

# Difficultés de recrutement et caractéristiques des entreprises : une analyse sur données d'entreprises françaises

Antonin Bergeaud, Gilbert Cette et Joffrey Stary

*Annexe en ligne / Online Appendix*

## S1 – Mesures de productivité et résultats supplémentaires

Tableau S1-1 – Les différentes mesures de productivité

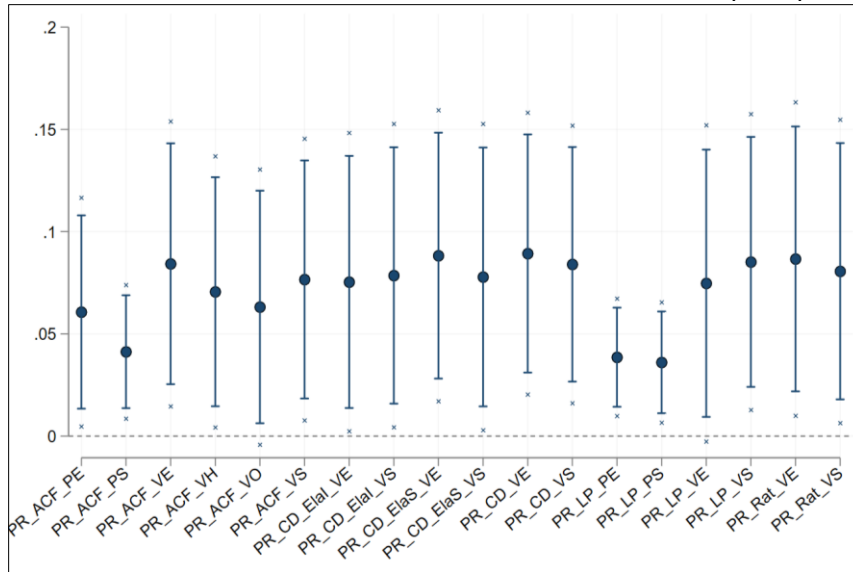
Nom	Description
PR_Rat_VE	Ratio de la valeur ajoutée sur les effectifs.
PR_Rat_VS	Ratio de la valeur ajoutée sur la masse salariale totale.
PR_ACF_PE	Méthode Akerberg <i>et al.</i> (2015) appliquée à une fonction de production mesurant le travail par l'emploi et utilisant une approche par la production.
PR_ACF_PS	Méthode Akerberg <i>et al.</i> (2015) appliquée à une fonction de production mesurant le travail par les salaires et utilisant une approche par la production.
PR_ACF_VE	Méthode Akerberg <i>et al.</i> (2015) appliquée à une fonction de production mesurant le travail par l'emploi et utilisant une approche par la valeur ajoutée.
PR_ACF_VS	Méthode Akerberg <i>et al.</i> (2015) appliquée à une fonction de production mesurant le travail par les salaires et utilisant une approche par la valeur ajoutée.
PR_CD_ElaI_VE	Estimation directe d'une Cobb-Douglas par la valeur ajoutée. Les élasticités du travail et du capital sont estimées en utilisant la part du travail dans la valeur ajoutée de l'entreprise et en supposant des rendements d'échelles constants. Le travail est mesuré par l'emploi.
PR_CD_ElaI_VS	Estimation directe d'une Cobb-Douglas par la valeur ajoutée. Les élasticités du travail et du capital sont estimées en utilisant la part du travail dans la valeur ajoutée de l'entreprise et en supposant des rendements d'échelles constants. Le travail est mesuré par les salaires.
PR_CD_ElaS_VE	Estimation directe d'une Cobb-Douglas par la valeur ajoutée. Les élasticités du travail et du capital sont estimées en utilisant la part du travail dans la valeur ajoutée moyenne du secteur et en supposant des rendements d'échelles constants. Le travail est mesuré par l'emploi.
PR_CD_ElaS_VS	Estimation directe d'une Cobb-Douglas par la valeur ajoutée. Les élasticités du travail et du capital sont estimées en utilisant la part du travail dans la valeur ajoutée moyenne du secteur et en supposant des rendements d'échelles constants. Le travail est mesuré par les salaires.
PR_CD_VE	Estimation directe d'une Cobb-Douglas par la valeur ajoutée en prenant une élasticité du travail égale à 0.7. Le travail est mesuré par l'emploi.
PR_CD_VS	Estimation directe d'une Cobb-Douglas par la valeur ajoutée en prenant une élasticité du travail égale à 0.7. Le travail est mesuré par le salaire.
PR_LP_PE	Méthode Levinsohn & Petrin (2003) appliquée à une fonction de production mesurant le travail par l'emploi et utilisant une approche par la production.
PR_LP_PS	Méthode Levinsohn & Petrin (2003) appliquée à une fonction de production mesurant le travail par le salaire et utilisant une approche par la production.
PR_LP_VE	Méthode Levinsohn & Petrin (2003) appliquée à une fonction de production mesurant le travail par l'emploi et utilisant une approche par la valeur ajoutée.
PR_LP_VS	Méthode Levinsohn & Petrin (2003) appliquée à une fonction de production mesurant le salaire par l'emploi et utilisant une approche par la valeur ajoutée.
PR_ACF_VO	Méthode Akerberg <i>et al.</i> (2015) appliquée à une fonction de production mesurant le travail par les salaires + les dépenses en personnel extérieur et utilisant une approche par la valeur ajoutée.
PR_ACF_VH	Méthode Akerberg <i>et al.</i> (2015) appliquée à une fonction de production mesurant le travail par les heures travaillées et utilisant une approche par la valeur ajoutée.

# Difficultés de recrutement et caractéristiques des entreprises : une analyse sur données d'entreprises françaises

Antonin Bergeaud, Gilbert Cette et Joffrey Stary

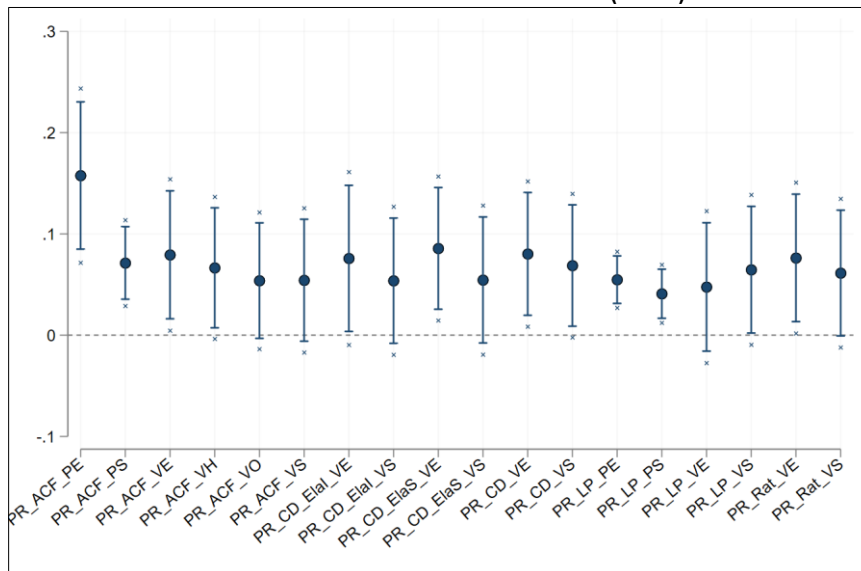
Annexe en ligne / Online Appendix

Figure S1-I – Coefficients et intervalles de confiance pour différentes mesures de productivité  
Coefficient « Difficultés de recrutement » du tableau S1-2 (col. 3)



Note : chaque ligne correspond à l'estimation du coefficient (dont la valeur estimée est représentée par le point) et des intervalles de confiance à 95 % (symbole x) et à 90 % (limite des barres verticales) pour différentes mesures de productivité. Le tableau S1-1 décrit les différentes mesures de productivité utilisées. La mesure correspondant au tableau S1-3 est PR\_ACF\_VS.

Figure S1-II – Coefficients et intervalles de confiance pour différentes mesures de productivité  
Coefficient « Pénurie » du tableau 4 (col. 1)



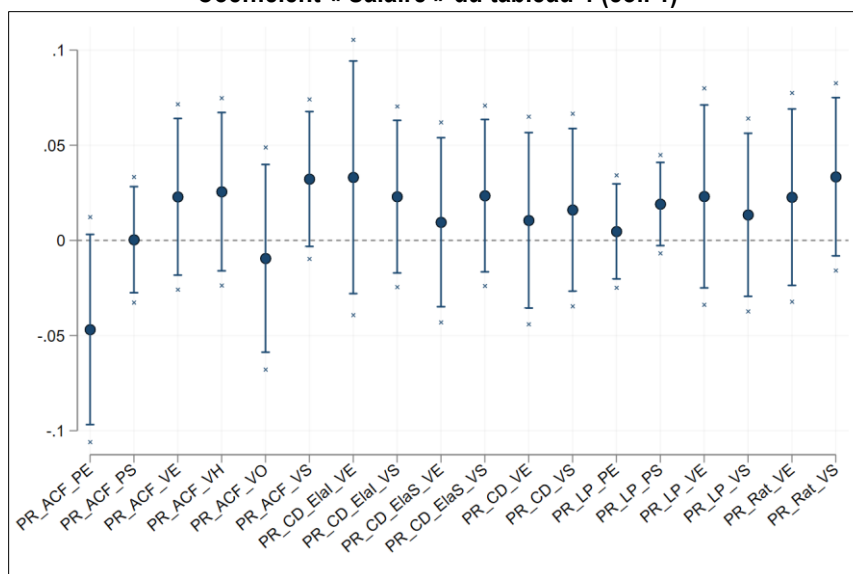
Note : cf. figure S1-I.

# Difficultés de recrutement et caractéristiques des entreprises : une analyse sur données d'entreprises françaises

Antonin Bergeaud, Gilbert Cette et Joffrey Stary

Annexe en ligne / Online Appendix

Figure S1-III – Coefficients et intervalles de confiance pour différentes mesures de productivité  
Coefficient « Salaire » du tableau 4 (col. 1)



Note : cf. figure S1-I.

Tableau S1-2 – PGF et difficultés de recrutement – ajout d'effets fixes département

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
TFP en 2018 (log)	0.703*** (0.069)	0.685*** (0.067)	0.679*** (0.068)	0.678*** (0.069)	
Difficultés de recrutement	0.067* (0.036)	0.067* (0.035)	0.070** (0.035)	0.073** (0.035)	0.103* (0.061)
Emploi en 2018 (log)		-0.008 (0.007)	-0.010 (0.006)	-0.012* (0.007)	-0.021* (0.012)
Salaire moyen en 2018 (log)		0.204*** (0.046)	0.202*** (0.046)	0.185*** (0.046)	0.330*** (0.085)
Heures moyennes (log)			0.138** (0.056)	0.135** (0.056)	0.261*** (0.086)
TUC				-0.075 (0.078)	0.040 (0.126)
RatOut				0.098** (0.048)	0.112 (0.079)
R <sup>2</sup> ajusté	0.731	0.742	0.745	0.746	0.423
Nombre d'observations	928	928	928	926	940

Les erreurs standard indiquées entre parenthèses sont estimées en autorisant une autocorrélation au sein d'un même secteur d'activité du même département, \*\*\*, \*\* et \* indiquent une p-value respectivement inférieure à 1 %, 5 % et 10 %.

Note : chaque colonne correspond à une régression OLS du modèle (1) où la variable dépendante est le niveau de la productivité globale des facteurs prise en logarithme et calculée en 2019. Chaque ligne correspond à une variable explicative. La présence de difficultés de recrutement vaut 1 si l'entreprise déclare des postes difficiles à pourvoir pour cette catégorie d'emploi. Le modèle inclut un effet fixe secteur (code division NAF) ainsi qu'un effet fixe département et est pondéré en utilisant les poids de l'enquête (voir section 3).

# Difficultés de recrutement et caractéristiques des entreprises : une analyse sur données d'entreprises françaises

Antonin Bergeaud, Gilbert Cette et Joffrey Stary

Annexe en ligne / Online Appendix

Tableau S1-3 – Régression sur les mesures de rentabilité – motif concurrence

Variable dépendante	<i>markups</i> (1)	<i>MR</i> (2)	<i>ERR</i> (3)	<i>FRR</i> (4)	<i>GRR</i> (5)
Variable dépendante prise en 2018	0.835*** (0.050)	0.831*** (0.040)	0.817*** (0.039)	0.686*** (0.061)	0.809*** (0.059)
Emploi en 2018 (log)	0.012 (0.010)	0.001 (0.005)	-0.000 (0.003)	0.001 (0.003)	0.002 (0.002)
Salaire moyen en 2018 (log)	0.130* (0.067)	0.068** (0.035)	0.043* (0.023)	0.033** (0.016)	0.026* (0.014)
Heures moyennes (log)	0.267 (0.176)	0.086 (0.067)	0.084 (0.063)	0.097* (0.051)	0.060 (0.044)
TUC	-0.013 (0.079)	-0.001 (0.037)	0.005 (0.026)	-0.007 (0.024)	-0.008 (0.020)
RatOut	0.276*** (0.094)	0.121*** (0.037)	0.108*** (0.034)	0.089*** (0.027)	0.074*** (0.024)
Difficultés de recrutement liées à la concurrence	-0.083** (0.038)	-0.030** (0.015)	-0.042*** (0.014)	-0.028** (0.011)	-0.029*** (0.010)
$R^2$ ajusté	0.757	0.746	0.709	0.601	0.684
Nombre d'observations	927	927	927	927	927

Les erreurs standard indiquées entre parenthèses sont estimées en autorisant une autocorrélation au sein d'un même secteur d'activité du même département, \*\*\*, \*\* et \* indiquent une p-value respectivement inférieure à 1 %, 5 % et 10 %. Le modèle estimé est le même que celui de la colonne 3 du tableau S1-2.

Note : cf. tableau S1-2.

## S2 – La méthode Akerberg-Caves-Frazer (ACF)

La productivité d'une entreprise est une quantité difficile à estimer en raison de différents problèmes économétriques bien documentés : endogénéité de la quantité d'intrants, biais de sélection ou encore erreurs de mesure (Grilliches & Mairesse, 1995). L'avancée de la littérature sur l'estimation de la productivité des entreprises s'est ainsi focalisée sur le perfectionnement des méthodes d'estimation afin d'amoindrir le poids de ces biais.

Deux articles célèbres, Olley & Pakes (1996) [OP] et Levinsohn & Petrin (2003) [LP], ont proposé deux approches basées sur une instrumentation de la productivité de l'entreprise afin de contourner le problème de corrélation entre des chocs inobservés affectant la productivité de l'entreprise et ses choix d'intrants. Toutefois, Akerberg *et al.* (2015) démontrent que cette procédure repose sur des hypothèses fortes concernant le processus générateur de données implicites et en particulier le timing du choix de la valeur de l'emploi par l'entreprise par rapport aux autres intrants. Ils proposent donc une méthode alternative (ACF) plus flexible et générale. Leur procédure que nous décrivons ci-dessous repose sur une estimation en deux étapes dans laquelle le coefficient associé à l'emploi, comme celui associé au capital, est obtenu lors de la seconde étape (alors que pour OP et LP, l'emploi est considéré comme une variable indépendante de la fonction implicite gouvernant le choix de la valeur d'investissement et de consommation intermédiaire et est estimée lors de la première étape).

### Le modèle ACF

La méthode ACF considère la fonction de production de la valeur ajoutée suivante :

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_l l_{it} + \beta_k k_{it} + \omega_{it} + \varepsilon_{it}$$

$$y_{it} = \beta_\omega \omega_{it} + \Phi_t(s_{it}, d_{it}) + \varepsilon_{it}$$

$y_{it}$  représente la valeur ajoutée de l'entreprise  $i$  au moment  $t$ ,  $l_{it}$  représente le facteur travail de l'entreprise  $i$  au moment  $t$ ,  $k_{it}$  représente le facteur capital de l'entreprise  $i$  au moment  $t$ ,  $\omega_{it}$  représente le facteur d'état non-observable de l'entreprise  $i$  au moment  $t$  qui altère la prise de décision de la firme sur son niveau de production

# Difficultés de recrutement et caractéristiques des entreprises : une analyse sur données d'entreprises françaises

Antonin Bergeaud, Gilbert Cette et Joffrey Stary

Annexe en ligne / Online Appendix

et son choix des intrants, et  $\varepsilon_{it}$  représente un choc indépendant et identiquement distribué sur la production.  $\Phi$  est une fonction inconnue qui capture les variations de l'investissement indépendamment de  $I$ .

Le modèle repose sur trois hypothèses :

## Chronologie de l'entrée des facteurs de production dans le processus de production

$l_{it}$  et  $k_{it}$  sont potentiellement endogènes étant donné que les décisions sur les facteurs de production (travail et capital) sont dépendantes de  $\omega_{it}$ . Les méthodes OP, LP et ACF divergent dans leur approche de la variable de substitution  $\omega_{it}$ . La méthode OP utilise l'investissement tandis que la méthode LP utilise la production intermédiaire. Dans les deux cas, cela suppose une hypothèse sur la chronologie du processus de production alors que dans la méthode ACF, l'hypothèse plus générale et est la suivante :

$$k_{it} = \kappa(k_{it-1}, I_{it-1})$$

où  $I_{it-1}$  représente l'investissement de l'entreprise  $i$  au moment  $t$  qui est décidé au moment  $t - 1$ . Cela implique que le facteur travail  $l_{it}$  a une dimension dynamique et peut être choisi potentiellement à plusieurs moments :  $t$ ,  $t - 1$  ou  $t - b$  (avec  $0 < b < 1$ ). La procédure ACF est ainsi plus flexible sur cet aspect chronologique que les méthodes OP et LP.

## Demande de consommation intermédiaire

La demande d'intrants intermédiaires  $m$  de l'entreprise au processus de production est donnée par :

$$m_{it} = \tilde{f}_t(k_{it}, l_{it}, \omega_{it})$$

## Stricte monotonie

La demande d'intrants intermédiaire de l'entreprise au processus de production  $\tilde{f}_t(k_{it}, l_{it}, \omega_{it})$  est supposée strictement croissante avec la variable de substitution  $\omega_{it}$ . Sur la base de ces hypothèses, il est possible d'inverser la demande d'intrants intermédiaires et de l'utiliser pour substituer la variable d'état dans la fonction de production de la valeur ajoutée.

Formellement, la première étape de la procédure consiste en la régression de  $y$  sur  $I$ ,  $k$  et  $m$  afin d'obtenir une estimation de la fonction  $\Phi$ . La seconde étape repose sur le processus stochastique de  $\omega$  qui est supposé suivre un processus de Markov à paramètres exogènes. En utilisant les résultats de la première étape, et donc l'estimation de  $\Phi$ , alors l'identification de  $\beta_l$  et  $\beta_k$  peut se faire à l'aide de la condition :

$$E(X|\beta_l, \beta_k|k, l) = 0$$

---

## Références

Akerberg, D. A., Caves, K. & Frazer, G. (2015). Identification Properties of Recent Production Function Estimators. *Econometrica*, 83(6), 2411–2451. <https://doi.org/10.3982/ecta13408>

Grilliches, Z. & Mairesse, J. (1995). Production functions: the search for identification. NBER Working paper N° 5067. <https://doi.org/10.3386/w5067>

Levinsohn, J. & Petrin, A. (2003). Estimating Production Functions Using Inputs to Control for Unobservables. *Review of Economic Studies*, 70(2), 317–341. <https://doi.org/10.1111/1467-937x.00246>

Olley, G. S. & Pakes, A. (1996). The Dynamics of Productivity in the Telecommunications Equipment Industry. *Econometrica*, 64(6), 1263–1297. <https://doi.org/10.2307/2171831>