l'économie, sa position dans le cycle, et le solde structurel des finances publiques.

Le plus souvent, la PGF est évaluée à partir des données de stock de capital et de travail. Il est toutefois possible d'affiner l'analyse en mesurant des « qualités » de capital et de travail. Avec l'hypothèse usuelle que la productivité marginale d'une unité de capital ou d'une catégorie de main-d'œuvre est égale à son coût, on peut construire un indicateur de qualité du capital et de la main-d'œuvre en pondérant les différentes catégories d'actifs productifs et de main-d'œuvre par leur coût. Cette analyse permet de mesurer plus finement les évolutions de

---

\* Pierre-Yves Cabannes, Alexis Montaut, Pierre-Alain Pionnier, Insee.

la PGF. Néanmoins, prolonger les tendances pour anticiper la croissance potentielle future reste un exercice délicat car il faut alors prévoir l'évolution de la structure du capital et de la main-d'œuvre.

## Les services apportés par le stock de capital

Le stock de capital est une mesure du patrimoine productif tandis que le flux de services associés mesure la contribution instantanée de ce patrimoine à la production. La distinction entre les deux notions de stock de capital et de flux de services associés est déjà présente dans Mairesse (1972). Elle est précisément définie dans Jorgensen *et al.* (2005) et dans OCDE (2009).

Pour calculer la croissance de la PGF, tout du moins en France, il est pourtant habituel de considérer que la contribution du capital à la croissance découle directement de l'évolution du stock de capital net en volume [Doisy, 2002], et non de l'évolution des services du capital. La validité de ce genre d'approche, qui utilise un stock pour mesurer une contribution à un flux de production, repose sur l'hypothèse implicite que les services rendus par le capital sont proportionnels au stock agrégé de capital net.

### Encadré 1

#### Estimer les services du capital

Pour évaluer les services du capital, 10 catégories d'actifs sont distinguées : matériel de transport, matériel de communication, matériel informatique, autres machines et équipements, logiciels, œuvres originales, logements, bâtiments non résidentiels, autres ouvrages de génie civil et terrains. Ces 10 actifs sont également distingués suivant les branches utilisatrices lorsque les lois de déclassement et de dépréciation en dépendent. Les séries d'investissement disponibles dans les comptes nationaux en base 2005 permettent de calculer des stocks de capital brut et de capital net en volume à partir de 1970 par une méthode chronologique, appelée « méthode d'inventaire permanent », excepté pour les logements et les terrains, dont les stocks de capital sont estimés par ailleurs. Toutes les séries en volume sont exprimées aux prix chaînés de l'année 2005.

Le fait de détenir un actif productif procure un flux de services si cet actif est directement exploité par son propriétaire ou bien un flux de revenus si cet actif est loué à une entreprise. Le volume des services du capital est supposé proportionnel au stock de capital net en volume au niveau des actifs élémentaires. La pondération appropriée pour agréger les volumes de services rendus (en flux) par différents actifs à une date donnée est le prix des services rendus à cette date. Le prix des services du capital dépend du taux d'intérêt, du taux de dépréciation et de l'évolution du prix de chaque actif.

C'est une relation d'arbitrage [Jorgenson et Griliches, 1967] qui permet de calculer le prix des

services du capital. Il existerait une opportunité d'arbitrage si, par exemple, une entreprise avait intérêt, à la fin de la période  $t$ , à emprunter la somme  $P_{k,t}^o$  sur les marchés financiers au taux d'intérêt  $i_{t+1}$  pour investir dans une nouvelle unité de capital productif. Au cours de la période  $t+1$ , ce capital supplémentaire procurerait à l'entreprise une productivité marginale  $F_K^1$  et pourrait être revendu (après dépréciation) au prix  $P_{k,t+1}^1$  à la fin de la période  $t+1$ . Le coût d'usage d'un actif est donc d'autant plus élevé qu'il se déprécie rapidement et que le prix auquel il pourra être revendu à la période suivante est inférieur à son coût d'acquisition. Pour chacune des 10 catégories d'actifs considérées séparément (*i.e.* : pour chaque actif élémentaire  $k$ ), la valeur du flux de services rendus est proportionnelle à la valeur du stock de capital net. Néanmoins, comme le coefficient de proportionnalité est propre à chaque catégorie d'actif, cette relation de proportionnalité n'est pas vérifiée au niveau agrégé.

Le taux d'intérêt nominal  $i_{t+1}$  utilisé pour estimer les services du capital est un taux d'intérêt endogène calculé de façon à ce que la valeur de ces services corresponde exactement à l'excédent brut d'exploitation des branches considérées. Ce choix découle des hypothèses de concurrence parfaite et de production à rendements d'échelle constants qui sont habituellement faites dans les exercices de comptabilité de la croissance.

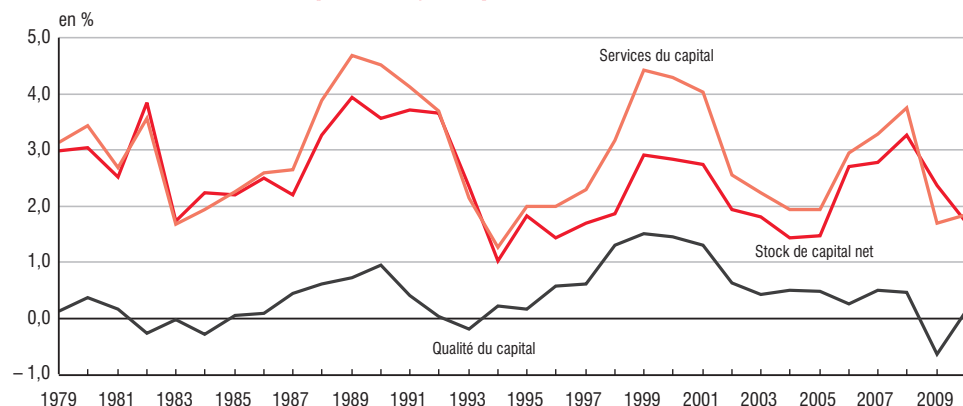
La méthode retenue pour mesurer les services du capital est décrite dans l'encadré 1. Elle ne maintient l'hypothèse de proportionnalité entre les services du capital et le stock de capital net qu'au niveau des catégories élémentaires et homogènes d'actifs au sens de la comptabilité nationale. En pratique ce sont dix catégories d'actifs qui sont ici isolées. Les évolutions des stocks de capital net obtenues à ce niveau sont agrégées en tenant compte de la productivité marginale du capital propre à chaque actif élémentaire. En régime de concurrence parfaite, la productivité marginale de chaque actif peut être mesurée concrètement car elle est égale à son coût d'usage. La croissance des services du capital s'explique d'une part par le fait que le stock de capital net augmente, et d'autre part par l'accroissement de la « qualité » du capital : cette qualité mesure le fait que la structure du capital se déforme au profit des actifs les plus productifs (par exemple au profit des nouvelles technologies de l'information et de la communication, NTIC, c'est-à-dire le matériel informatique, les logiciels et matériels de communication). Cette méthode peut également être adaptée pour tenir compte de l'utilisation effective du capital : le taux d'utilisation du capital, toujours inférieur à 100 %, dépend en effet de la position dans le cycle économique.

## Les services rendus par le capital augmentent plus vite que le stock de capital

Dans un premier temps, l'analyse est menée en excluant du champ les branches agricoles et immobilières ainsi que les services non marchands (administration, éducation, santé et action sociale)<sup>1</sup>. Sur ce champ restreint, le volume des services rendus par le capital entre 1979 et 2010 augmente de 2,9 % par an, contre 2,5 % pour le volume du stock de capital net, y compris terrains (figure 2). Les services du capital croissent plus vite que le stock, notamment à la fin des années 1980 et au tournant des années 2000 (figure 1).

On définit l'évolution de la qualité du capital comme la différence entre l'évolution des services du capital et celle du stock de capital net. Si le stock de capital était composé d'un seul actif homogène, l'évolution de la qualité du capital serait nulle. Avec le niveau de détail utilisé ici, on estime que la qualité du capital croît de 0,4 % par an en moyenne

### 1. Évolution du volume de capital net (y compris terrains) et du volume de services associés



Champ : France, toutes branches hors agriculture, immobilier et services non marchands.

Note : données 1979-2010 avec les terrains des branches et des actifs considérés (terrains sous bâtiments non résidentiels et sous ouvrages de génie civil).

Source : Insee, comptes nationaux, prix chaînés 2005.

1. La branche immobilière et les branches non marchandes sont exclues en première analyse compte tenu des conventions comptables qui affectent l'estimation de leur VA et de leur EBE en comptabilité nationale. L'hypothèse de concurrence parfaite qui sous-tend l'analyse est également plus crédible pour les branches marchandes.

## 2. Taux de croissance annuels moyens des services du capital, de la qualité du capital et du volume de capital net (y compris terrains)

|                      | 1979-2010 | 1979-1989 | 1990-1993 | 1994-2007 | 2008-2010 |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                      | en %      |           |           |           |           |
| Services du capital  | 2,9       | 3,0       | 3,6       | 2,7       | 2,4       |
| Qualité du capital   | 0,4       | 0,2       | 0,3       | 0,7       | 0,0       |
| Stock de capital net | 2,5       | 2,8       | 3,3       | 2,0       | 2,4       |

Champ : France, toutes branches hors agriculture, immobilier et services non marchands.

Note : la période 1979-2010 a été scindée en quatre sous-périodes au cours desquelles le rythme de croissance de la PGF pure (corrigée du cycle) peut être considéré comme stable.

Source : Insee, comptes nationaux, prix chaînés 2005.

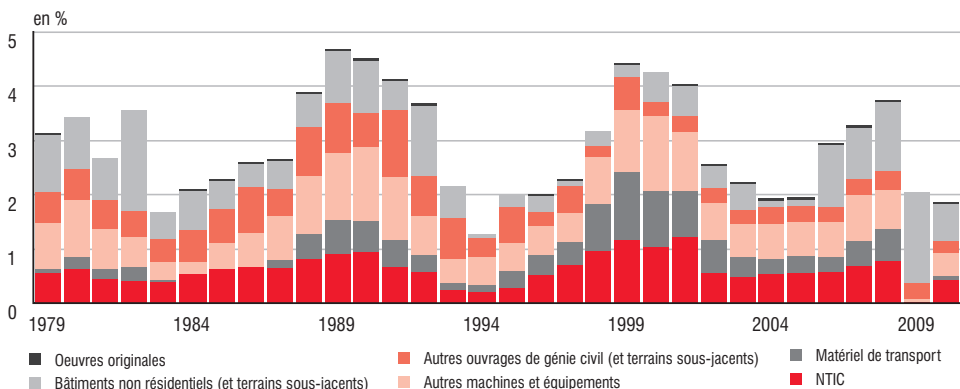
sur la période 1979-2010. À titre de comparaison, Jorgenson *et al.* (2005) obtiennent une évolution similaire du volume de capital net (+ 2,3 % par an) pour l'ensemble de l'économie américaine sur la période 1977-2000 mais une évolution beaucoup plus dynamique de la qualité du capital (+ 1,8 % par an). Une part importante de l'écart avec la France peut être imputée aux actifs de type NTIC, dont les prix mesurés par les comptables américains sont moins dynamiques (voire diminuent plus rapidement) que les prix utilisés par l'Insee [Cabannes *et al.*, 2013].

## Une forte cyclicité des services du capital

La qualité du capital est procyclique, ce qui amplifie encore la procyclicité de l'investissement : les effets de qualité sont forts quand le capital se renouvelle vite, donc lors des périodes de fort investissement (*figure 1*).

Les services du capital peuvent être décomposés par grandes catégories d'actifs. En période de ralentissement, l'ajustement du capital se fait beaucoup sur le matériel de transport et les autres machines et équipements (*figure 3*). Les NTIC sont parmi les actifs les plus productifs et ils expliquent une part non négligeable de la hausse des services rendus par le capital au tournant des années 2000.

## 3. Contribution des différentes catégories d'actifs à la croissance des services du capital



Champ : France, toutes branches hors agriculture, immobilier et services non marchands.

Note : données 1979-2010 avec les terrains des branches et des actifs considérés (terrains sous bâtiments non résidentiels et sous ouvrages de génie civil).

Source : Insee, comptes nationaux, prix chaînés 2005.

## Les services rendus par le travail tiennent compte des substitutions entre catégories plus ou moins productives de travailleurs

Par analogie avec les services du capital, la contribution des services du travail à la croissance de la valeur ajoutée doit tenir compte de l'hétérogénéité du facteur travail et des changements de composition de la main-d'œuvre. Les travailleurs sont ainsi répartis en 25 catégories selon leur statut (salarié ou non-salarié), leur sexe, leur âge et leur catégorie socioprofessionnelle à l'aide des données des comptes nationaux, de l'enquête Emploi et des DADS (déclarations annuelles de données sociales). Comme pour l'estimation des services du capital, l'évolution des services du travail s'explique par celle de la quantité de travail (le nombre d'heures travaillées) et par un effet de « qualité du travail », qui mesure le changement de composition de l'emploi relativement à ces 25 catégories de travailleurs. La méthodologie est inspirée de Jorgenson *et al.* (2005) et présentée dans l'encadré 2.

### Le coût du travail comme mesure de la productivité

Le coût du travail est ici utilisé pour mesurer la productivité des 25 catégories de travailleurs. Les services du travail prennent en compte les substitutions entre catégories de travailleurs en pondérant l'évolution du volume horaire de chaque catégorie par son poids dans le coût du travail total. Il est probable que le coût d'un salarié reflète d'autres aspects que la seule productivité de son travail. Par exemple, le salaire de certaines catégories de travailleurs peut

#### Encadré 2

##### Estimer les services du travail

Les travailleurs sont répartis en 25 catégories. Les non-salariés constituent une catégorie à eux-seuls. Les salariés sont répartis en 24 catégories, résultant du croisement du sexe, de l'âge (4 tranches : moins de 25 ans, 25 à 34 ans, 35 à 49 ans, 50 ans et plus) et de la catégorie socioprofessionnelle (CS). Pour la CS, on distingue trois catégories : (i) les employés et les ouvriers non qualifiés (« peu qualifiés »), (ii) les employés et les ouvriers qualifiés (« qualifiés »), (iii) les artisans, commerçants et chefs d'entreprise, les cadres et professions intellectuelles supérieures, et les professions intermédiaires (« très qualifiés »). Ces catégories sont inspirées de Burnod et Chenu (2001). Les 25 catégories de travailleurs que l'on obtient ainsi sont supposées hétérogènes entre elles en termes de productivité.

Comme pour le capital, on suppose, pour chacune des 25 catégories élémentaires, que les services du travail sont proportionnels aux heures travaillées. L'indice de services du travail est

défini comme un indice de Törnqvist\* sur les 25 catégories de travailleurs. Le taux de croissance de cet indice est donc une somme, pondérée par les parts dans le coût total du travail, des taux de croissance des volumes horaires de travail de chaque catégorie. L'évolution de la qualité du travail est définie comme la différence entre l'évolution des services du travail et celle du nombre total d'heures travaillées.

Le nombre total d'heures travaillées par les salariés et les non-salariés et la rémunération totale du travail des salariés sont directement issus des comptes nationaux, tandis que la rémunération du travail des non-salariés est imputée en faisant l'hypothèse que la rémunération horaire par tête des non-salariés est identique à celle des salariés appartenant à la même branche d'activité\*\*. Les enquêtes Emploi et les DADS sont utilisées pour ventiler, respectivement, les heures de travail et le coût du travail des salariés entre les 24 catégories.

\* L'indice de Törnqvist pondère l'évolution des heures travaillées de chaque catégorie de travailleurs entre la date  $t-1$  et la date  $t$  par son poids moyen dans la rémunération totale du travail à ces deux dates.

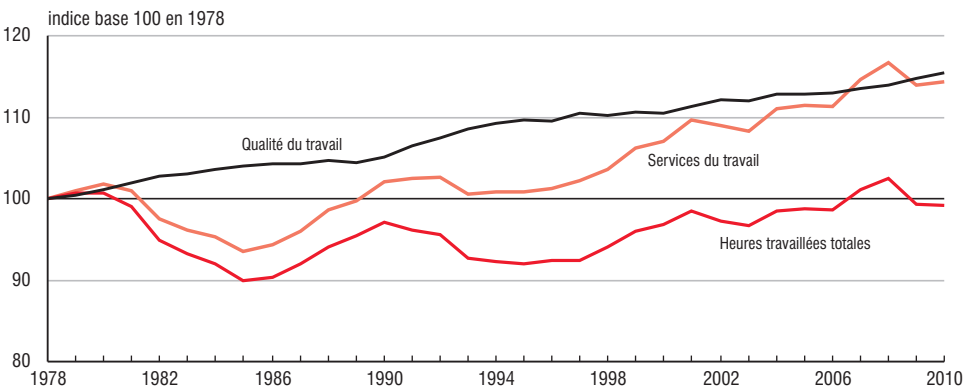
\*\* Les DADS permettent uniquement de connaître la structure par âge, sexe et qualification de la rémunération des salariés. C'est pourquoi les non-salariés sont considérés comme un groupe homogène dans cette étude. En tout état de cause, ils sont beaucoup moins nombreux que les salariés, ce qui limite en pratique la portée de cette approximation.

être inférieur à leur productivité si l'entreprise pratique des discriminations. À l'inverse, les coûts de séparation ou le besoin de fidéliser les salariés, par le biais d'une hausse des salaires au fur et à mesure de la carrière, peut se traduire par le maintien en poste de salariés dont la rémunération réelle excède la productivité. Malgré ces limites et faute de mesure alternative qui puisse lui être préférée, le coût du travail est la mesure retenue dans la littérature économique, avec l'hypothèse que les différences de coût du travail reflètent malgré tout essentiellement des différences de productivité.

### La hausse des services du travail, portée essentiellement par la hausse de la qualité du travail

Sur l'ensemble de la période 1979-2010, les services du travail s'accroissent en moyenne de 0,4 % par an, alors que les heures travaillées totales sont globalement stables. Sur cette période, la qualité du travail est donc le principal moteur de la croissance des services du travail : elle augmente de 0,5 % par an (*figures 4 et 5*). Le nombre total d'heures travaillées a fortement baissé au début des années 1980. Pour autant, même depuis que les heures travaillées ont recommencé à croître, la contribution de la qualité du travail est importante.

#### 4. Évolution des services du travail, des heures travaillées totales et de la qualité du travail



Champ : France, toutes branches hors agriculture, immobilier et services non marchands.  
Source : Insee, comptes nationaux, enquêtes Emploi, DADS.

#### 5. Évolution annuelle moyenne des services du travail, de la qualité du travail et des heures travaillées

|                     | en %      |           |           |           |           |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                     | 1979-2010 | 1979-1989 | 1990-1993 | 1994-2007 | 2008-2010 |
| Services du travail | 0,4       | - 0,1     | - 0,5     | 1,0       | - 1,0     |
| Qualité du travail  | 0,5       | 0,4       | 1,0       | 0,3       | 0,6       |
| Heures travaillées  | - 0,1     | - 0,5     | - 1,5     | 0,7       | - 1,6     |
| dont : non-salariés | - 0,1     | 0,0       | - 0,3     | 0,0       | - 0,1     |
| salariés            | 0,5       | - 0,1     | - 0,2     | 1,0       | - 0,9     |

Champ : France, toutes branches hors agriculture, immobilier et services non marchands.

Note : la période 1979-2010 a été scindée en quatre sous-périodes au cours desquelles le rythme de croissance de la PGF pure (corrigée du cycle) peut être considéré comme stable.

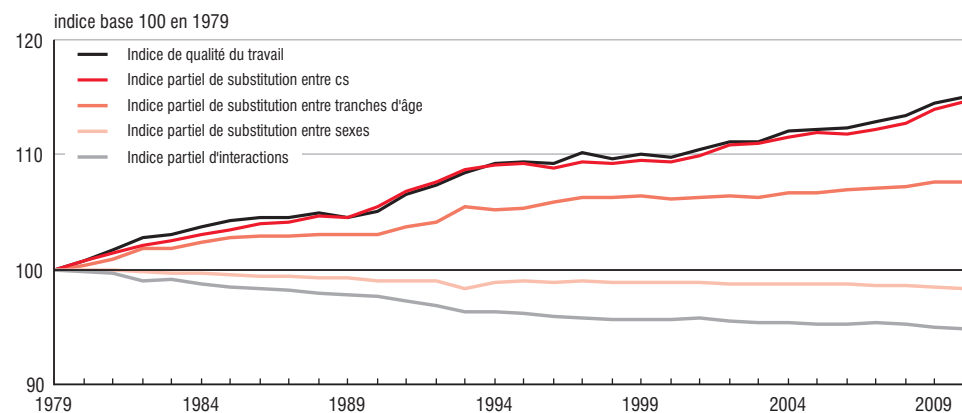
Source : Insee, comptes nationaux, enquêtes Emploi, DADS.

## La structure des salariés se déforme en faveur des très qualifiés, notamment jusqu'en 1993

La qualité du travail croît de 0,5 % par an sur la période 1979-2010, en partie du fait d'une déformation de la structure des travailleurs en faveur des très qualifiés, mais aussi dans une moindre mesure en faveur des travailleurs plus âgés (*figure 6*). Entre 1979 et 1993, la qualité du travail croît de 0,6 % par an, contre 0,3 % après 1993. En effet, pendant la deuxième moitié des années 1990, la déformation de la structure des travailleurs en faveur des plus qualifiés est freinée par les allègements de cotisations sociales sur les bas salaires, qui ont favorisé l'embauche de salariés peu qualifiés<sup>2</sup>.

La hausse de la qualité du travail en France pour la période 1977-2000 (0,4 % par an) est très proche de celle obtenue par Jorgenson *et al.* (2005) aux États-Unis sur la même période (0,4 % par an également). Comme en France, cette croissance est principalement portée par la déformation de la structure des emplois en faveur du travail qualifié.

### 6. Évolution de la qualité du travail des salariés et des indices partiels de qualité



Champ : France, toutes branches hors agriculture, immobilier et services non marchands.

Source : Insee, Comptes nationaux, enquête Emploi, DADS.

## La PGF croît moins vite une fois qu'on prend en compte la croissance de la qualité du travail et du capital

Une nouvelle PGF, appelée « PGF corrigée de l'hétérogénéité des facteurs », peut être obtenue en retranchant aux évolutions de la valeur ajoutée la contribution des services du capital et celle des services du travail. Ces contributions sont calculées en pondérant l'évolution des services rendus par le capital et le travail (effet volume et effet qualité) par la part respective de leur rémunération dans la valeur ajoutée, soit environ un tiers pour les services du capital et deux tiers pour les services du travail<sup>3</sup>. On peut également tenir compte, en partie, du cycle économique en introduisant le taux d'utilisation des capacités de production (TUC) : on parle alors de « PGF pure », car corrigée de l'hétérogénéité et du cycle.

2. Toutes choses égales par ailleurs, cette baisse de la productivité globale de la main-d'œuvre employée, se traduisant par une moindre hausse de sa « qualité » moyenne, doit s'être accompagnée d'une baisse du taux de chômage structurel parce qu'elle a permis le maintien en emploi de salariés qui en étaient durablement écartés. Elle ne doit donc pas avoir entraîné un recul de la croissance potentielle de l'économie française.

3. Il ne s'agit ici que de moyennes sur l'ensemble de la période. Les pondérations utilisées suivent l'évolution dans le temps du partage de la valeur ajoutée.

### La productivité globale des facteurs

On suppose qu'une fonction de production à rendements d'échelle constants  $F$  relie les services du travail et du capital à la valeur ajoutée :  $Y_t = A_t x F(S_t^K, S_t^L)$  où  $Y$  est la valeur ajoutée,  $S^K$  les services du capital,  $S^L$  les services du travail et  $A$  la PGF.

On peut montrer, avec une hypothèse de concurrence parfaite, que  $a_t$ , le taux de croissance de la PGF à la date  $t$ , peut s'écrire  $a_t = y_t - (1 - \alpha_t) x s_t^K - \alpha_t x s_t^L$  où  $y_t$  est le taux de croissance de la VA,  $s_t^K$  et  $s_t^L$  les taux de croissance des services du capital et du travail et  $\alpha_t$  la part de la rémunération du travail dans la VA. En France, la rémunération du travail (y compris celle des non-salariés) représente de 65 à 75 % de la VA sur la période 1979-2010.

#### PGF pure :

On note  $K$  le stock de capital net et  $H$  le volume total des heures travaillées. On a  $S^K = Q^K x K x TUC$  et  $S^L = Q^L x H$ , où  $Q^K$  et  $Q^L$  sont les indices de qualité du capital et du travail et  $TUC$  le taux d'utilisation du capital. Les services rendus par le capital ne sont en effet rendus que par la fraction  $K x TUC$  du capital qui est réellement utilisée par les entreprises. Sur la période 1983-2010, le TUC oscille autour de 85 %, sa valeur structurelle.

Avec les variables en minuscules désignant les taux de croissance des variables introduites précédemment, on a :  $a_t = y_t - (1 - \alpha_t) x (q_t^K + k_t + tuc_t) - \alpha_t x (q_t^L + h_t)$

#### PGF usuelle :

En France, dans les exercices de comptabilité de la croissance, on assimile traditionnellement les services du capital au stock de capital net ( $S^K = K$ ) et les services du travail au nombre d'heures travaillées ( $S^L = L$ ). En procédant ainsi, on calcule usuellement une PGF (notée  $B$ ) incluant les effets de qualité. Son taux de croissance peut s'écrire :  $b_t = y_t - (1 - \alpha_t) x k_t - \alpha_t x h_t$

#### PGF corrigée de l'hétérogénéité des facteurs :

On peut enfin calculer une PGF intermédiaire (notée  $C$ ), tenant compte de l'hétérogénéité des facteurs mais pas du cycle économique, appelée « PGF corrigée de l'hétérogénéité des facteurs »

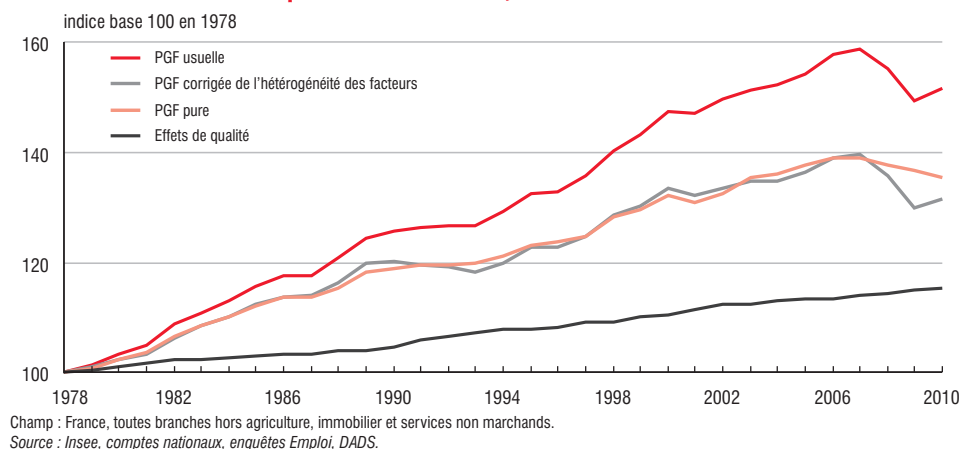
$$c_t = y_t - (1 - \alpha_t) x (q_t^K + k_t) - \alpha_t x (q_t^L + h_t).$$

Cette méthode de correction repose sur des hypothèses assez fortes d'utilisation du capital similaire dans l'industrie et dans les services, le TUC n'étant mesuré que sur l'industrie manufacturière<sup>4</sup>. Enfin, la PGF usuelle, qui ne tient pas compte de l'hétérogénéité du capital et du travail, peut aussi être calculée (encadré 3) : elle correspond à la somme de la PGF corrigée de l'hétérogénéité et de la contribution des qualités du capital et du travail.

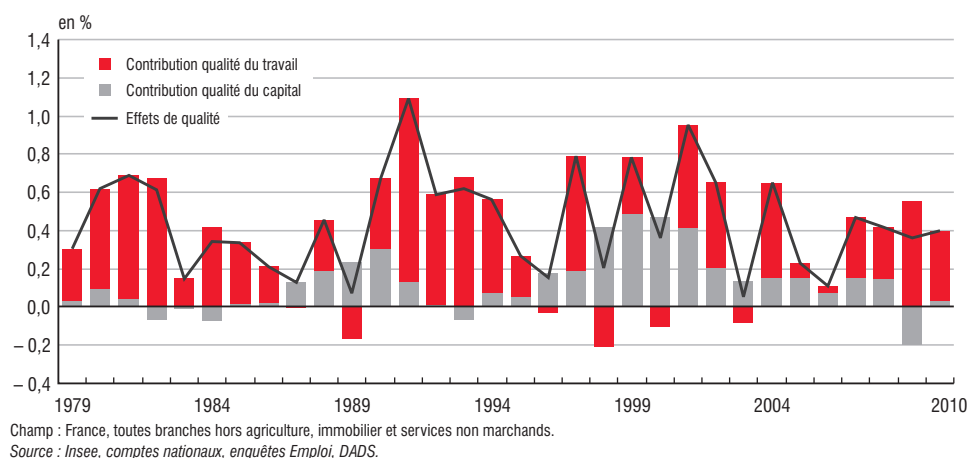
La PGF ainsi calculée connaît trois inflexions sur la période 1979-2010 : à la baisse en 1990, puis à la hausse en 1994 et à nouveau à la baisse en 2008. Faute de recul, il est difficile aujourd'hui d'identifier dans la rupture de 2008 ce qui est structurel, donc durable, et ce qui est imputable au choc de demande entraîné par la crise financière, donc transitoire. C'est pourquoi on examine maintenant plus spécifiquement la période 1994-2007. Sur cette période, la PGF pure croît de 1,1 % par an contre 1,6 % par an pour la PGF usuelle (figure 7). Ainsi, environ un tiers de ce qui est considéré usuellement comme la croissance de la PGF correspond en fait à la hausse de la qualité des facteurs de production, portée pour moitié par le capital et pour moitié par le travail (figure 8). La prise en compte de ces effets de qualité pour rendre compte de la croissance de l'économie française est donc importante. En revanche, elle n'explique pas les ruptures de la PGF usuelle, qui se reportent donc entièrement sur la PGF pure. Ce constat diffère de celui qui peut être fait sur les États-Unis où les effets de qualité permettent d'expliquer en partie la rupture à la hausse de la PGF usuelle sur la deuxième moitié des années 1990.

4. Il est possible également de lever cette hypothèse forte en estimant économétriquement l'effet du TUC sur la PGF, ce qui n'impose alors pas que le taux d'utilisation du reste de l'économie soit identique à celui de l'industrie manufacturière. Les deux méthodes conduisent aux mêmes résultats, sauf en toute fin de période.

## 7. Évolution de la PGF pure, de la PGF corrigée de l'hétérogénéité des facteurs, de la PGF usuelle et des effets de qualité sur la valeur ajoutée



## 8. Taux de croissance des effets de qualité sur la valeur ajoutée, contributions de la qualité du travail et de la qualité du capital



## Sur l'ensemble de l'économie, la PGF croît de 0,7 % par an en tenant compte de l'hétérogénéité des facteurs et du cycle économique

Dans un deuxième temps, l'estimation de la PGF est élargie à l'ensemble de l'économie<sup>5</sup> (encadré 4). Entre 1994 et 2007, la PGF pure pour l'ensemble de l'économie augmente de 0,7 % par an (figure 9), contre 0,9 % pour la PGF corrigée de l'hétérogénéité mais pas du cycle économique, et 1,3 % pour la PGF mesurée usuellement, qui ne tient pas compte de la qualité des facteurs. Sur la période 1994-2007, la croissance de la PGF corrigée du cycle économique semble plutôt régulière (figure 10). La hausse de la qualité des facteurs (0,4 % par an) contribue aussi de façon importante à la croissance.

5. Les données nécessaires n'étant pas toutes disponibles depuis 1979, la période d'observation commence alors en 1983.

## 9. Croissance annuelle moyenne des trois PGF et effets de qualité

en %

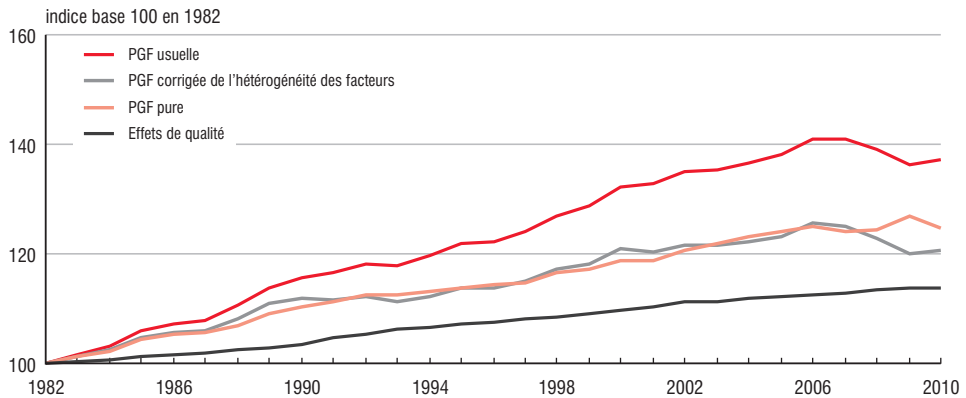
|                                 | 1983-2010 | 1983-1989 | 1990-1993 | 1994-2007 | 2008-2010 |
|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| PGF pure                        | 0,8       | 1,3       | 0,8       | 0,7       | 0,1       |
| PGF corrigée de l'hétérogénéité | 0,7       | 1,5       | 0,1       | 0,9       | -1,2      |
| PGF usuelle                     | 1,2       | 1,9       | 0,9       | 1,3       | -0,9      |
| Effets de qualité               | 0,5       | 0,4       | 0,8       | 0,4       | 0,3       |
| Qualité travail                 | 0,3       | 0,3       | 0,6       | 0,2       | 0,3       |
| Qualité capital                 | 0,2       | 0,1       | 0,2       | 0,2       | 0,0       |

Champ : France, toutes branches.

Note : la période 1983-2010 a été scindée en quatre sous-périodes au cours desquelles le rythme de croissance de la PGF pure (corrigée du cycle) peut être considéré comme stable.

Source : Insee, comptes nationaux, enquêtes Emploi, DADS.

## 10. Évolution de la PGF pure, de la PGF corrigée de l'hétérogénéité des facteurs, de la PGF usuelle et des effets de qualité sur la valeur ajoutée



Champ : France, ensemble de l'économie, toutes branches.

Source : Insee, comptes nationaux, enquêtes Emploi, DADS.

## Prolonger ces tendances : quelques scénarios

Mesurer la PGF est notamment utile pour estimer la croissance potentielle de l'économie<sup>6</sup>. La croissance potentielle est une croissance sous-jacente, théorique, qui résulterait de l'utilisation des facteurs de production capital et travail lorsque le taux d'utilisation du capital et le taux de chômage sont stables, à leur niveau structurel. Elle dépend de la croissance de ses trois déterminants, la main-d'œuvre, le capital et la productivité globale des facteurs. Elle dépend également en théorie de la qualité du capital et du travail (*encadré 5*). Prendre en compte ces deux variables permet de décomposer les évolutions de la PGF mesurée habituellement entre l'évolution de la qualité des facteurs de production et celle de la PGF corrigée de l'hétérogénéité.

Projeter la croissance potentielle sur le futur est un exercice délicat. Les projections de population active réalisées par l'Insee sont généralement utilisées pour mesurer la contribution de la main-d'œuvre. Dans notre cas, elles peuvent également être mobilisées pour prévoir les évolutions de la qualité du travail, au prix d'hypothèses sur la décomposition selon les catégories sociales. Pour l'évolution du capital reproductible (*i.e.* : hors terrains), l'hypothèse usuelle est celle d'une évolution identique à celle de la croissance potentielle. Il reste alors à faire des hypothèses sur la projection de la qualité du capital et de la PGF.

6. La croissance potentielle est ici mesurée par la comptabilité de la croissance. D'autres approches sont possibles, notamment économétriques. Voir par exemple Baghli et al., 2002.

### Extension à l'ensemble de l'économie

L'extension à l'ensemble de l'économie, aux branches agricoles et immobilières notamment, permet de réintégrer trois catégories d'actifs qui étaient écartées jusqu'à présent car exclusivement liées à ces deux branches : les bâtiments résidentiels, les terrains sous les bâtiments résidentiels et les terrains agricoles. En particulier, les actifs liés au logement (les bâtiments résidentiels et les terrains qu'ils recouvrent) représentent à eux seuls 65 % du stock de capital net total sur l'ensemble de l'économie.

Pour les actifs autres que les logements et les terrains, les stocks de capital net sont à nouveau calculés avec une méthode chronologique (inventaire permanent), à partir des flux d'investissements passés auxquels on applique des lois de mortalité du capital. Pour les bâtiments résidentiels, les stocks de capital net sont estimés de façon plus directe à l'aide des enquêtes Logement. De même, on dispose d'informations auxiliaires pour estimer le prix et la superficie des terrains bâtis [Baron, 2008]. Pour estimer les services du capital

avec la méthodologie de Jorgenson *et al.* (2005), il faut néanmoins connaître la vitesse de dépréciation des actifs. Pour les bâtiments résidentiels, le taux de dépréciation utilisé est le même que celui qui s'applique aux bâtiments non résidentiels de type « bureaux ». On suppose enfin que les terrains agricoles ne se déprécient pas.

Bien qu'elle leur soit peu adaptée, l'hypothèse de concurrence parfaite identifiant la productivité marginale des facteurs de production à leur coût est appliquée aux branches non marchandes. Le taux d'intérêt endogène est cette fois très proche du taux d'intérêt à 10 ans sur les obligations d'État.

Pour étendre l'estimation des services du travail à l'ensemble de l'économie, les salariés des branches agricoles, immobilières et non-marchandes (branches ALOPQ) sont regroupés en une unique vingt-sixième catégorie. À cette différence près, l'estimation des services du travail repose sur la même méthodologie que pour l'économie réduite.

Nous proposons ci-dessous trois scénarios possibles pour une évaluation de la croissance sous-jacente sur la période 2015-2025. Le facteur qui semble le plus incertain dans ce cadre est la croissance de la PGF. La PGF a fortement ralenti pendant la crise, même lorsqu'on corrige sa croissance apparente pour tenir compte du faible taux d'utilisation des capacités au cours de la période (*figure 10*). Il est possible que la crise ait freiné les réallocations sectorielles vers les secteurs les plus productifs. Il est possible également que le ralentissement de la PGF ait des origines plus structurelles, s'il s'avérait que les améliorations technologiques et d'organisation du travail, qui ont alimenté le progrès technique, étaient en train de se tarir [Gordon, 2012]. Malheureusement, le manque de recul ne permet pas de déterminer si le ralentissement récent de la PGF est appelé à être définitif ou seulement transitoire.

Les trois scénarios proposés reposent sur la somme des composantes suivantes :

- la croissance de la PGF « pure » : dans le scénario central, on suppose que son évolution depuis 2008 a été marquée par une rupture durable. Elle croîtrait alors de 0,5 % par an entre 2015 et 2025, contre 0,7 % par an sur la période avant-crise (1994-2007). Dans la variante haute, on suppose que la PGF va retrouver son rythme de croissance d'avant-crise, soit 0,7 % par an. Dans la variante basse, on suppose une rupture durable et importante de la PGF : elle croîtrait alors de 0,3 % par an, au même rythme que la PGF corrigée du cycle sur la période 2006-2010.

- l'évolution du stock de terrains : nous la supposons, sur l'horizon 2015-2025, identique à celle, régulière, observée sur la période 1994-2007.

- l'évolution du coefficient de capital reproductible (*i.e.* hors terrains, *encadré 5*) : on suppose que l'économie sera proche du régime permanent et que le coefficient de capital sera constant sur la période 2015-2025. Dans un tel régime, le PIB, la consommation, l'épargne, l'investissement et le stock de capital, croissent en effet tous au même rythme. La croissance potentielle peut alors se déduire de celle de l'emploi, des effets de qualité et de la PGF pure. Un tel scénario suppose que la rentabilité après impôts du capital, telle qu'elle est perçue par

## Croissance potentielle

Dans le cas d'une fonction de production à rendements d'échelle constants  $F$  telle que  $Y_t = A_t x F(S_t^K, S_t^L)$ , le taux de croissance de la VA s'écrit (encadré 3) :

$$y_t = a_t + (1 - \alpha_t)x(k_t + q_t^K + tuc_t) + \alpha_t x(h_t + q_t^L)$$

Le TUC n'étant disponible que pour l'industrie manufacturière, on fait ici l'hypothèse qu'il reste un bon *proxy* du TUC qu'on aurait sur l'ensemble de l'économie. Pour la croissance potentielle 2015-2025, on suppose le TUC constant et égal à son niveau structurel, soit  $tuc_t = 0$ .

Le stock de capital peut être distingué entre le capital non reproductible (les terrains) et le capital reproductible (les autres actifs, produits) :  $K = K^R + K^{NR}$ . Contrairement au capital reproductible, le capital non reproductible (les terrains) ne peut pas s'accumuler indéfiniment. On suppose que sur l'horizon 2015-2025, le capital non reproductible croît à la vitesse  $k_t^{NR}$  de 1,1 % par an, sa croissance moyenne sur la période 1994-2007 (cette augmentation tendancielle du capital non reproductible en volume traduit non pas une augmentation de la surface totale, mais le fait par exemple que des terrains non constructibles deviennent constructibles). Cette croissance est plus faible que la croissance  $k_t^R$  du capital reproductible qui, en régime permanent, croît à la même vitesse que la valeur ajoutée.

Le taux de croissance du capital peut donc s'écrire  $k_t = \mu_t x k_t^R + (1 - \mu_t)x k_t^{NR}$  où  $\mu_t$  est la part du capital reproductible dans l'ensemble du stock de capital pour l'année  $t$ .

En faisant apparaître le terme  $k_t^R - y_t$  associé au coefficient de capital (capital reproductible par unité de production), le taux de croissance de la VA peut s'écrire :

$$y_t = a_t + (1 - \alpha_t)\mu_t y_t + (1 - \alpha_t)\mu_t x(k_t^R - y_t) + (1 - \alpha_t)(1 - \mu_t)k_t^{NR} + (1 - \alpha_t)q_t^K + \alpha_t h_t + \alpha_t q_t^L$$

ou encore

$$y_t = \frac{1}{1 - (1 - \alpha_t)\mu_t} \left[ a_t + (1 - \alpha_t)\mu_t x(k_t^R - y_t) + (1 - \alpha_t)(1 - \mu_t)k_t^{NR} + (1 - \alpha_t)q_t^K + \alpha_t h_t + \alpha_t q_t^L \right]$$

De façon usuelle, on suppose en projection que le PIB et la VA évoluent au même rythme.

les chefs d'entreprise, reste proche de son niveau d'avant-crise et que les chefs d'entreprise n'éprouvent pas de difficultés accrues à obtenir les financements nécessaires à ces investissements. Cette hypothèse standard est probablement plus forte dans le contexte actuel marqué par le besoin des banques d'alléger leur bilan et la nécessité pour les États de réduire les déficits publics.

- la hausse de la qualité du capital : la qualité du capital est supposée croître sur la période 2015-2025 au même rythme que sur la période 2002-2007. Ce rythme, de 0,2 % par an (correspondant à une contribution de 0,1 % par an à la croissance potentielle), est un peu moins dynamique que celui observé sur la période 1994-2007, mais il est proche de celui observé sur la période plus longue 1983-2007.

- l'évolution du nombre d'heures travaillées : le nombre d'heures travaillées par travailleur est supposé rester stable, de même que le taux de chômage structurel. Il faut noter que des réformes conduisant à une baisse du chômage structurel augmenteraient temporairement la croissance potentielle. La croissance du nombre d'heures travaillées est celle de la population active issue des projections de population active de l'Insee [Filatriau, 2011], soit 0,4 % (+ 110 000 personnes) par an dans le scénario tendanciel. Nos scénarios reprennent les trois variantes migratoires décrites par Filatriau (2011) (solde migratoire de + 150 000 personnes par an dans la variante haute, de + 100 000 dans le scénario central et de + 50 000 dans la variante basse).

- la hausse de la qualité du travail : sur la période 2015-2025, nous nous appuyons sur les projections de population active de l'Insee pour projeter l'évolution de la qualité du travail. Sur cette période, la qualité du travail devrait continuer à croître de 0,2 % par an (avec une contribution de 0,2 % également à la croissance potentielle), au fur et à mesure que les générations nouvelles remplaceront les générations anciennes moins diplômées.

Sous ces hypothèses, la croissance potentielle de l'économie française entre 2015 et 2025 serait de 1,5 % par an dans le scénario central, supposant une rupture modérée mais durable du rythme du progrès technique et une croissance tendancielle de la population active. Elle serait de 1,9 % dans la variante haute, supposant un retour au rythme de croissance d'avant-crise de la productivité et une croissance plus forte de la population active et de 1,2 % dans la variante basse, supposant une rupture très nette et durable du rythme de croissance du progrès technique et une croissance plus faible de la population active (figure 11).

### 11. Croissance potentielle 2015-2025 du PIB et contribution des facteurs de production

|                                                             |                   |                  |                                                     |     |                    |                      |                    | en %                       |
|-------------------------------------------------------------|-------------------|------------------|-----------------------------------------------------|-----|--------------------|----------------------|--------------------|----------------------------|
| Scénario 2015-2025                                          | Croissance du PIB | Contribution PGF | Contribution capital                                |     |                    | Contribution travail |                    | Croissance du PIB par tête |
|                                                             |                   |                  | Stock de capital (capital reproductible + terrains) | TUC | Qualité du capital | Heures travaillées   | Qualité du travail |                            |
| Haut : pas de rupture de PGF et migration haute             | 1,9               | 0,7              | 0,5<br>= 0,4 + 0,1                                  | 0,0 | 0,1                | 0,4                  | 0,2                | 1,4                        |
| Central : rupture de PGF et migration centrale              | 1,5               | 0,5              | 0,4<br>= 0,3 + 0,1                                  | 0,0 | 0,1                | 0,3                  | 0,2                | 1,1                        |
| Bas : rupture forte de PGF et migration basse               | 1,2               | 0,3              | 0,4<br>= 0,3 + 0,1                                  | 0,0 | 0,1                | 0,2                  | 0,2                | 0,9                        |
| Comparaison : croissance effective sur la période 1994-2007 | 2,2               | 0,7              | 0,6                                                 | 0,1 | 0,2                | 0,3                  | 0,2                | 1,7                        |

Champ : France, toutes branches.  
 Note : les trois premières lignes du tableau présentent une décomposition de la croissance potentielle du PIB sur la période 2015-2025. La quatrième ligne donne une décomposition de la croissance effective sur la période 1994-2007 ; il faut noter que la somme des contributions est égale à 2,1 %, croissance de la valeur ajoutée sur la période, qui diffère très légèrement de la croissance du PIB du fait de l'évolution des impôts et subventions sur les produits.  
 Source : Insee, comptes nationaux, enquêtes Emploi, DADS.

Notons que pour dessiner un scénario de croissance à cet horizon, il faudrait également tenir compte de la position initiale de l'économie dans le cycle : si, comme l'estiment notamment les organisations internationales, la France souffre actuellement d'un déficit de demande, le retour vers une conjoncture haute s'accompagnerait d'une croissance effective supérieure à la croissance potentielle. Si ces évaluations fournissent un intervalle raisonnable, elles ne balaient pas le champ des possibles, dans la mesure où des chocs imprévisibles, à la hausse (nouvelle vague d'innovations par exemple) ou à la baisse (par exemple, épuisement plus rapide des possibilités offertes par la vague actuelle d'innovations que par la précédente) sont possibles. ■

---

## Pour en savoir plus

Baghli M., Bouthevillain C., De Bandt O., Fraisse H., Le Bihan H., Rousseaux P., « PIB potentiel et écart de PIB : quelques évaluations pour la France », Banque de France, *Notes d'études et de recherches* n° 89, juillet 2002.

Baron J.-F., « Les comptes de patrimoine et de variations de patrimoine », Insee, *Note de la base 2000*, n° 10, janvier 2008.

Burnod G., Chenu A., « Employés qualifiés et non qualifiés : une proposition d'aménagement de la nomenclature des catégories socioprofessionnelles », *Travail et Emploi*, n° 86, p. 87-105, avril 2001.

Cabannes P.-Y., Montaut A., Pionnier P.-A., « Comptabilité de la croissance : qu'apporte la désagrégation des services du capital et du travail ? », Insee, *Document de travail*, à paraître.

Cottet V., Quantin S., Régnier V., « Coût du travail et allègements de charges : une estimation au niveau établissement de 1996 à 2008 », Insee, *Document de travail*, G 2012/12.

Doisy S., « La croissance potentielle de l'économie française - Une évaluation », *Revue économique*, Vol. 53, n° 3, 2002.

Filatriau O. (2011), « Projections à l'horizon 2060 : des actifs plus nombreux et plus âgés », *Insee Première*, n° 1345, avril 2011.

Gordon, R.-J., « Is U.S. Economic Growth Over? Faltering Innovation and the Six Headwinds », *NBER Working Paper 18315*, August, 2012.

Jorgenson D. W., Griliches Z., « The Explanation of Productivity Change », *Review of Economic Studies*, Vol. 34, n° 3, 1967.

Jorgenson D. W., Ho M. S., Stiroh K. J., « Productivity (Vol. 3). Information Technology and the Resurgence of American Productivity Growth », MIT Press, 2005.

Mairesse J., « L'évaluation du capital fixe productif », Collections de l'Insee, *Série C*, n° 18-19, 1972.

« Measuring Capital - OECD Manual - 2nd edition », OCDE, 2009.

---