

Ecole Polytechnique

Pierre Cahuc

Macroéconomie avancée-Eco 553

Chapitre 2: La destruction créatrice

2008

Schumpeter définissait, dans *Capitalisme, socialisme et démocratie*:

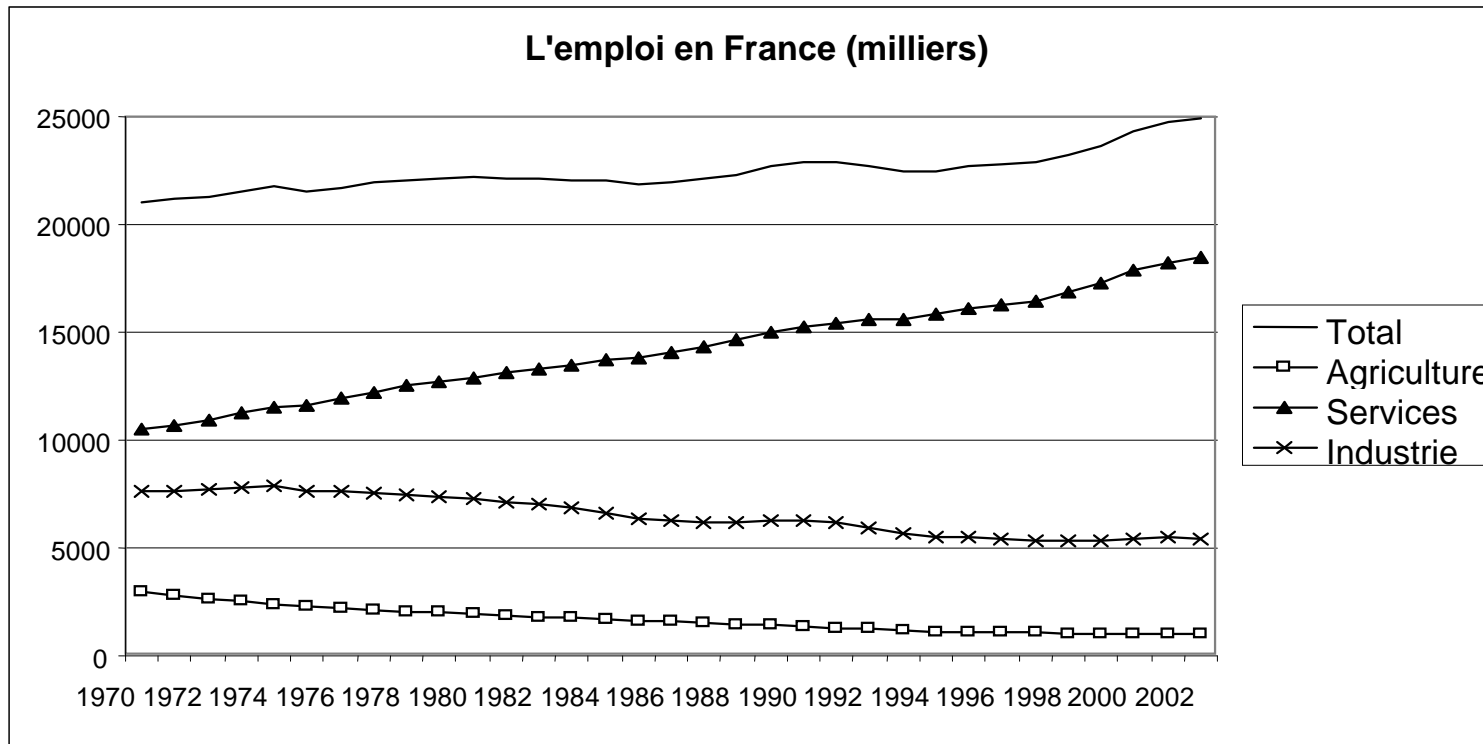
- Capitalisme: “un type ou une méthode de transformation économique” en soulignant que “l’impulsion fondamentale qui met et maintient en mouvement la machine capitaliste et imprimée par les nouveaux objets de consommation, les nouvelles méthodes de production et de transport, les nouveaux marchés, les nouveaux types d’organisation industrielle, tous éléments créés par l’initiative capitaliste”.
- “un processus de mutation industrielle qui révolutionne incessamment de l’intérieur la structure économique, en détruisant continuellement ses éléments vieillis et en créant continuellement des éléments neufs. Ce processus de *Destruction Créatrice* constitue la donnée fondamentale du capitalisme: c’est en elle que constitue, en dernière analyse, le capitalisme et toute entreprise capitaliste doit, bon gré mal gré, s’y adapter.”

- Processus de destruction créatrice décrit par Schumpeter est de très grande ampleur.
- Ainsi, en France, tous les ans, 2,3 millions d'emplois disparaissent.
- Chaque jour ouvrable, la France perd 10 000 emplois, ou encore 7 par minute...
- Chaque jour, la France crée (un peu plus de) 10 000 emplois.
- Chaque année environ 15% des emplois disparaissent et chaque année environ 15% d'emplois nouveaux apparaissent.

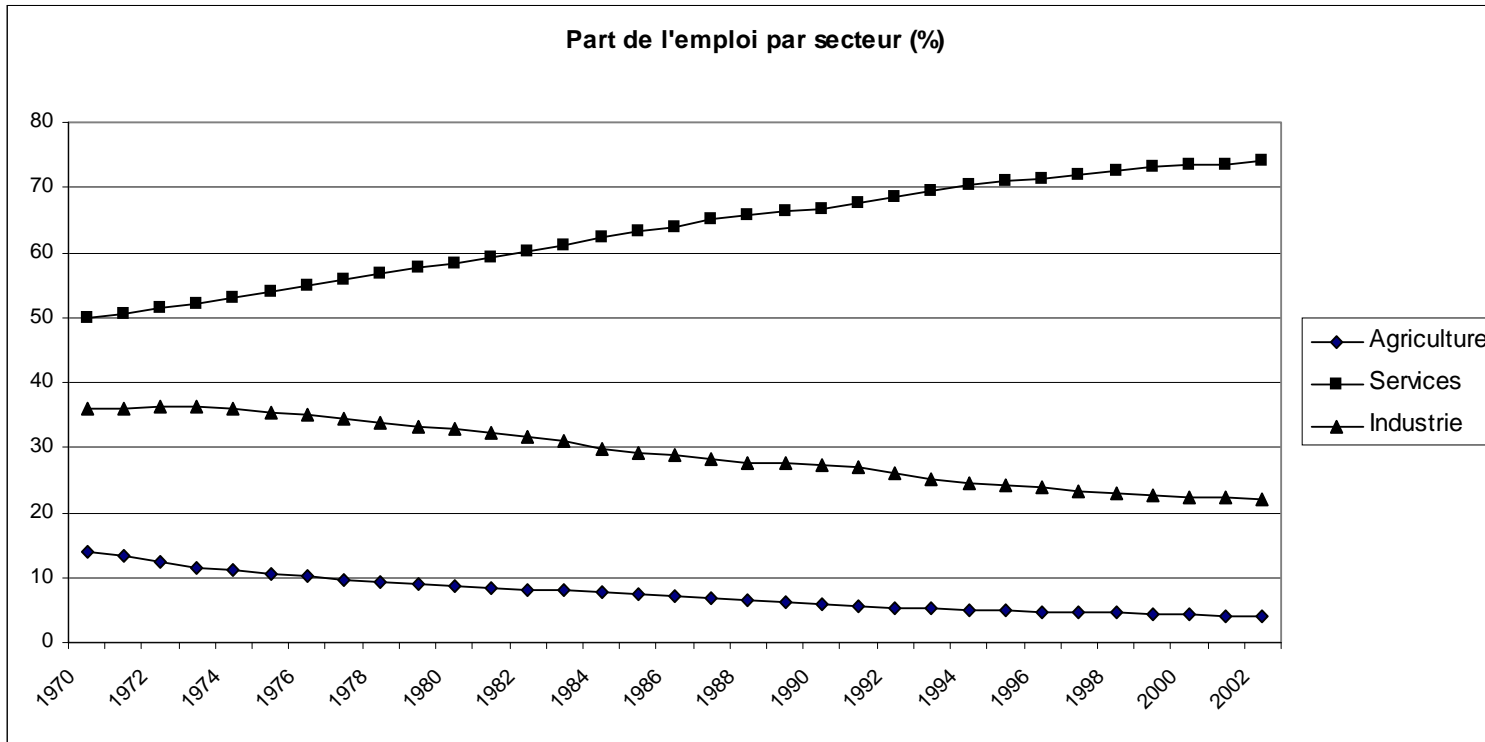
Dans ce chapitre, nous commençons par présenter les caractéristiques du processus de destruction créatrice avant d'exposer le modèle de Philippe Aghion et Peter Howitt (1992) qui représente formellement les relations entre la croissance et la destruction créatrice.

1. L'ampleur de la destruction créatrice

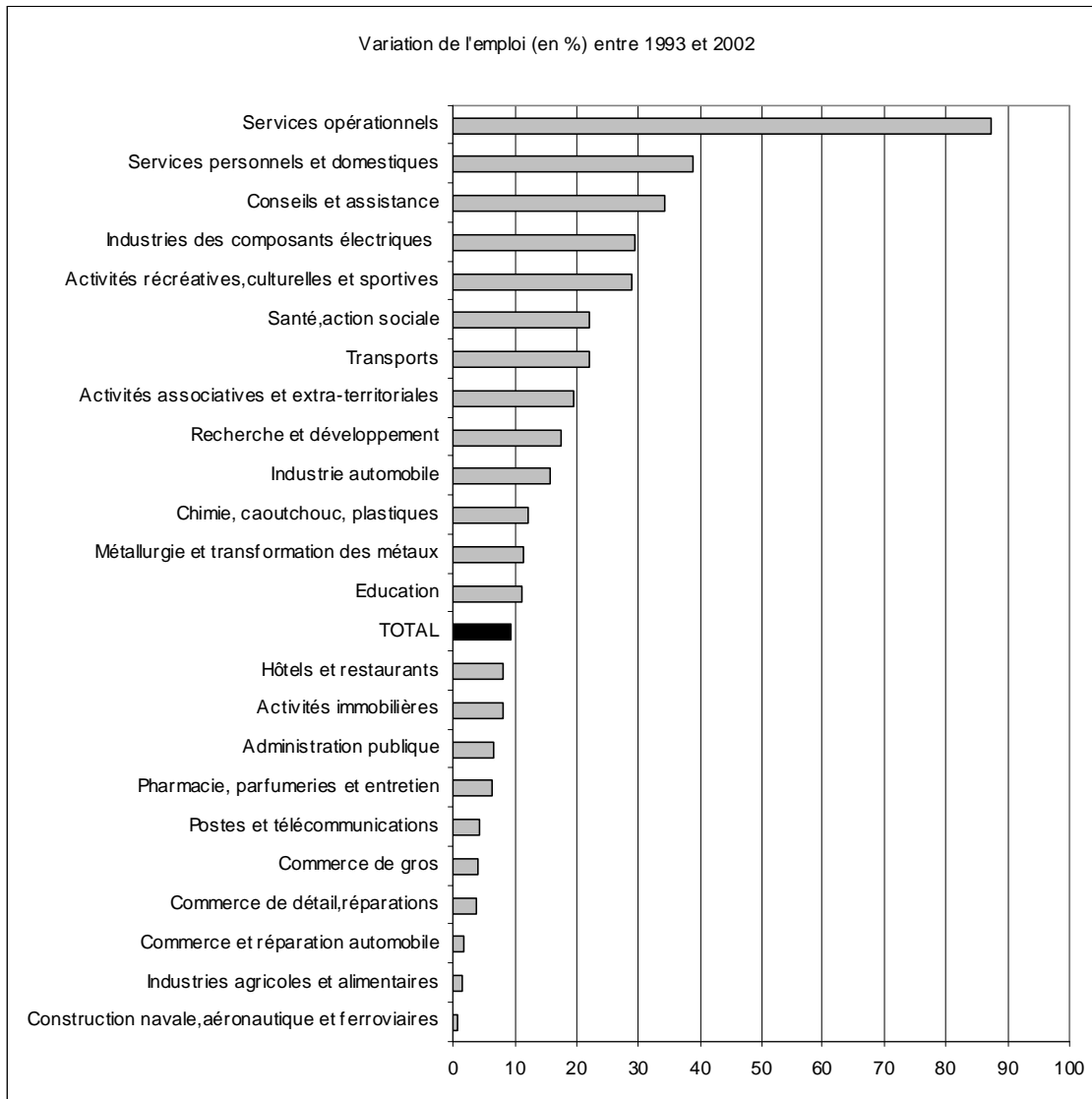
1.1. L'évolution de l'industrie, des services et de l'agriculture



L'emploi en France, 1970-2002. Source: OCDE



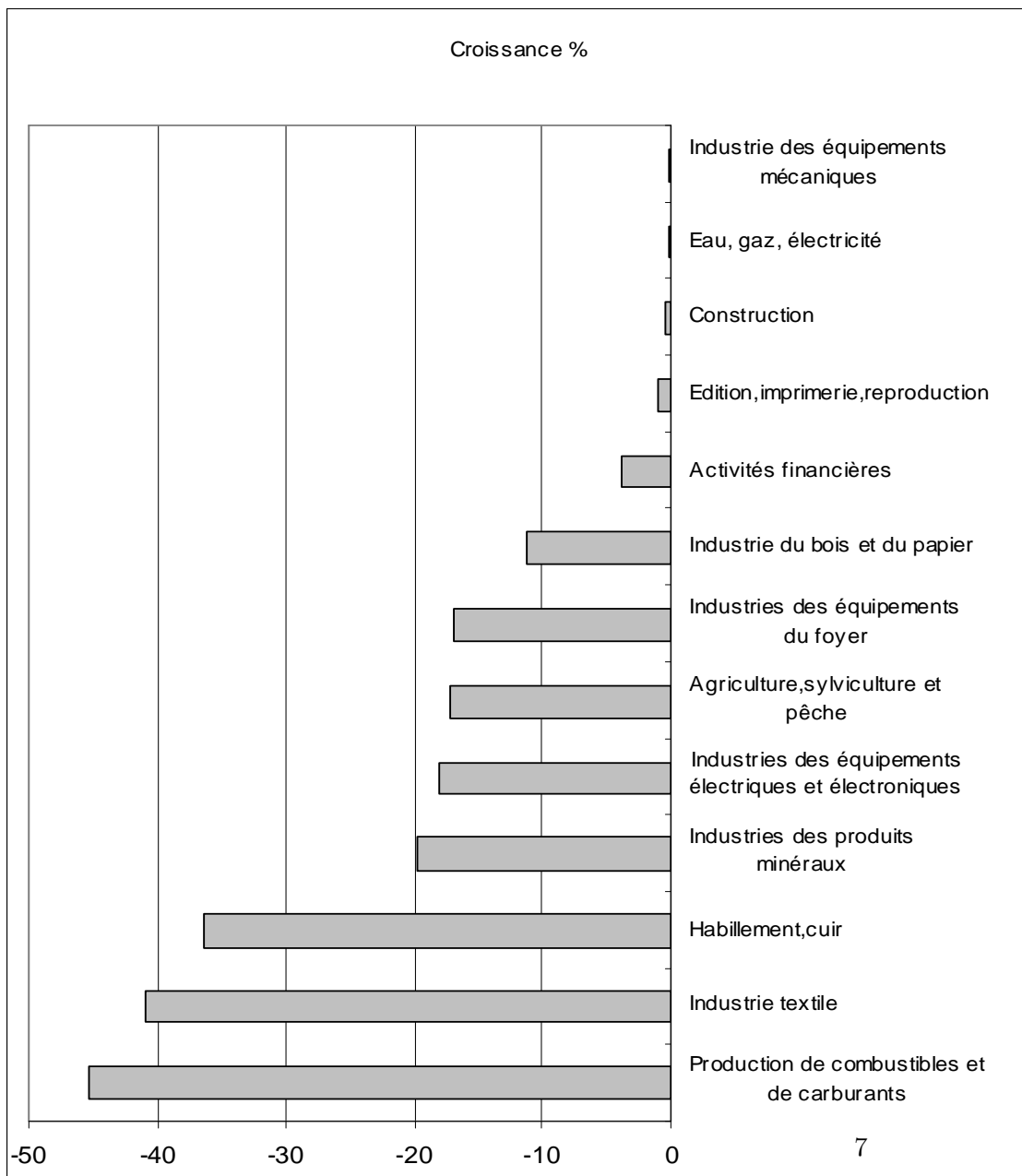
Part de l'emploi par secteur en France, 1970-2002. Source: OCDE.



Variation de l'emploi (en %) dans les secteurs créateurs d'emplois en France entre 1993⁶ et 2002.

D écomposition en 36 secteurs. Source: Enquête

Emploi



Variation de l'emploi (en %) dans les secteurs

- La croissance s'accompagne donc de profondes modifications de la structure de la production qui correspond à l'apparition de biens et surtout de services nouveaux dont certains peuvent remplacer les anciens.
- Il apparaît néanmoins que la part de chaque secteur dans l'emploi change assez lentement.
- L'ampleur de ce changement ne peut justifier le chiffre de 15% d'emplois détruits chaque année.

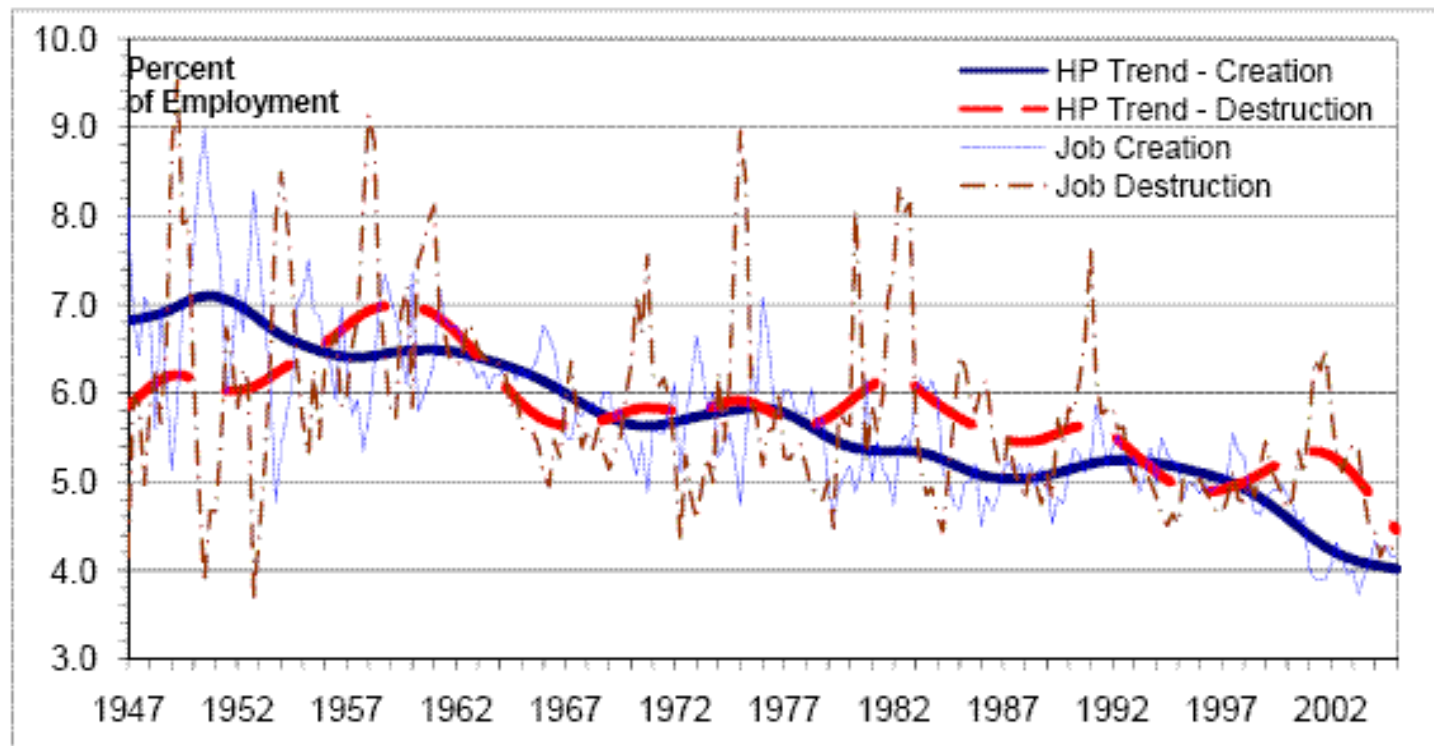
1.2. Les créations et les destructions d'emplois

Pays	Gains bruts d'emplois	Pertes brutes d'emplois	Variations nettes	Taux de rotation
France (84-91)	12.7	11.8	0.9	24.5
Allemagne (83-90)	9.0	7.5	1.5	16.5
Pays-Bas (84-91)	8.2	7.2	1.0	15.4
Royaume-Uni (85-91)	8.7	6.6	2.1	15.3
Etats-Unis (84-91)	13.0	10.4	2.6	23.4

- *excès de réallocation*, égal à la différence entre le taux de rotation et la valeur absolue de la variation nette est considérable.
- Les gains bruts et les pertes brutes présentés dans le Tableau ne tiennent pas compte des réallocations d'emplois propres à chaque entreprise ou établissement.

Pays	Gains bruts d'emplois	Pertes brutes d'emplois	Gains bruts d'emplois (entrée)	Pertes brutes d'emplois (sorties)
OCDE	12.7	12.7	4.5	4.5
Amérique Latine	14.8	14.0	5.6	5.3
Pays en transition	17.4	12.8	7.0	3.9

(a) U.S. Manufacturing, 1947-2005



Taux trimestriel de création et de destruction des emplois dans l'industrie manufacturière aux Etats-Unis. Source: Davis et al., 2008.

L'importance des réallocations intra-sectorielles

- Les mouvements d'emplois ont lieu le plus souvent au sein d'un *même* secteur, et non entre des secteurs *différents*.

- Soit S le nombre de secteurs,

variation nette des emplois dans un secteur s : V_n^s

variation nette des emplois dans l'ensemble de l'économie (V_n).

- Un premier indicateur évalue l'importance des réallocations d'emplois dues à des mouvements intersectoriels:

$$R_E = \sum_{s=1}^S |V_n^s| - |V_n|$$

- Soit T_s le taux de rotation des emplois dans le secteur s , le second indicateur correspond à la somme des excès de réallocations d'emplois au sein de chaque secteur, il

est défini par

$$R_I = \sum_{s=1}^S (T_s - |V_n^s|)$$

- La fraction des réallocations d'emplois dues à des mouvements intersectoriels est alors mesurée par le rapport

$$R_E / (R_I + R_E)$$

Pays	Période	N ^{bre} de secteurs	$R_E / (R_I + R_E)$
Allemagne	83-90	24	0.03
Etats-Unis	72-88	980	0.14
• France	84-88	15	0.06
France	84-91	600	0.17
Italie	86-91	28	0.02
Suède	85-91	28	0.03

- Le processus de créations et de destructions des emplois est donc essentiellement intra-sectoriel.

Réallocations d'emploi et productivité

- Les entreprises dont la productivité croît sont aussi celles dont l'emploi croît

Croissance de l'Emploi par Quartiles de Productivité

	quartile le moins productif			quartile le plus productif		
	taux de création	taux de destruction	taux de croissance nette	taux de création	taux de destruction	taux de croissance nette
Evolution entre 1994 et 1997						
Industrie	8.8	-14.1	-5.3	8.5	-7.2	1.3
construction	7.1	-16.1	-9.0	17.1	-11.8	5.2
commerce	12.0	-18.4	-6.4	17.9	-8.0	9.9
services	16.0	-19.5	-3.5	15.8	-11.7	4.1
Evolution entre 1997 et 2001						
Industrie	9.2	-9.2	0.0	11.9	-8.3	3.7
construction	9.6	-6.1	3.5	16.9	-9.1	7.7
commerce	16.6	-8.7	7.8	18.4	-7.4	11.0
services	17.9	-9.4	8.5	22.4	-14.8	7.6

source : ficus. Taux de création, taux de destruction et taux de croissance nette des entreprises présentes en 1994 et survivantes en 2001 par quartile de productivité. Ainsi, pour les entreprises du secteur industriel dont la productivité était inférieure au premier quartile le taux de création est de 9.2 % entre 1997 et 2001, le taux de destruction de 9.2 % et la croissance nette de l'emploi de 0 %. Le dénominateur des taux de création et de destruction est la moyenne des effectifs de chaque secteur entre 1997 et 2001.

Source: Crépon et Duhautois, 2003.

1.3. Les mouvements de main-d'œuvre

- Chaque jour ouvrable, alors que 10 000 emplois sont détruits en France, 30 000 personnes quittent leur emploi et 30 000 en retrouvent.
- Dans les pays industrialisés, les réallocations de la main-d'œuvre sont de deux à trois fois plus importantes que les réallocations d'emplois.
- Les flux de la main-d'œuvre sont différents de ceux de l'emploi car, en plus des entrées et des sorties associées aux créations et destructions de postes de travail, il s'y ajoute les rotations sur un *même* poste de travail.
- En moyenne, une entreprise qui crée un emploi embauche trois personnes et se sépare de deux autres.
- En moyenne, la perte d'un poste de travail se traduit par deux embauches et trois départs

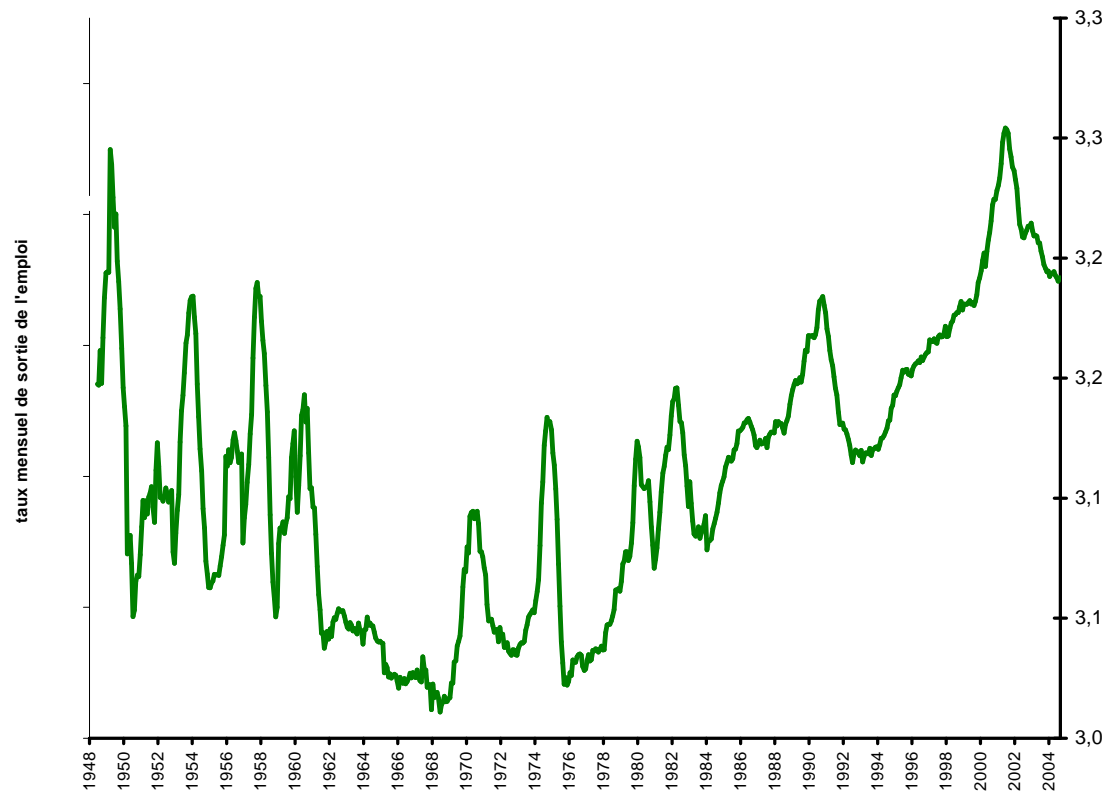
Mouvements d'entrée selon la nature du contrat et mouvements de sortie selon les principaux motifs dans les établissements de 10 salariés ou plus

Données CVS en %

Taux pour 100 salariés présents en début de trimestre

	Établissements de 10 à 49 salariés				Établissements de 50 salariés ou plus				Ensemble des établissements			
	2006		2007		2006		2007		2006		2007	
	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2
Taux d'entrée	11,2	11,5	11,7	11,4	10,2	10,5	10,8	11,2	10,6	10,9	11,2	11,3
Industrie	6,5	6,5	6,4	6,4	4,3	4,4	4,5	4,6	4,9	4,9	5,0	5,0
Construction	6,8	7,1	7,3	7,3	5,6	5,3	5,8	5,2	6,3	6,4	6,7	6,5
Tertiaire	13,2	13,7	13,7	13,3	13,4	14,0	14,4	14,8	13,4	14,0	14,2	14,3
Taux de recours à l'intérim	2,5	2,5	2,6	2,6	3,7	3,8	4,1	3,8	3,3	3,3	3,5	3,3
Industrie	4,4	4,0	4,9	4,6	6,6	6,7	7,1	6,9	6,1	6,1	6,6	6,3
Construction	6,4	6,5	6,1	6,3	10,5	10,3	11,4	11,0	8,0	8,1	8,2	8,2
Tertiaire	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,6	1,4	1,5	1,6	1,5
Part des CDD dans les entrées (*)												
Ensemble	59,1	58,7	57,5	56,9	70,1	69,8	70,7	69,4	65,9	65,6	65,2	64,6
Industrie	55,6	56,2	56,5	56,1	59,4	58,4	58,3	56,9	58,1	57,5	57,4	56,5
Construction	45,3	45,6	43,2	36,5	29,7	31,2	31,0	30,3	39,9	40,7	39,7	34,2
Tertiaire	60,3	60,1	58,4	58,3	72,9	72,5	73,8	72,2	68,2	67,8	67,4	67,0
Part des CDD dans les embauches (*) (**)												
Ensemble	65,5	65,3	63,2	62,8	75,6	75,7	76,6	75,7	71,8	71,9	71,3	70,9
Industrie	60,3	60,6	60,3	60,2	67,8	67,6	67,1	65,5	65,2	65,1	64,7	63,7
Construction	48,3	48,4	46,4	38,1	33,2	34,3	34,6	32,8	43,3	44,0	42,4	36,5
Tertiaire	67,2	67,3	64,5	65,2	77,7	77,8	79,1	78,0	73,9	74,1	73,5	73,4

Taux de sortie	10,7	11,2	11,6	11,2	10,1	10,4	10,8	10,9	10,3	10,7	11,1	11,0
Industrie	6,4	6,6	6,3	6,2	4,7	4,8	5,1	5,0	5,1	5,3	5,4	5,3
Construction	5,9	6,0	6,3	6,7	4,4	4,6	4,6	4,5	5,3	5,5	5,7	5,9
Tertiaire	12,7	13,3	13,8	13,1	13,1	13,7	14,1	14,3	13,0	13,6	14,0	13,9
Part des fins de CDD dans les sorties												
Ensemble	47,9	46,9	47,1	47,7	60,4	59,0	61,8	61,2	55,8	54,7	55,9	56,2
Industrie	39,5	37,5	40,6	42,7	40,6	38,5	37,7	40,8	40,2	38,0	38,9	41,4
Construction	25,9	26,2	25,0	24,9	18,3	17,3	18,0	17,8	23,5	23,5	22,8	22,8
Tertiaire	50,7	49,6	48,9	49,9	64,9	63,6	66,9	65,6	59,7	58,7	59,6	59,7
Part des démissions dans les sorties												
Ensemble	21,9	22,2	23,2	24,0	13,7	13,5	13,4	13,9	16,7	16,8	17,3	17,7
Industrie	23,0	24,6	25,3	24,9	14,0	14,1	13,7	15,3	16,9	17,3	17,0	18,1
Construction	37,4	39,9	44,4	47,5	33,3	33,5	34,9	35,8	36,0	37,7	41,4	44,0
Tertiaire	20,5	20,6	21,6	21,9	13,2	13,0	12,9	13,2	16,0	15,7	16,3	16,4
Part des licenciements économiques dans les sorties												
Ensemble	1,6	1,7	1,1	1,3	1,2	1,3	1,4	1,1	1,4	1,4	1,3	1,2
Industrie	4,7	5,3	3,7	3,5	5,1	5,3	6,0	4,7	5,0	5,3	5,3	4,4
Construction	1,9	2,0	0,5	2,6	0,5	0,8	0,7	0,7	1,4	1,6	0,5	2,0
Tertiaire	1,2	1,1	1,0	0,9	0,6	0,6	0,5	0,5	0,8	0,8	0,7	0,6
Part des autres licenciements dans les sorties												
Ensemble	6,3	6,2	6,2	6,7	5,7	5,4	5,0	5,2	5,9	5,7	5,4	5,8
Industrie	9,0	8,3	8,5	8,4	7,9	7,4	7,1	7,5	8,2	7,8	7,3	7,8
Construction	11,2	12,6	15,2	10,5	14,8	13,0	12,8	13,1	12,3	12,6	14,5	11,3
Tertiaire	5,5	5,5	5,2	6,2	5,1	4,9	4,5	4,7	5,2	5,1	4,7	5,3
Part des fins de période d'essai dans les sorties												
Ensemble	5,4	5,0	6,6	4,8	3,5	3,5	3,4	3,5	4,2	4,1	4,6	4,0
Industrie	4,4	4,2	4,9	4,3	2,4	2,5	2,4	2,6	3,0	3,0	3,1	3,0
Construction	4,5	4,2	4,4	3,3	4,1	3,9	3,5	4,1	4,3	4,0	4,1	3,6
Tertiaire	5,6	5,2	7,0	5,1	3,7	3,7	3,6	3,6	4,4	4,3	4,9	4,2
Part des retraites dans les sorties												
Ensemble	2,5	2,7	2,3	2,3	3,9	4,2	3,5	3,6	3,4	3,6	3,0	3,1
Industrie	5,2	5,5	5,7	6,3	11,2	11,6	10,6	10,5	9,3	9,7	9,2	9,4
Construction	5,7	7,2	1,9	3,9	9,9	9,6	8,7	9,0	7,0	8,0	4,0	5,5
Tertiaire	1,9	2,0	2,0	1,7	2,4	2,9	2,2	2,3	2,2	2,5	2,1	2,1



Taux mensuel de sorties de l'emploi aux
Etats-Unis. Source: Hall (2005).

2. Un modèle de destruction créatrice

- Aghion et Howitt (1992, 1998)
- Croissance induite par des innovations qui améliorent la qualité des produits.
- Les innovations sont elles-même le fruit de découvertes aléatoires issues d'une activité de recherche gouvernée par la perspective de réalisation de profits.

2.1. Le modèle de base

- Continuum d'individus de mesure L , constant au cours du temps,
- préférences intertemporelles représentées par la fonction

$$u(y) = \int_0^{\infty} y(\tau) e^{-r\tau} d\tau,$$

$r > 0$:taux de préférence pour le présent, égal au taux d'intérêt.

- Chaque individu dispose d'une unité de travail par unité de temps.
- Bien de consommation, numéraire, produit en quantité y à partir d'un bien intermédiaire, utilisé en quantité x , avec la technologie

$$y = \frac{A}{\alpha} x^{\alpha}, 0 < \alpha < 1, A > 0. \quad (1)$$

- De nouvelles variétés de produits intermédiaires sont créées à partir d'innovations.
- Toute nouvelle variété accroît la productivité A en l'augmentant d'un facteur multiplicatif constant $\gamma > 1$.

- Les individus peuvent travailler dans le secteur manufacturier, qui produit des biens intermédiaires, ou dans le secteur de la recherche.
- Une unité de travail dans le secteur manufacturier produit une unité de bien intermédiaire.
- n quantité de travail utilisée dans la recherche, concurrence parfaite sur le marché du travail:

$$L = x + n.$$

- Les innovations arrivent selon un processus de Poisson de taux égal à $n\lambda$, où $\lambda > 0$ est un paramètre qui mesure la productivité du secteur de la recherche.
- L'entreprise innovatrice peut monopoliser la production du nouveau bien intermédiaire jusqu'à l'arrivée d'une nouvelle innovation.

- Innovation: 3 externalités,

1. La rente de monopole qu'obtient l'innovateur est généralement moindre que le surplus total induit par l'innovation.

2. Chaque invention augmente A et accroît par voie de conséquence la productivité de la recherche future. (bien non rival).

3. Externalité négative liée à la mise au rebut des biens intermédiaires passés.

Valeur d'une innovation

- La valeur de la $t^{\text{ième}}$ innovation, notée V_t , est définie par

$$rV_t = \pi_t - \lambda n_t V_t, \quad (2)$$

- π_t : flux de profit induit par la vente du bien intermédiaire
- n_t : volume de travail utilisé dans le secteur de la recherche lorsque le $t^{\text{ième}}$ bien intermédiaire est utilisé comme facteur de production.

Salaires

- Taux de salaire dans la recherche:

$$w_t = \lambda V_{t+1}. \quad (3)$$

- Concurrence sur le marché du travail implique un unique salaire, noté w_t , dans les secteurs de la recherche et manufacturier.

Secteur manufacturier

- Entreprises productrices du bien final (concurrentielles) maximisent leur profit, égal à

$$\frac{A_t}{\alpha} x^\alpha - p_t x$$

- implique: “fonction de demande inverse”:

$$p_t(x) = A_t x^{\alpha-1}. \quad (4)$$

Profit des monopoles

- Le monopole qui produit le bien intermédiaire t obtient un flux de profit

$$\pi_t = \max_x p_t(x)x - w_t x,$$

où $p_t(x)$ est le prix du bien intermédiaire t , défini par (4)

- La maximisation du profit de monopole, égal à $A_t x^\alpha - w_t x$, donne donc

$$x_t = \left(\frac{\alpha}{\omega_t} \right)^{1/(1-\alpha)}, \omega_t \equiv w_t/A_t \quad (5)$$

$$\pi_t = A_t (1 - \alpha) \left(\frac{\omega_t}{\alpha} \right)^{\alpha/(\alpha-1)}. \quad (6)$$

Equilibre

- Valeur du profit (6), valeur d'une innovation (2), salaire (3), permettent d'écrire la relation d'arbitrage qui égalise le salaire dans les secteurs de la recherche et manufacturier:

$$\omega_t = \frac{\lambda\gamma(1-\alpha)}{r + \lambda n_{t+1}} \left(\frac{\omega_{t+1}}{\alpha} \right)^{\alpha/(\alpha-1)}. \quad (\text{A})$$

- Valeurs d'équilibre de n et ω définies par

- (A)

- condition d'équilibre sur le marché du travail $L = x + n$, qui s'écrit, en utilisant

(5):

$$L = \left(\frac{\alpha}{\omega_t} \right)^{1/(1-\alpha)} + n_t. \quad (\text{L})$$

2.2. La croissance stationnaire

- Equilibre stationnaire: solution stationnaire de (A) et (L)
- La production est multipliée par un facteur $\gamma > 1$ à chaque nouvelle innovation.
- Solution stationnaire, notée $(\hat{\omega}, \hat{n})$, vérifie les équations (A) et (L) qui s'écrivent

$$\left(\frac{\hat{\omega}}{\alpha}\right)^{1/(1-\alpha)} = \frac{\lambda\gamma(1-\alpha)}{\alpha(r + \lambda\hat{n})}, \quad (\text{AS})$$

$$L = \left(\frac{\alpha}{\hat{\omega}}\right)^{1/(1-\alpha)} + \hat{n}. \quad (\text{LS})$$

- (AS): relation décroissante entre le salaire et le volume d'emploi utilisé dans la recherche.
- Interprétation: l'accroissement du salaire diminue le volume du travail utilisé dans la recherche, car il attire des travailleurs dans le secteur du bien manufacturier tout en

diminuant les rendements de la recherche, qui augmentent avec le profit, et diminuent avec le salaire.

- (LS): relation croissante entre le salaire et l'emploi dans la recherche.
- Interprétation: équilibre sur le marché du travail, indique que l'emploi dans la recherche doit nécessairement augmenter lorsque la demande de travail diminue dans le secteur manufacturier.

- Equilibre stationnaire est unique s'il existe.
- Solution en n :

$$\hat{n} = \frac{(1 - \alpha) \gamma L - (r/\lambda)}{(1 - \alpha) \gamma + \alpha} \geq 0. \quad (7)$$

2.2.1. Le taux moyen de croissance de la production

- Quantité de bien final produit avec la génération de bien intermédiaire t :

$$y_t = \frac{A_t}{\alpha} (L - \hat{n})^\alpha,$$

- ce qui donne, avec $A_{t+1} = \gamma A_t$,

$$y_{t+1} = \gamma y_t,$$

où t désigne la suite des innovations $t = 1, 2, \dots$

- Taux moyen de croissance de la production:

$\lambda \hat{n} d\tau$ innovations sur chaque petit intervalle de temps $d\tau \rightarrow 0$.

Chaque innovation accroît le logarithme de la production d'un montant égal à $\ln(\gamma)$.

- En notant $y(\tau)$ la production à la date τ , on peut écrire

$$\ln [y(\tau + d\tau)] = \ln [y(\tau)] + \lambda \hat{n} d\tau \ln(\gamma).$$

- Ce qui donne, en utilisant l'approximation $\lim_{d\tau \rightarrow 0} \ln[y(\tau + d\tau)/y(\tau)] = \lim_{d\tau \rightarrow 0} [y(\tau + d\tau)/y(\tau)] - 1$,

$$\lim_{d\tau \rightarrow 0} \frac{y(\tau + d\tau) - y(\tau)}{d\tau} \frac{1}{y(\tau)} = \frac{\dot{y}(\tau)}{y(\tau)} = \lambda \hat{n} \ln(\gamma).$$

- Taux moyen de croissance de la production, noté

$$\hat{g} = \lambda \hat{n} \ln(\gamma)$$

s'écrit, avec

$$\hat{n} = \frac{(1 - \alpha) \gamma L - (r/\lambda)}{(1 - \alpha) \gamma + \alpha} \geq 0. \quad (8)$$

$$\hat{g} = \ln(\gamma) \left(\frac{\lambda (1 - \alpha) \gamma L - r}{(1 - \alpha) \gamma + \alpha} \right) \geq 0. \quad (9)$$

- Logarithme de la production augmente de manière discontinue, après chaque innovation, d'un montant égal à $\ln(\gamma)$.
- L'intervalle de temps moyen entre deux innovations est égal à $1/\gamma \hat{n}$.
- Dans ce modèle, une activité de recherche plus intense, liée à un plus grand volume de travail alloué à la recherche, se traduit par des innovations plus fréquentes, qui augmentent le taux de croissance moyen de l'accumulation de connaissances et de la production.

2.2.2. Les propriétés de statique comparative

$$\hat{g} = \ln(\gamma) \left(\frac{\lambda(1-\alpha)\gamma L - r}{(1-\alpha)\gamma + \alpha} \right) \geq 0. \quad (10)$$

- Augmente avec
 - la taille de la population totale L ,
 - l'efficacité de la recherche λ
 - la taille γ de l'accroissement de production induit par l'innovation.
- Diminue avec
 - Volume de recherche diminue avec le taux d'intérêt,
 - degré de concurrence, mesuré par le paramètre α :
- La concurrence sur le marché des biens intermédiaires défavorise l'activité de recherche, car elle diminue la rente de monopole dont bénéficient les créateurs de nouveaux pro-

duits.

2.3. L'optimalité de la croissance

- Comparaison de l'équilibre décentralisé de laissez-faire avec l'allocation choisie par un planificateur bienveillant qui maximise la valeur présente de la consommation $y(\tau)$.
- L'objectif du planificateur peut s'écrire

$$U = \int_0^{\infty} y(\tau) e^{-r\tau} d\tau = \int_0^{\infty} \left(\sum_{t=0}^{\infty} \Pi(t, \tau) \frac{A_t}{\alpha} x^\alpha \right) e^{-r\tau} d\tau$$

- $\Pi(t, \tau)$ désigne la probabilité qu'il y ait exactement t innovations à la période τ .
- Processus de Poisson de paramètre λn :

$$\Pi(t, \tau) = \frac{(\lambda n \tau)^t}{t!} e^{-\lambda n \tau}.$$

- Le planificateur choisit (x, n) pour maximiser l'objectif U sous la contrainte de disponibilité des ressources

$$L = x + n.$$

- En utilisant cette équation et la relation $A_t = A_0\gamma^t$, on peut écrire l'objectif U de la manière suivante

$$U(n) = \frac{A_0(L - n)^\alpha}{\alpha [r - \lambda n(\gamma - 1)]}.$$

- L'optimum s'obtient alors simplement en maximisant la fonction $U(n)$ ainsi définie par rapport à n .
- La solution, notée n^* , vérifie

$$1 = \frac{\lambda(\gamma - 1) \left(\frac{1}{\alpha}\right) (L - n^*)}{r - \lambda n^*(\gamma - 1)} \quad (11)$$

- qui donne un taux moyen de croissance

$$g^* = \lambda n^* \ln(\gamma).$$

- La comparaison des équations

$$1 = \lambda\gamma \left(\frac{1 - \alpha}{\alpha} \right) \frac{(L - \hat{n})}{r + \lambda\hat{n}}. \quad (12)$$

et

$$1 = \frac{\lambda(\gamma - 1) \left(\frac{1}{\alpha} \right) (L - n^*)}{r - \lambda n^*(\gamma - 1)} \quad (13)$$

indique trois différences entre l'équilibre décentralisé et l'optimum social.

1. Taux d'actualisation “social”, $r - \lambda n^*(\gamma - 1)$, dénominateur de (13) au lieu du taux d'actualisation “privé” $r + \lambda \hat{n}$ qui intervient dans l'équation (12).

Taux social < taux privé.

Externalité intertemporelle.

Volume de recherche insuffisant à l'équilibre décentralisé.

2. $(1 - \alpha)$ apparaît dans (12) absent de (13).

Effet d'appropriabilité: Monopole obtient seulement une part $(1 - \alpha)$ du surplus comme l'indique l'expression du profit (6).

Volume de recherche insuffisant à l'équilibre décentralisé.

3. $(\gamma - 1)$ dans (13) remplacé par γ dans (12)

Effet de destruction.

Trop de recherche à l'équilibre décentralisé.

Conclusion sur l'efficacité de l'équilibre décentralisé:

- le niveau de recherche de l'équilibre décentralisé peut être supérieur ou inférieur à celui socialement souhaitable.
- Les deux premiers effets dominant lorsque la taille des innovations, γ , est grande. Dans ce cas, $\hat{n} < n^*$.
- Lorsque le pouvoir de monopole est élevé (α petit) et la taille des innovations suffisamment petite, l'effet de destruction domine. Dans ce cas, la croissance dans une économie décentralisée de laissez-faire est excessive.

2.4. La croissance non stationnaire

- Toute suite $(w_t, n_t)_{t \geq 0}$ qui vérifie

$$\omega_t = \frac{\lambda\gamma(1-\alpha)}{r + \lambda n_{t+1}} \left(\frac{\omega_{t+1}}{\alpha} \right)^{\alpha/(\alpha-1)}. \quad (\text{A})$$

$$L = \left(\frac{\alpha}{\omega_t} \right)^{1/(1-\alpha)} + n_t. \quad (\text{L})$$

est un équilibre à anticipation rationnelle.

- Relation de récurrence entre n_t et n_{t+1} , qui peut s'écrire

$$n_t = \phi(n_{t+1}), \phi' < 0.$$

- Relation décroissante: recherche future importante décourage la recherche présente, car recherche présente et la recherche future.

elle accroît le taux d'arrivée de nouvelles innovations

elle augmente les salaires futurs et donc les profits futurs.

- L'équilibre stationnaire \hat{n} point fixe de la fonction ϕ .
- Il existe d'autres équilibres avec anticipation rationnelle.
- Par exemple, si la valeur absolue de la dérivée de la fonction ϕ est inférieure à un au voisinage de l'équilibre stationnaire ($|\phi'(\hat{n})| < 1$), il existe une infinité de sentiers qui convergent vers l'équilibre stationnaire.
- Aghion et Howitt (1992) indiquent qu'il peut aussi exister des dynamiques avec des cycles d'ordre 2. Il existe alors un couple (n_0, n_1) tel que $n_0 = \phi(n_1)$, $n_1 = \phi(n_0)$.