



WWW.DAUPHINE.PSL.EU

**Licence Sciences des Organisations**

**Licence Mathématiques et Informatique de la Décision et  
des Organisations**

# **Macroéconomie**

**Licence 2<sup>ème</sup> année**

## **Leçon 8**

### **Analyse macroéconomique des chocs d'offre : le progrès technique**



*Ce document est protégé par le droit d'auteur. Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur est illicite.*

# Leçon 8 : Analyse macroéconomique des chocs d'offre, le progrès technique

## Objectifs

- Comprendre que le progrès technique peut être à l'origine de **l'efficacité productive d'une firme, d'une économie**
- Savoir comment **étendre/amender le modèle de référence** pour analyser les effets de l'évolution de la productivité des facteurs la production et la demande de travail des firmes
- Comprendre qu'une variation exogène de la productivité constitue **un type de choc d'offre**.
- Maîtriser les termes du **débat économique sur les effets du progrès technique** sur l'évolution de l'emploi à court, moyen et long terme
- Comprendre le rôle-clé du **concept d'indexation des salaires sur l'évolution de la productivité** dans la réponse des économies face à un choc négatif/positif (de type choc pétrolier, sur les salaires, ou encore de type révolution des NTIC) dynamique et la distinguer correctement de l'indexation nominale
- Parvenir à analyser, à l'aide du modèle, les effets du choc de productivité sur le comportement de l'économie **à différents horizons (court, moyen et long termes)**.

## Introduction

Nous abordons dans cette leçon l'épineuse question de l'efficacité de la production et du rôle joué par le progrès technique. Ce dernier, fortuit (*learning by doing*) ou souhaité (*dépenses de R&D*) est, sans équivoque, l'un des vecteurs de la progression des revenus et du niveau de vie à long terme des économies modernes. En effet, le progrès technique par l'intermédiaire des innovations technologiques qu'il autorise, rend le travail plus productif, ce qui permet aux travailleurs de consommer davantage.

Pourtant, le progrès technique est souvent accusé d'être responsable de la disparition des emplois. Cette crainte à vrai dire primaire, devient particulièrement prégnante au cours de la révolution industrielle. En Angleterre, au 19<sup>ème</sup> siècle les travailleurs s'inquiètent du développement du progrès technique. Ils s'organisent en groupes de protestation pour détruire les machines qu'ils

considéraient alors comme une menace directe. Des mouvements similaires se sont progressivement répandus dans le reste de l'Europe.

Or, cette crainte n'est pas partagée par les économistes. En effet, sur le long terme il ne semble y avoir aucune corrélation entre chômage et productivité. Les périodes historiques telles que les première et seconde révolution industrielle ne se distinguent pas particulièrement par un important développement du chômage.

Reste que si la consommation des travailleurs progresse, il ne s'agit pas du tout des mêmes biens. Ainsi la mécanique schumpétérienne de la destruction créatrice prend alors tout son sens : l'innovation technologique à l'origine d'une révolution industrielle va-t-elle créer davantage d'emplois qu'elle en détruit.

La suite de cette leçon s'organise comme suit. Dans un premier temps, nous étudions comment amender le modèle de base pour intégrer les variations de la productivité des facteurs. Nous analyserons en particulier les implications d'une productivité variable sur la demande de travail et la production des firmes. Dans un deuxième temps, nous tenterons de d'appréhender les conséquences d'une augmentation non-anticipée du niveau de la productivité du travail dans l'économie. Dans un troisième temps, nous soulignons le rôle spécifique joué par le niveau d'indexation des salaires réels sur l'effet de long terme sur l'emploi. Nous terminons cette leçon par une illustration économique importante. La première est consacrée à l'étude les effets des chocs pétroliers et de leurs conséquences différenciées sur l'emploi. Nous comparons ici les effets observés sur l'économie américaine aux évolutions observées en Europe.

## La prise en compte du progrès technique

L'état de la connaissance technique est mesuré par la productivité globale des facteurs noté  $a$ . Le progrès technique se mesure par le taux de variation de cet indicateur :  $da/a$ , appelé dans la littérature le résidu de Solow. Nous revenons sur l'étude du comportement de la firme en concurrence monopolistique étudié dans la leçon 6. Nous supposons que le niveau de la production,  $y$ , dépend de la quantité de travail utilisée, dans la technologie de production  $f$  :

$$y = af(n) \quad a > 0.$$

$a$  désigne le niveau exogène de la productivité. Toute augmentation de  $a$  conduit à une augmentation des productivités moyenne et marginale du facteur travail. Les conditions d'optimalité conduisent à la condition suivante :

$$P = (1 + m) \frac{W}{af'(n)}$$

Ou encore :

$$f'(n) = (1 + m) \frac{W}{aP}$$

On en déduit la **demande de travail**, en inversant la fonction de production :

$$n^d = f'^{-1} \left( (1 + m) \frac{W}{aP} \right) = n^d \left( \frac{W}{aP} \right)$$

$$\text{avec } \frac{\partial n^d}{\partial \left( \frac{W}{P} \right)} < 0 \text{ et } \frac{\partial n^d}{\partial a} > 0$$

Ainsi, la demande de travail est croissante avec le niveau de la productivité. On déduit qu'une augmentation de la productivité, conduit, pour tout niveau du taux de salaire réel, à une augmentation de la demande de travail souhaitée par les firmes. Il s'agit d'une demande notionnelle, i.e. d'une demande absolue, ne tenant pas des contraintes pouvant exister sur le marché.

## Implications sur la relation quasi-offre

Une fois la demande de travail obtenue, il est possible de déduire l'offre optimale de la firme. Dans le cas précis où la quantité de travail utilisée est égale à la demande de travail optimale de la firme  $n^d = n$ , alors la quantité produite de bien par la firme est donnée par la relation suivante :

$$y^s = af(n = n^d) \Leftrightarrow y^s = y^s(a, n^d)$$

$$\text{avec } \frac{\partial y^s}{\partial \left( \frac{W}{P} \right)} < 0 \text{ et } \frac{\partial y^s}{\partial a} > 0.$$

On comprend ici qu'une augmentation exogène de la productivité conduit à une augmentation désirée de l'emploi, et donc à une augmentation de l'offre de biens pour tout niveau donné du niveau d'emploi. Tout se passe comme si la firme souhaite utiliser davantage le facteur devenu plus productif. Il s'agit à nouveau d'une offre notionnelle, se formant indépendamment des contraintes pouvant exister sur le marché.

## Etude des effets d'un choc de productivité

Nous allons, à présent détailler les effets d'un choc de productivité sur le niveau de l'emploi. Nous mettons dans un premier temps l'accent sur les effets attendus d'un choc de productivité à court et moyen termes.

### Choc de productivité à court terme

Les effets d'un choc technologique exercent un effet ambigu sur la demande. Or l'évolution de celle-ci est déterminante pour la production et de l'emploi à court terme. L'explication est à rechercher du côté des effets contradictoires sur les composantes de la demande. Tout d'abord, l'innovation à l'origine du choc technologique est de nature à stimuler les dépenses d'investissement.

En revanche, la réorganisation du travail induite par la mise en œuvre des innovations technologiques, peut être à l'origine d'une crise de confiance des ménages, conduisant à une augmentation sensible de leur propension marginale à épargner.

Ainsi, l'effet total est pour le moins difficile à évaluer, et peut être considéré comme neutre. Nous en concluons que l'augmentation de la productivité sur la demande est tellement marginale que l'on peut la négliger.

In fine, l'augmentation de la productivité du travail, en restant sans effet sur la demande, n'a aucun effet sur la production à court terme et conduit à un recul inévitable de l'emploi.

Cette situation de court terme, est représentée par le point  $E_1$  et l'effet sur la production peut être quantifié par le multiplicateur issu de la quasi-demande :

$$dy = 0$$

On peut également calculer la variation du taux d'intérêt est nul d'après les équations IS et LM :

$$dR = 0$$

L'effet sur l'emploi se mesure en passant par la fonction de production :  $y = af(n)$ , on a :

$$dy = f(n)da + af'(n)dn$$

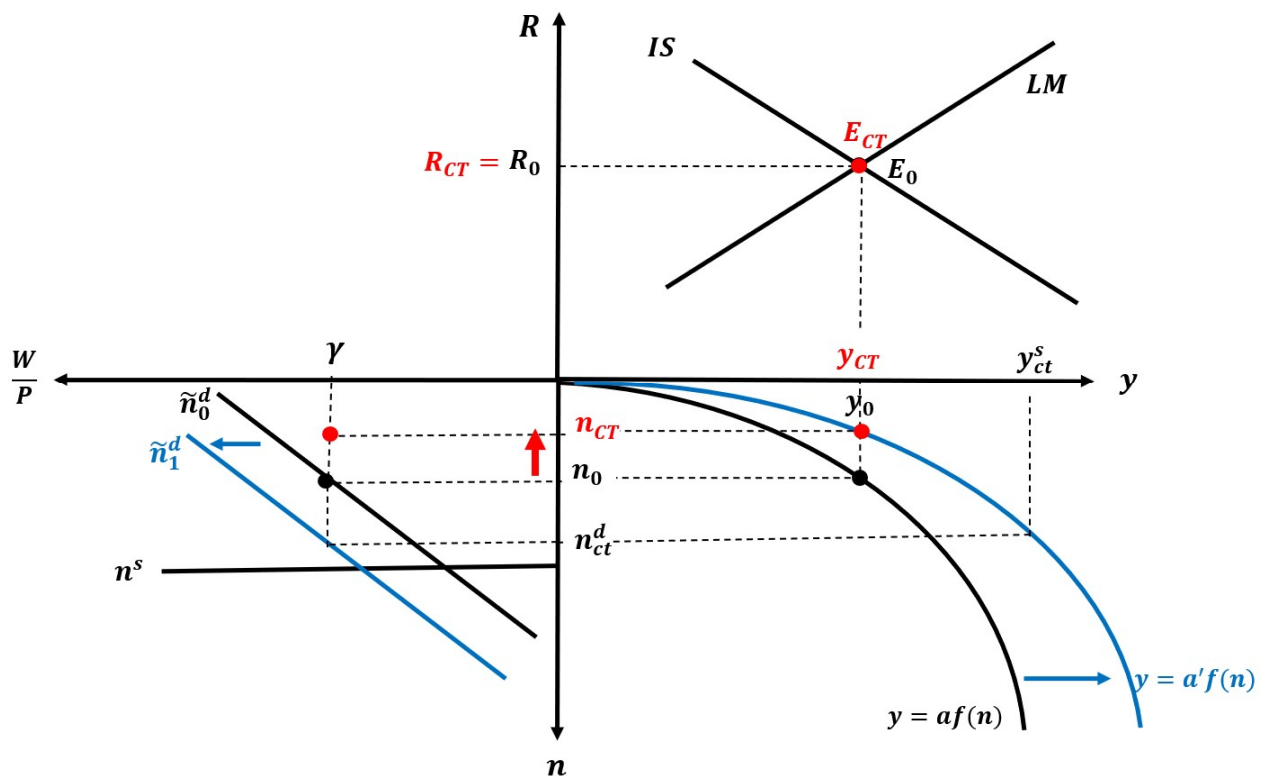
En posant

$$dy = f(n)da + af'(n)dn = 0$$

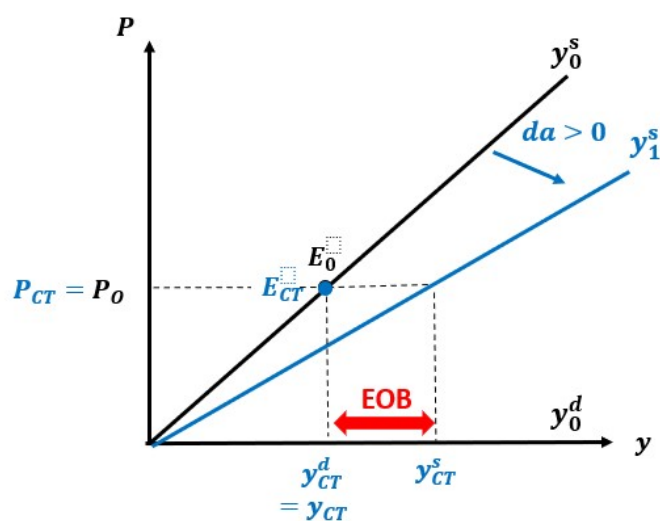
On obtient :

$$dn = -\frac{f(n)}{f'(n)} \frac{da}{a} < 0$$

La crainte populaire du chômage technologique selon laquelle le progrès technique serait néfaste à l'emploi trouve ici une forme de justification. Reste que la principale conséquence principale, la baisse du niveau général des prix ne s'est pas encore manifestée. Graphiquement, on peut représenter l'impact de la façon suivante :



Graphique 1 : Impact à court terme d'un choc positif de productivité



Graphique 1 : Impact à court terme d'un choc positif de productivité dans le plan  $(y, P)$

Dans le plan  $(y, P)$ ,  $E_0$  et  $E_{CT}$  sont confondus, mais  $E_{CT}$  se caractérise par un excès d'offre de biens.

Dans le plan  $(W/P, n)$ ,  $n_0$  et  $n_{CT}$  sont distincts, car le niveau d'emploi a baissé proportionnellement aux gains de productivité.

## Le choc de productivité à moyen terme : un effet ambigu

L'accroissement non anticipé de la productivité à court terme, est l'origine d'un excès d'offre de biens. En effet, il faut se rappeler que l'offre de biens des firmes est stimulée par l'augmentation de  $a$ . Cela conduit à moyen terme à une pression à la baisse des prix, permettant à la production et à la demande de progresser. Pourtant l'effet sur l'évolution de l'emploi est incertain.

Rien n'indique que l'emploi progresse avec la production et la demande : le facteur de travail étant devenu plus productif, on peut par définition, produire davantage avec la même quantité d'intrants.

Approche formelle :  $dy^d = dy^s$

En posant une quasi demande de la forme :  $y^d = \alpha \frac{M^s}{P}$

En posant une quasi offre de la forme :  $y^s = \beta \frac{aP}{W}$

$$dy^d = -\alpha \frac{M^s}{P^2} dP = \beta \frac{P}{W} da + \beta \frac{a}{W} dP = dy^s$$

avec  $dW = 0$

$$\text{Calcul de } dP = \frac{-\beta \frac{P}{W} da}{\beta \frac{a}{W} + \alpha \frac{M^s}{P^2}} < 0$$

On en déduit  $dy^d = -\alpha \frac{M^s}{P^2} dP > 0$

D'après LM:  $\frac{-M^s}{P^2} dP = l'_y dy + l'_R dR$       Calcul de  $dR = \frac{\frac{-M^s}{P^2} dP - l'_y dy}{l'_R} < 0$

On peut calculer la variation de l'emploi en reprenant la demande de travail :

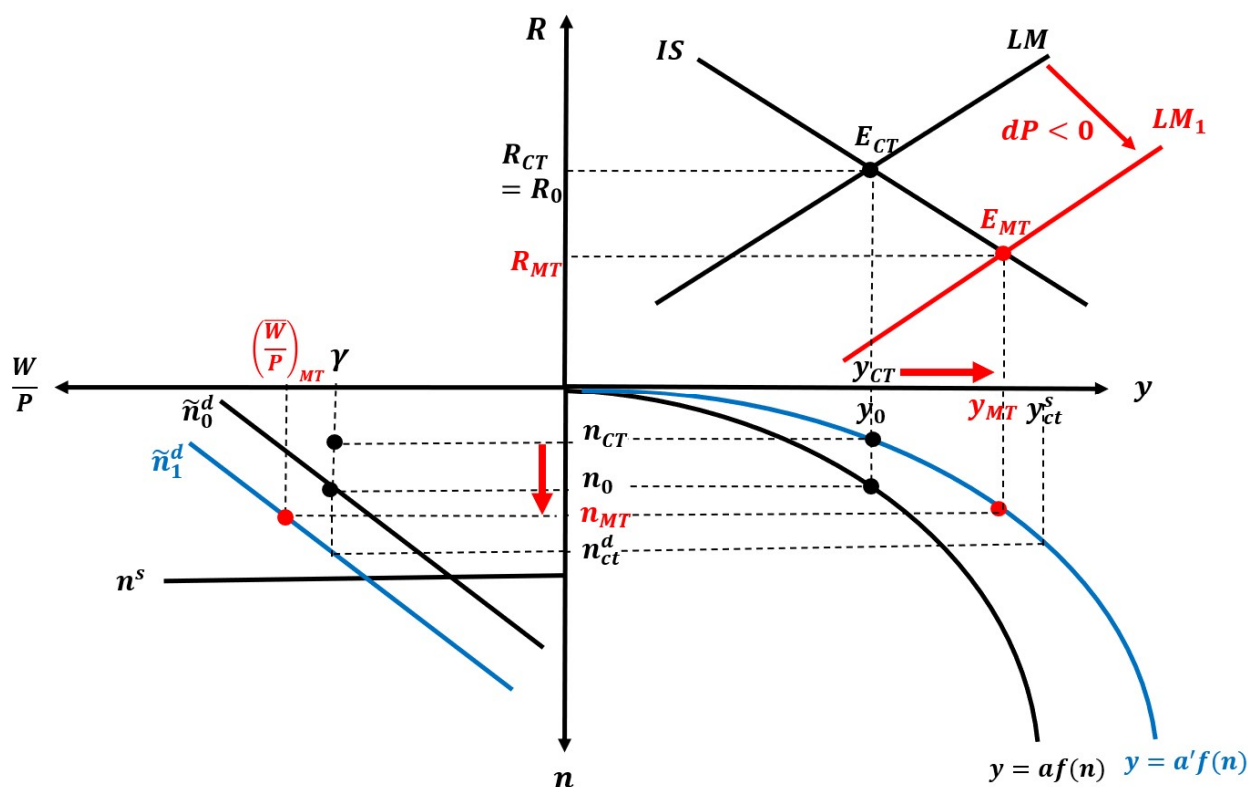
$$n^d = f'^{-1} \left( (1+m) \frac{W}{aP} \right) = n^d \left( \frac{W}{aP} \right)$$

$$dn = -\frac{1}{f''(n)} (1+m) \left( \frac{W}{aP^2} \right) dP - \frac{1}{f''(n)} (1+m) \left( \frac{W}{a^2 P} \right) da \text{ avec } dW = 0$$

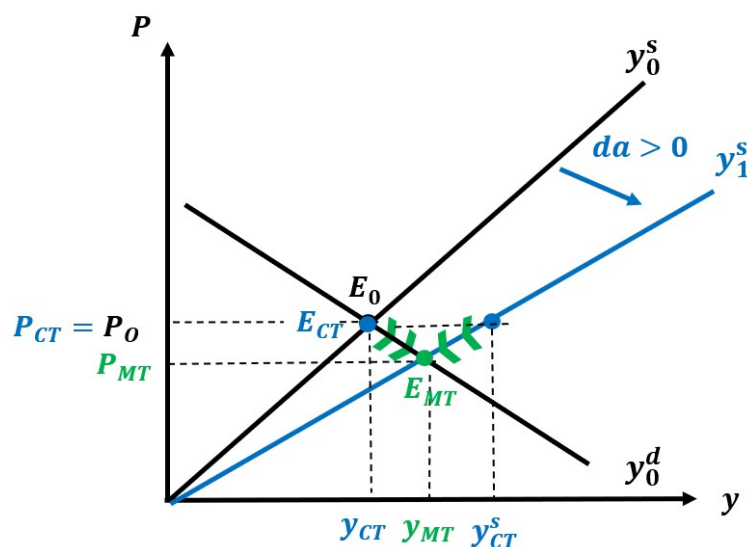
Le signe de  $dn$  se trouve donc indéterminé. Il est possible de reformuler cette ambiguïté au travers de la relation emploi-salaire réel. A moyen terme, la baisse du niveau général des prix renchérit le

cout unitaire du travail. Même si les entreprises souhaitent utiliser davantage de travail (pour tout niveau de salaire réel), comme ce dernier augmente, l'impact reste sur le plan purement formel impossible à caractériser.

Dans ce type de situation, les tests empiriques sur données statistiques peuvent permettre de trancher. Ils donnent des indications sur la façon dont les mécanismes se déroulent dans « la vraie vie ». Ces exercices économétriques concluent, en général, à l'accroissement de l'emploi. C'est ce choix qui est représenté par le point  $n_{MT}$ .



Graphique 3 : Impact à moyen terme d'un choc positif de productivité



Graphique 4 : Impact à moyen terme d'un choc positif de productivité dans le plan (y, P)

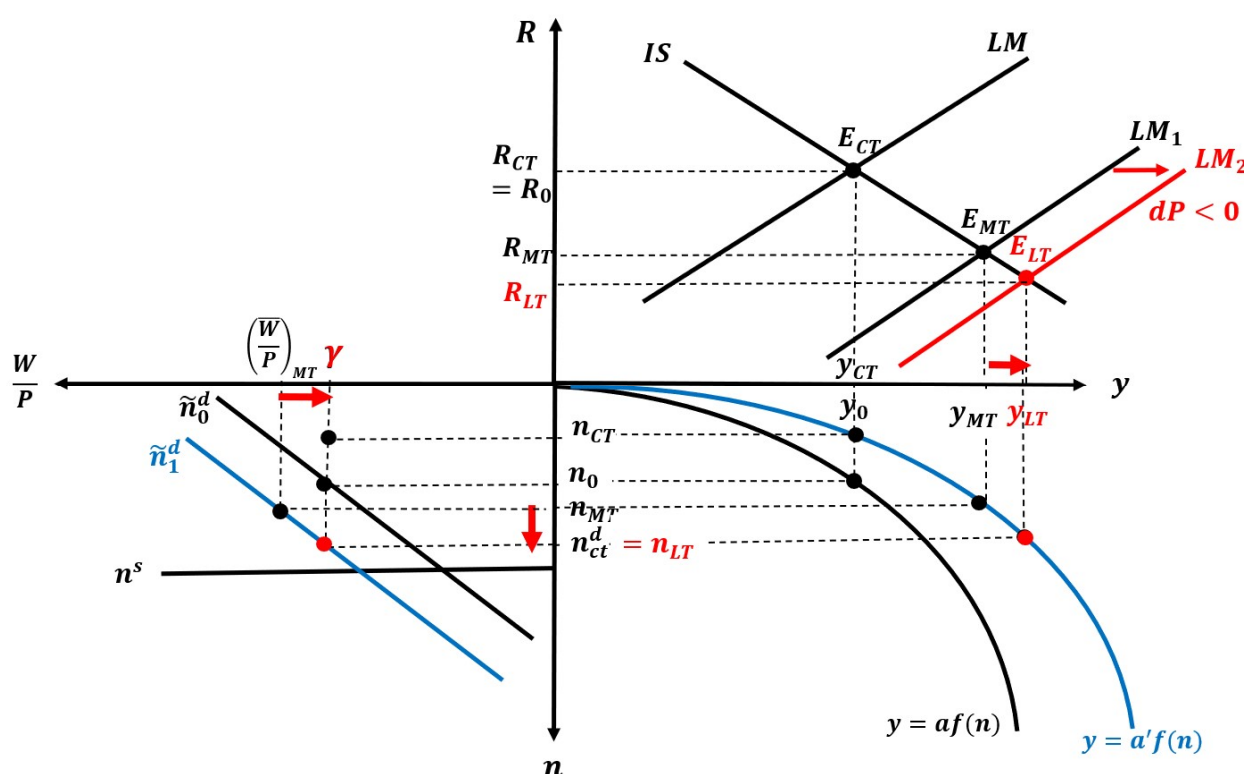


## L'effet de long terme

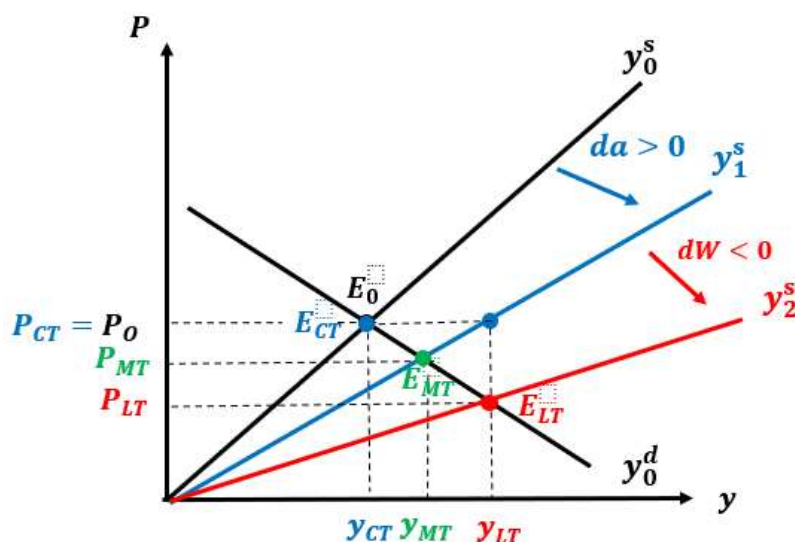
Dans le contexte de concurrence imparfaite (avec rigidités réelles) à long terme, l'effet est net : l'emploi progresse à long terme. Il est alors possible de quantifier l'ampleur de cette variation

$$dn = -\frac{(1+m)}{f''(n)} \frac{W}{aP} \frac{da}{a} > 0$$

L'ensemble des ajustements peut aussi être représentée dans les plans  $(y, P, n, W/P)$ , du graphique suivant :



Graphique 5 : Impact à long terme d'un choc positif de productivité



Graphique 6 : Impact à long terme d'un choc positif de productivité dans le plan  $(y, P)$

## Choc de progrès technique, choc pétrolier et l'indexation des salaires

### L'indexation des salaires réels

Le raisonnement déroulé à la section précédente a passé sous silence une partie des mécanismes à l'œuvre. En effet, la conclusion selon laquelle un choc positif de productivité était à l'origine d'un accroissement de l'emploi à long terme n'est valable que sous certaines conditions. Elle impliquait une absence totale d'indexation des salaires réels sur l'évolution de la productivité globale des facteurs.

Cette indexation doit être distinguée de l'indexation nominale des salaires sur le niveau général des prix. Cette dernière hypothèse, décrit une sorte d'ancrage nominal des salaires sur les prix souhaités par les partenaires sociaux à long terme. Jusqu'ici nous l'avons systématiquement supposée et cette hypothèse reste valable.

En revanche, lorsque l'on envisage un choc positif de productivité, on suppose que le travail devient plus productif et que des gains de productivité sont générés dans l'économie. Des travaux empiriques montrent à qu'en longue période gains de productivité et salaire réel croissent à un rythme très proche. La formalisation d'un tel constat empirique peut s'écrire comme suit

$$\frac{d\gamma}{\gamma} = \theta \frac{da}{a}$$

Le paramètre  $\theta$ , le coefficient d'indexation gouverne à quel point l'évolution du salaire réel est sensible à celle de la productivité. Lorsque  $\theta = 1$ , l'indexation est parfaite : la totalité des gains de productivité sont répercutés dans l'évolution des salaires réels,  $\gamma$ . Les salariés profitent au maximum des gains de productivité, si bien que leurs revenus réels progressent au même rythme. Pour  $\theta = 0$ , les salaires ne sont pas indexés. Ils évoluent indépendamment des gains de productivité.

Cette discussion a priori anodine prend tout son sens lorsque l'on se rappelle qu'emploi, productivité et salaire réel sont liées par la relation de long terme suivante :

$$f'(n) = (1 + m) \frac{W}{aP} = (1 + m) \frac{\gamma}{a}$$

Partant de là, notons que les évolutions de l'emploi sont données par

$$f''(n)dn = (1 + m)d\left(\frac{\gamma}{a}\right) = (1 + m)\frac{\gamma}{a}\left(\frac{d\gamma}{\gamma} - \frac{da}{a}\right)$$

Soit en remplaçant  $\frac{d\gamma}{\gamma} = \theta \frac{da}{a}$ ,

$$dn = -\frac{(1+m)\gamma}{f''(n)} \frac{1}{a} (1-\theta) \frac{da}{a}$$

Supposons que  $f''(n) < 0$ , sous l'hypothèse d'une productivité marginale du travail décroissante.

On apprend alors de l'expression précédente qu'à la suite d'un choc de productivité positif ( $da > 0$ ), l'emploi progresse si  $\theta < 1$ , et régresse si  $\theta > 1$ .

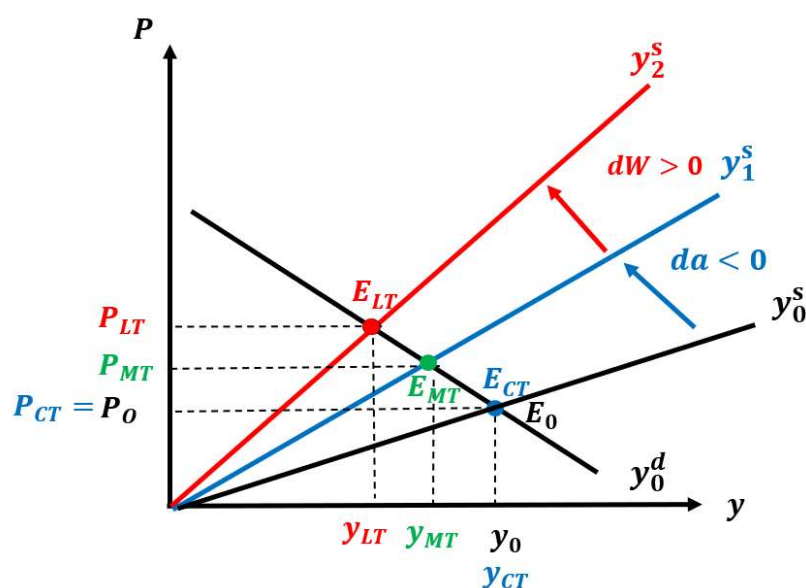
Ainsi, la conclusion selon laquelle un choc positif de productivité était à l'origine d'un accroissement de l'emploi à long terme  $dn > 0$ , n'est valable que si le salaire réel est imparfaitement indexé aux gains de productivité de sorte que  $\theta < 1$ .

L'efficacité d'un choc de productivité positif à long terme sur l'emploi est plus généralement reliée au degré d'indexation des salaires réels sur les gains de productivité.

## Chocs pétroliers et effets différenciés

L'exemple des chocs pétroliers permet d'illustrer la façon dont un choc identique peut avoir des effets très différents en termes de dynamique de l'emploi, et à quel point la notion d'indexation peut jouer un rôle dans cette réponse différenciée.

Une élévation brutale du prix du baril du pétrole tel qu'observé en 1973-1974 puis en 1979-1980 peut s'interpréter comme un choc d'offre négatif de productivité et interprété comme une baisse du paramètre  $a$ . Ce choc peut être représenté par le graphique ci-dessous :

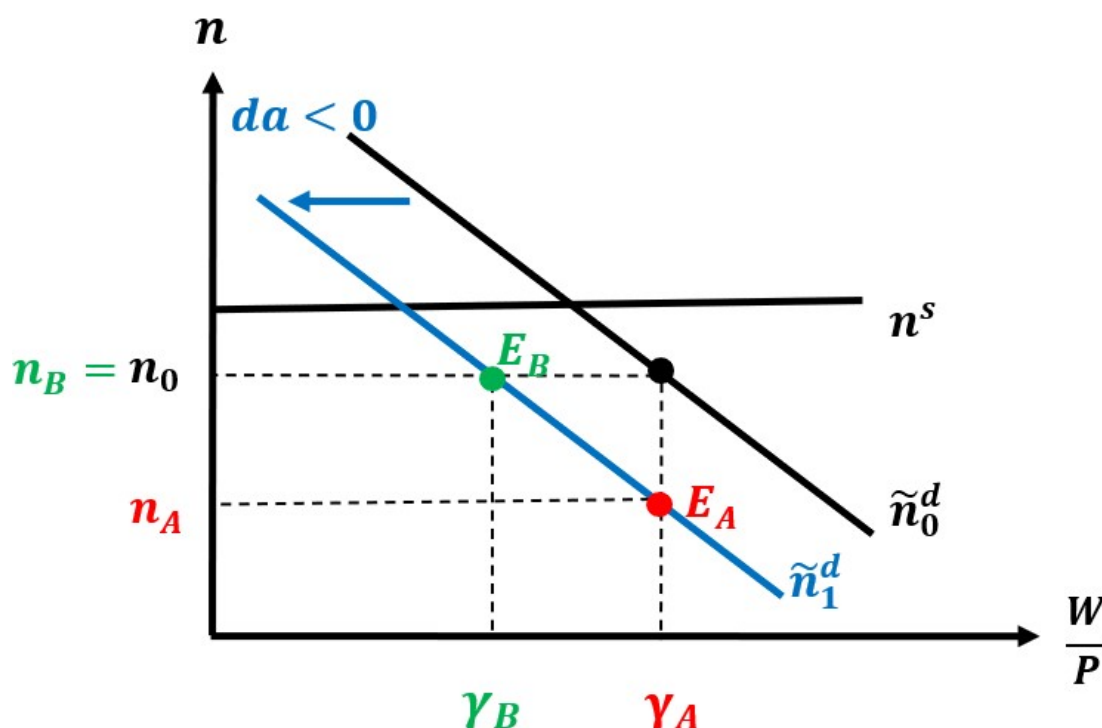


Graphique 7 : Impact à long terme d'un choc pétrolier (ou d'un choc négatif de productivité) sur l'offre et la demande globales

Suite à ce choc, les réactions en Europe et aux Etats-Unis furent assez distinctes. Le chômage se développa progressivement dans la période suivante, tandis qu'à la suite du développement d'un chômage sur le marché du travail américain jusqu'en 1974-1975, on observa un retour à son niveau initial.

Le degré d'indexation des salaires réels donne une explication plutôt satisfaisante des évolutions observées. Dans un pays tel que les Etats-Unis, le niveau élevé d'indexation a conduit à de fortes de baisse de salaires réels à la suite du choc négatif, préservant ainsi la capacité d'embauche des entreprises. Le fort ajustement des salaires réels a permis de stabiliser l'évolution de l'emploi.

En revanche, en Europe, caractérisée par un degré plus faible, voire une absence d'indexation des salaires réelles, la réponse s'est faite par un maintien des niveaux du pouvoir d'achat des travailleurs conduisant de manière inéluctable à un chômage durable. A salaire réel rigide, l'ajustement ne peut s'opérer que par les volumes, l'emploi recule et le chômage progresse. Le graphique ci-dessous permet d'illustrer les conséquences sur le long terme d'un choc de productivité négatif, selon que les salaires sont ou pas indexés sur la productivité.



Graphique 8 : Impact à long terme d'un choc pétrolier (ou d'un choc négatif de productivité) sur le marché du travail

Si  $E_0$  est la situation initiale, à la suite du choc négatif, si les salaires réels sont rigides (peu ou pas indexés sur les gains de productivité), l'économie se déplace de  $E_0$  à  $E_A$ , un chômage dit structurel, par opposition au chômage conjoncturel, se développe.

Si l'on envisage maintenant, en partant de  $E_0$  le cas d'une économie avec un niveau d'indexation élevé. Dans ce cas de figure, le taux de salaire réel va s'ajuster, ici à la baisse, passant de  $E_0$  à  $E_B$ . Le niveau d'emploi est sauvegardé mais au prix d'une baisse drastique du pouvoir d'achat des travailleurs.