ECO 361 Jean-Baptiste Michau
Juin 2023 Ecole Polytechnique

Introduction à l'économie

Solution 7: L'économie du travail

Exercice 1: Production viticole

1/ La productivité marginale du travail (en euros) correspond à la valeur de la production réalisée par une unité de travail supplémentaire. La production totale de l'entreprise, en euros, est égale à $1000Q = 1000\left[60L - L^2\right] = 60000L - 1000L^2$. Par conséquent, la production d'une unité de travail supplémentaire, en euros, est donnée par:

$$\begin{aligned} PMT &= \frac{d\left[60000L - 1000L^2\right]}{dL}, \\ &= 60000 - 2000L. \end{aligned}$$

Une entreprise maximisant ses profits embauche des travailleurs jusqu'à ce que la productivité marginale du travail PMT est égale au salaire W. La demande de travail d'une entreprise est donc donnée par:

$$L = 30 - \frac{W}{2000}.$$

La demande de travail est une fonction décroissante du salaire, ce qui résulte d'une productivité marginale du travail elle-même décroissante du nombre d'employés.

L'industrie viticole comptant 10 entreprises, sa demande totale de travail L^d est égale à:

$$\begin{aligned} L^d &= 10\left[30 - \frac{W}{2000}\right], \\ &= 300 - \frac{W}{200}. \end{aligned}$$

2/ Si l'offre de travail des 200 travailleurs est parfaitement inélastique, alors la courbe d'offre de travail est trivialement donnée par $L^o = 200$. Le marché du travail est à l'équilibre lorsque le salaire égalise l'offre et la demande:

$$\begin{aligned}
L^o &= L^d, \\
200 &= 300 - \frac{W}{200}, \\
W &= 20000.
\end{aligned}$$

Le salaire annuel est donc de 20 000 euros.

Chacun des 10 producteurs emploie $200/10 = 20$ travailleurs and produit $Q = 60 \cdot 20 - 20^2 = 20\,(60-20) = 800$ tonneaux de vin. Les profits annuel d'un producteur sont donc de $1000Q - WL = 1000 \cdot 800 - 20000 \cdot 20 = 400\ 000$ euros.

3/ Seuls huit producteurs survivent à la catastrophe naturelle. La demande de travail de l'industrie viticole est donc réduite à:

$$\begin{aligned}
L^d &= 8\left[30 - \frac{W}{2000}\right], \\
&= 240 - \frac{W}{250}.
\end{aligned}$$

L'offre de travail étant toujours donnée par $L^o = 200$, le salaire d'équilibre est déterminé par:

$$\begin{aligned}
200 &= 240 - \frac{W}{250}, \\
W &= 10000.
\end{aligned}$$

La salaire annuel est donc de 10 000 euros.

Chacune des 8 entreprises emploie désormais $200/8 = 25$ travailleurs et produit $Q = 60 \cdot 25 - 25^2 = 25\,(60-25) = 875$ tonneaux de vin. Les profits annuel d'un producteur sont donc de $1000Q - WL = 1000 \cdot 875 - 10000 \cdot 25 = 625\ 000$ euros. La production totale de vin passe de $800 \cdot 10 = 8000$ tonneaux à $875 \cdot 8 = 7000$ tonneaux. Enfin, la profitabilité de l'ensemble du secteur viticole passe de $10 \cdot 400000 = 4$ millions d'euros à $8 \cdot 625000 = 5$ millions d'euros.

En somme, la disparition de 2 des 10 producteurs réduit le salaire de moitié, augmente la production de chaque entreprise de près de 10%, améliore la profitabilité de ces entreprises de plus de 50%, diminue la production agricole totale de 12,5% et augmente la profitabilité de l'ensemble du secteur de 25%.

Ces résultats sont la conséquence de la décroissance de la productivité marginale du travail. Chaque entreprise embauche cinq employés supplémentaires. Hors, *ces travailleurs étaient plus productifs chez leurs employeurs initiaux que chez les huit survivants de la catastrophe naturelle*. Ainsi, le salaire diminue très fortement, tandis que la profitabilité de chaque entreprise augmente beaucoup plus que le niveau de sa production. L'effet est si fort que la profitabilité de l'ensemble du secteur augmente de 25%, alors même que la production viticole totale diminue de 12,5%.

Exercice 2: "College wage premium"

1/ Le graphique montre que, depuis les années 1980, l'écart de salaire entre les diplômés universitaires et les autres travailleurs s'est fortement accru, alors même que la fraction de travailleurs diplômés n'a cessé d'augmenter. C'est paradoxal. En théorie, une augmentation de l'offre de travail qualifié devrait réduire la productivité marginale des diplômés universitaires, et donc leur salaire relativement à celui des non qualifiés.

Pour résoudre ce paradoxe, on doit supposer que, parallèlement à l'augmentation de l'offre de travail qualifié, l'économie américaine a subi une augmentation de la demande de travail qualifié. L'objectif du reste de l'exercice est de préciser ce scénario.

2/ Les paramètres A_L et A_H déterminent l'efficacité productive des deux types de travailleurs. Ainsi, lorsque A_L double, chaque travailleur non qualifié est deux fois plus efficace, ce qui est équivalent à un doublement de leur nombre L.

Le paramètre ε détermine le degré de complémentarité entre travail qualifié et non qualifié. Lorsque $\varepsilon = 0$, il y a une complémentarité parfaite entre les deux types de travailleurs. Autrement dit, les deux types de travailleurs doivent nécessairement travailler ensemble, dans des proportions fixes, afin de pouvoir créer des richesses. A l'inverse, lorsque $\varepsilon \to \infty$, les deux types de travailleurs sont parfaitement substituables. Seul le nombre total de travailleurs compte, pondérés par leurs productivités respectives. Enfin, $\varepsilon = 1$ correspond à un niveau intermédiaire de complémentarité. Plus ε est élevé, moins les deux types de travailleurs sont complémentaires.

Enfin, le paramètre α correspond à l'importance des travailleurs non qualifiés, relativement aux qualifiés, dans le processus de production.

3/ Le salaire w_H des travailleurs qualifiés est égal à leur productivité marginale:

$$\begin{aligned}
w_H &= \frac{\partial Q}{\partial H}, \\
&= \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}\left[(1-\alpha)(A_L L)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} + \alpha (A_H H)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}}\right]^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}-1} \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}\alpha (A_H)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} H^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}-1}, \\
&= \left[(1-\alpha)(A_L L)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} + \alpha (A_H H)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}}\right]^{\frac{1}{\varepsilon-1}} \alpha (A_H)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} H^{\frac{-1}{\varepsilon}}.
\end{aligned}$$

De la même manière, le salaire w_L des travailleurs non qualifiés est égal à:

$$\begin{aligned} w_L &= \frac{\partial Q}{\partial L}, \\ &= \left[(1-\alpha)(A_L L)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} + \alpha (A_H H)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}}\right]^{\frac{1}{\varepsilon-1}} (1-\alpha)(A_L)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} L^{\frac{-1}{\varepsilon}}. \end{aligned}$$

Le "college wage premium" $\omega = w_H/w_L$ s'élève donc à:

$$\omega = \frac{\alpha}{1-\alpha}\left(\frac{A_H}{A_L}\right)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}}\left(\frac{H}{L}\right)^{\frac{-1}{\varepsilon}}.$$

Notez que le cas vraisemblable est d'avoir un "college wage premium" supérieur à 1, ce qui requiert:

$$\frac{A_H}{A_L} > \left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right)^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}}\left(\frac{H}{L}\right)^{\frac{1}{\varepsilon-1}}.$$

Une augmentation de la proportion de travailleurs qualifiés H/L diminue le "college wage premium" ω. Cela résulte d'une productivité marginale du travail qualifié qui est décroissante du nombre de travailleurs qualifiés et croissante du nombre de travailleurs non qualifiés.[1] Il y a donc une complémentarité entre les deux types de travailleurs. D'ailleurs, plus ε est élevé, moins cette complémentarité est forte et, donc, moins le "college wage premium" ne dépend de la proportion de travailleurs qualifiés.

4/ Depuis les années 1980, on a simultanément observé une hausse de H/L et de ω, d'où le paradoxe. Une explication serait que, dans le même temps, $(A_H/A_L)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}}$ ait également augmenté. Si la complémentarité entre les deux types de travail est forte, $\varepsilon < 1$, cela requiert une hausse de l'efficacité productive des travailleurs non qualifiés, A_L/A_H. Dans ce cas, une hausse de A_L/A_H démultiplie l'efficacité des travailleurs peu qualifiés et augmente donc la rareté relative des travailleurs qualifiés, dont le salaire augmente (relativement au salaire des non qualifiés).

A l'inverse, si la complémentarité entre les deux types de travail est faible, $\varepsilon > 1$, la résolution du paradoxe requiert une hausse de l'efficacité productive des travailleurs qualifiés, A_H/A_L. La faible complémentarité implique que la productivité marginale des travailleurs qualifiés dépend principalement de leur propre efficacité productive A_H, et

[1] La productivité marginale de travail qualifié est donnée par:

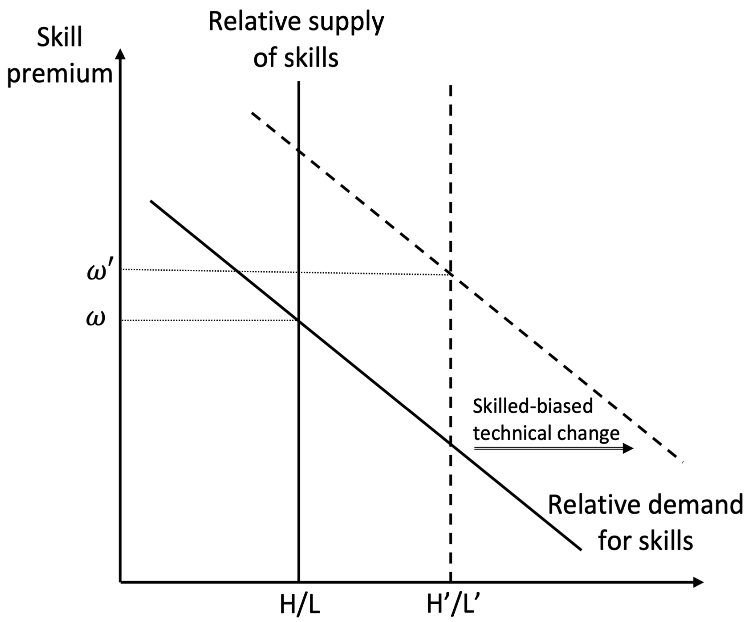
$$\begin{aligned} \frac{\partial Q}{\partial H} &= \left[(1-\alpha)(A_L L)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} + \alpha (A_H H)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}}\right]^{\frac{1}{\varepsilon-1}} \alpha (A_H)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} H^{\frac{-1}{\varepsilon}}, \\ &= \left[(1-\alpha)\left(A_L \frac{L}{H}\right)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} + \alpha (A_H)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}}\right]^{\frac{1}{\varepsilon-1}} \alpha (A_H)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}}. \end{aligned}$$

non du nombre L ou de l'efficacité A_L des travailleurs peu qualifiés.[2]

La seconde de ces deux possibilités semble plus plausible. D'abord parce que la majorité des études empiriques concluent à une complémentarité faible entre travail qualifié et non qualifié, avec $\varepsilon \in (1, 2)$. Ensuite, parce qu'au cours des dernières décennies, le progrès technique a été biaisé et a beaucoup plus augmenté la productivité des travailleurs qualifiés que non qualifiés. C'est en particulier le cas des progrès de l'informatique. On parle de **"skilled-biased technical change"**.

La graphique ci-dessous montre que la demande de travail qualifié s'est fortement accrue, à tel point que le "college wage premium" a augmenté alors même que le nombre de diplômés universitaires était en forte hausse. Ces évolutions technologiques sont une cause majeure de l'accroissement des inégalités aux Etats-Unis au cours des trois ou quatre dernières décennies.

Soulignons que, par soucis de simplicité, notre représentation graphique suppose que l'offre de travail est inélastique. Ceci étant, à très long terme, une augmentation du "college wage premium" ω est de nature à accroître l'offre relative de travail qualifié H/L. Mais, à court et moyen terme, les travailleurs peuvent difficilement modifier leur niveau de qualification et cette offre est donc pratiquement inélastique. Autrement dit, même si, sur le graphique, la courbe d'offre relative de travail qualifié H/L était légèrement croissante du "college wage premium" ω, l'augmentation massive de niveau de qualification de la population américaine devrait être interprétée comme étant une translation vers la droite de cette courbe, ce qui ne modifierait pas notre analyse.



Cet exercice était basé sur:

[2] Dans le cas extrême où $\varepsilon \to \infty$, on a $Q = (1-\alpha) A_L L + \alpha A_H H$.

Acemoglu, D., 2002, 'Technical Change, Inequality, and the Labor Market', *Journal of Economic Literature*, 40, 7-72.

Exercice 3: Salaire minimum

A/ Les effets du salaire minimum au sein d'un marché du travail compétitif sont représentés sur la figure 3.1 ci-dessous. Le salaire d'équilibre w^* égalise l'offre et la demande de travail, ce qui aboutit à une quantité de travail effectuée égale à L^*. Le salaire minimum $\underline{w}$, supérieur à w^*, diminue la demande de travail des entreprises de L^* à L_D tandis qu'elle augmente l'offre de travail des ménages de L^* à L_O. Cet écart $L_O - L_D$ entre l'offre et la demande de travail correspond à la quantité de chômage générée par cette politique. (On peut parler de sous-emploi, plutôt que de chômage, si cet écart est partagé par tous les ménages qui travaillent moins longtemps qu'ils ne le souhaiteraient.)

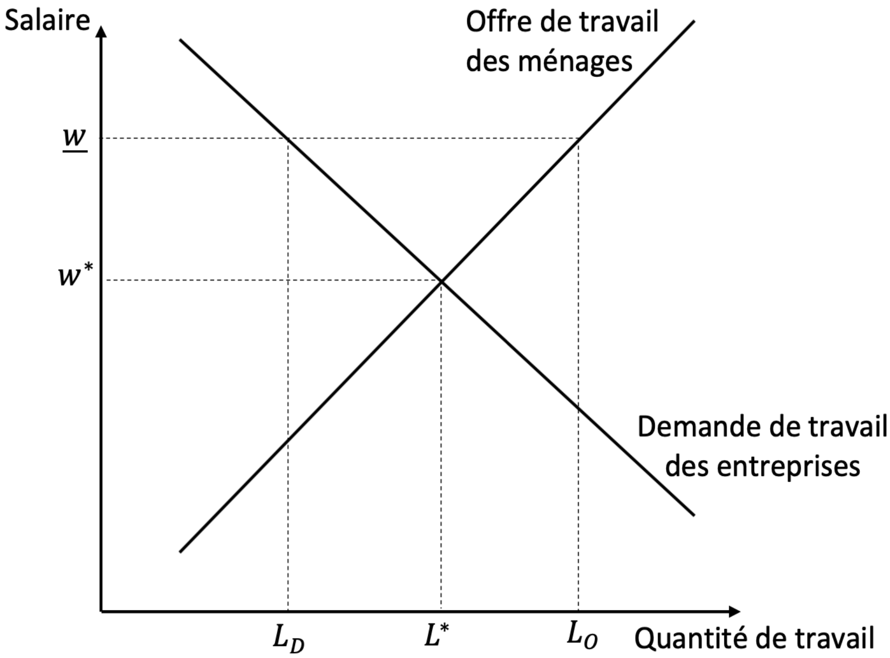


Figure 3.1: Salaire minimum dans un marché du travail parfaitement compétitif

B/ Le monopsone étant le seul "acheteur" de travail, il choisit le point sur la courbe d'offre de travail qui maximise ses profits. Par conséquent, pour augmenter la quantité de travail dont il dispose, le monopsone doit accepter de payer un salaire plus élevé *pour toutes les heures de travail effectuées*. Le coût marginal d'une heure de travail supplémentaire est donc constitué de:

- Du salaire qui doit être payé sur cette heure supplémentaire;
- De l'augmentation de salaire que cela implique sur l'ensemble des heures de travail effectuées.

Seul le premier effet est à l'oeuvre dans un marché du travail parfaitement compétitif (puisqu'une entreprise n'a aucune influence sur le salaire). Le deuxième effet, qui est spécifique au monopsone, augmente le coût marginal du travail au delà du salaire.

Formellement, si $S(w)$ est la courbe d'offre de travail, alors le coût du travail pour le monopsone est égal à wL avec $L = S(w)$. Par conséquent, le coût marginal du travail pour le monopsone s'élève à:

$$\begin{aligned} \frac{d(wL)}{dL} &= \frac{d(S^{-1}(L)L)}{dL}, \\ &= L\frac{d(S^{-1}(L))}{dL} + S^{-1}(L), \\ &= \frac{L}{S'(w)} + w. \end{aligned}$$

Dans un marché du travail compétitif, chaque entreprise prend w comme étant donné, ce qui implique un coût marginal du travail simplement égal à $d(wL)/dL = w$.

C/ Pour chaque niveau d'emploi, le salaire correspondant est donné par la courbe d'offre de travail des ménages. Le coût marginal du travail étant supérieur au salaire, la courbe correspondante est au-dessus de la courbe d'offre de travail. En outre, plus la quantité de travail embauchée est élevée, plus l'écart entre les deux courbes est grand. Par ailleurs, on suppose que la productivité marginale du travail est une fonction décroissante de la quantité de travail embauchée par le monopsone. Cette situation est représentée sur la figure 3.2 ci-dessous.

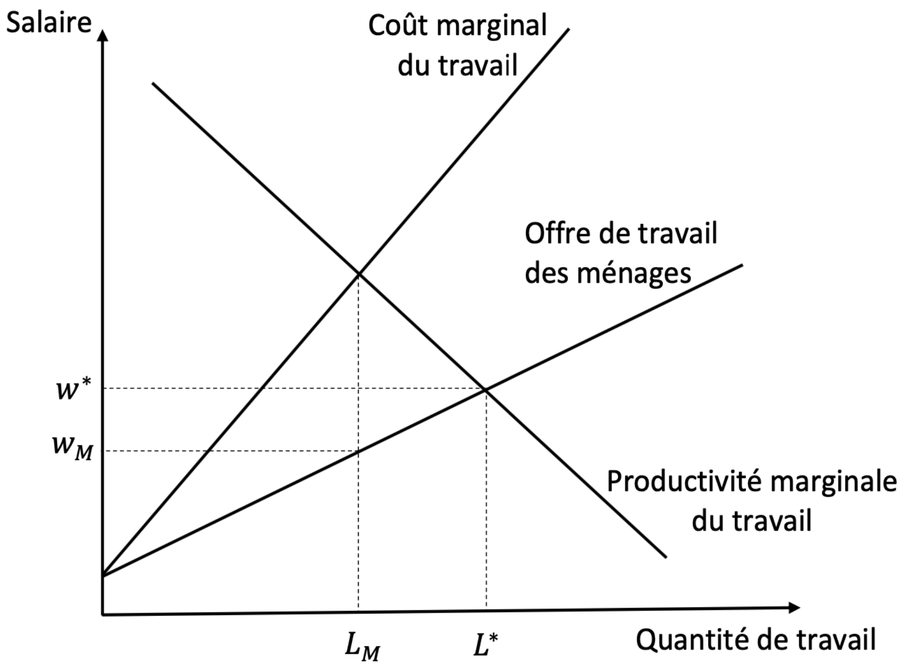


Figure 3.2: Monopsone

Le monopsone maximisant ses profits, il choisit d'embaucher des travailleurs jusqu'à ce que la productivité marginale du travail soit égale au coût marginal du travail. Cela détermine le niveau d'emploi L_M. Le salaire w_M est choisi par le monopsone de manière à ce que l'offre de travail soit égal à L_M.

Dans un marché du travail parfaitement compétitif, le coût marginal du travail est égal au salaire. La demande de travail des entreprises est donc telle que la productivité marginale du travail est égale au salaire. Autrement dit, la courbe de demande de travail coïncide avec la courbe de productivité marginale. Le salaire d'équilibre w^* et le niveau de l'emploi L^* sont donc déterminés par l'intersection entre la courbe de productivité marginale et la courbe d'offre de travail des ménages.

On remarque que les niveaux de l'emploi et du salaire sont plus faibles dans le cas du monopsone que dans celui du marché parfaitement compétitif. Le monopsone choisit de réduire l'emploi afin de diminuer le coût du travail et d'augmenter ses marges. C'est le miroir de la situation du monopole qui diminue sa production afin d'augmenter ses prix et, donc, ses profits.

D/ La perte sèche engendrée par le monopsone correspond à la surface triangulaire qui est: 1/ en-dessous de la courbe de productivité marginale du travail, 2/ au-dessus de la courbe d'offre de travail, et 3/ à droite du niveau d'emploi L_M choisit par le monopsone.

Une augmentation marginale de l'emploi engendre une hausse de la production égale à la productivité marginale du travail, tandis que les travailleurs sont disposés à fournir cet effort supplémentaire pourvu qu'ils soient payés au moins au niveau de salaire donné par la courbe d'offre de travail. Le surplus généré par cette augmentation de l'emploi est donc égal à la différence entre la courbe de productivité marginale et la courbe d'offre. La perte sèche engendrée par le monopsone correspond au cumul de cet écart sur tout l'intervalle allant de L_M à L^*.

E/ Comme illustré sur la figure 3.3 ci-dessous, un salaire minimum $\underline{w}$ fixé entre w_M et w^* augmente l'emploi de L_M à $\underline{L}$. Cette mesure augmente donc le niveau des salaires et l'emploi, tout en réduisant la perte sèche (le triangle correspondant étant à droite du nouveau niveau de l'emploi $\underline{L}$).

L'explication est que le monopsone ne pouvant plus diminuer le salaire en dessous de $\underline{w}$, choisit d'embaucher la quantité de travail $\underline{L}$ offerte par les ménages puisque leur productivité marginale reste supérieure au niveau de leur salaire.

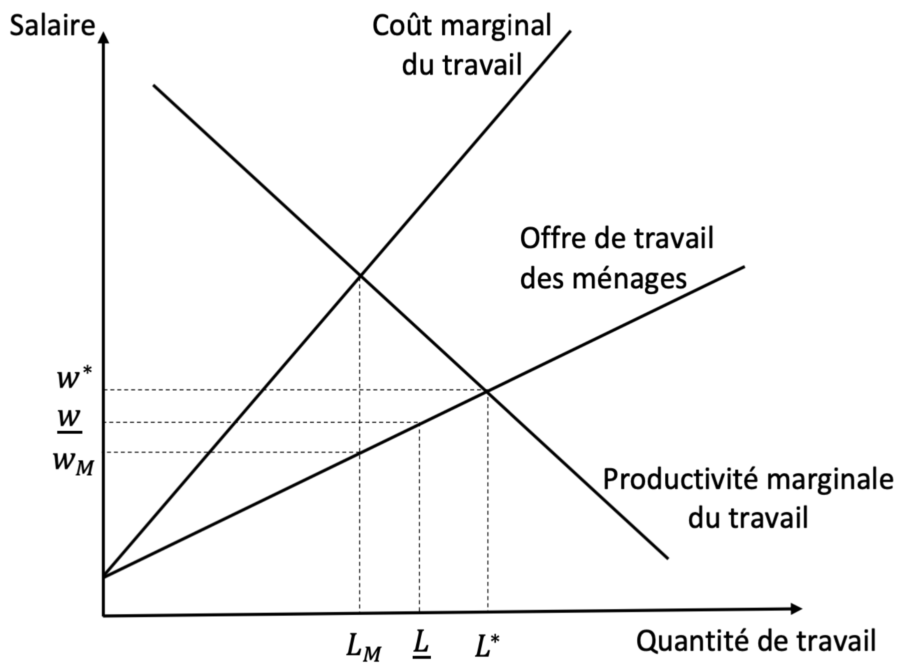


Figure 3.3: Salaire minimum inférieur à w^* en cas de monopsone

La figure 3.4 montre que, une fois que le salaire minimum $\underline{w}$ excède w^*, la demande de travail $\underline{L}$ du monopsone est déterminée par la productivité marginale du travail au niveau du salaire minimum $\underline{w}$. En effet, une entreprise qui maximise ses profits ne choisit jamais d'embaucher avec une productivité marginale du travail inférieure au salaire. Ainsi, une fois atteint le niveau w^*, toute augmentation du salaire minimum diminue la demande de travail du monopsone et augmente l'offre de travail des ménages (au niveau L_O représenté sur le graphique), générant ainsi du chômage (ou du sous-emploi) comme c'est le cas dans un marché du travail parfaitement compétitif.

Un salaire minimum $\underline{w}$ supérieur à w^* a donc exactement le même effet sur le marché du travail, que l'on soit dans le cas du monopsone ou d'un marché parfaitement compétitif. Il n'est donc jamais efficace de fixer un salaire minimum supérieur à w^*.

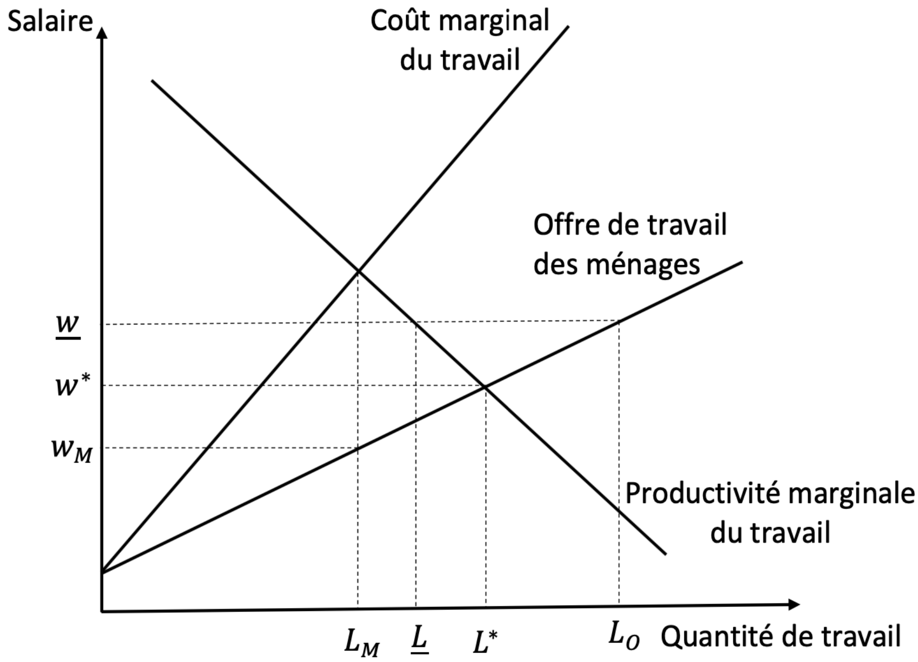


Figure 3.4: Salaire minimum supérieur à w^* en cas de monopsone

Exercice 4: Recettes fiscales

1/ L'élasticité de l'offre de travail par rapport au salaire correspond au pourcentage d'augmentation de l'offre de travail provoqué par une hausse de 1% du niveau des salaires (net d'impôts). L'élasticité est donc donnée par:

$$\begin{aligned}\frac{\text{\% d'augmentation de } L^s}{\text{1\% d'augmentation de } W} &= \frac{dL^s/L^s}{dW/W}, \\ &= \frac{W}{L^s}\frac{dL^s}{dW}, \\ &= \frac{W}{L^s}\varepsilon W^{\varepsilon-1}, \\ &= \varepsilon.\end{aligned}$$

L'élasticité de l'offre de travail est égale au paramètre ε.

2/ Une productivité marginale du travail constante implique que la demande de travail des entreprises est parfaitement inélastique. Tous les travailleurs reçoivent donc un salaire de $\bar{W}$. Le salaire net d'impôts est égal à $(1-\tau)\bar{W}$, ce qui implique une offre de travail de:

$$L^s = \left[(1-\tau)\bar{W}\right]^{\varepsilon}.$$

Les recettes fiscales s'élèvent donc à:

$$\tau \bar{W} L^s = \tau \bar{W}\left[(1-\tau)\bar{W}\right]^{\varepsilon}.$$

Le taux d'impôt τ^* qui maximise ces recettes fiscales maximise également leur logarithme. On peut donc considérer que l'objectif est de maximiser:

$$\ln \tau + \varepsilon \ln (1-\tau) + (\varepsilon+1) \ln \bar{W}.$$

La condition de première ordre est:

$$\frac{1}{\tau^*} - \frac{\varepsilon}{1-\tau^*} = 0,$$

ce qui donne:

$$\tau^* = \frac{1}{1+\varepsilon}.$$

Ce taux d'imposition donne le sommet de la **courbe de Laffer**, où plutôt de Dupuit-Laffer (que nous avions vu dans la 4ème séance de cours).

Le taux d'imposition τ^* qui maximise les recettes fiscales est décroissant de l'élasticité ε de l'offre de travail. Pour comprendre ce résultat, soulignons qu'une augmentation du taux d'imposition τ a deux effets: 1/ cela augmente les recettes fiscales pour une offre de travail donnée; 2/ cela réduit l'offre de travail L^s et donc la base fiscale $\bar{W}L^s$. Plus l'offre de travail est élastique, plus le deuxième effet est fort, ce qui diminue le taux d'imposition à partir duquel une hausse d'impôt réduit les recettes fiscales.

Selon la littérature empirique, l'élasticité de l'offre de travail est d'environ 0.5. Cela implique $\tau^* = 66.7\%$. Ainsi, si le taux d'imposition des revenus du travail est supérieur à 66.7%, alors une diminution de ce taux augmente les recettes de l'Etat.