Chapitre II

LES MONOPOLES NATURELS

1) Rappels sur le monopole

i) *Hypothèses et notations*

Définition :

Une entreprise est en position de monopole si elle est seule à fournir le marché d'un bien pour lequel il n'existe pas de substitut proche.

Cette position lui confère un pouvoir de marché, c'est-à-dire la capacité d'influencer l'équilibre du marché ; et, a priori, le monopole va chercher à l'utiliser pour améliorer son profit.

Trois explications peuvent en fait être avancées pour justifier une position de monopole :

- un avantage technologique : un innovateur pourra acquérir une position de monopole, soit en découvrant un nouveau procédé de fabrication moins coûteux pour un produit existant, soit en mettant au point un nouveau produit ; cette position pourra être maintenue tant que les concurrents potentiels ne pourront pas imiter le monopole (rôle des brevets) ;
- un monopole légal : certains marchés sont protégés par le législateur (par exemple, le tabac), en général pour financer les dépenses de l'Etat ;
- un monopole naturel : dans certaines conditions technologiques, il est possible qu'aucun équilibre concurrentiel ne puisse émerger, ou bien que cela ne soit pas socialement optimal.

ii) *Equilibre du monopole*

Pour caractériser le comportement du monopole, on note :

q = offre du monopole

$C(q)$ = coût de production total

$P(q)$ = fonction de demande inverse

$\pi(q) = P(q)\, q - C(q)$ = profit du monopole

Définition :

Un équilibre du monopole est la donnée d'une quantité q^* telle que le profit du monopole soit maximum, ce dernier étant supposé anticiper les variation du prix d'équilibre du marché en fonction de son offre : $\pi(q^*) \geq \pi(q)$, pour tout q.

On peut caractériser cet équilibre à partir des conditions suivantes. Si la quantité q^* forme un équilibre du monopole, alors elle vérifie les conditions :

$$\pi'(q) = P(q) + P'(q)\,q - C'(q) = 0,$$
$$\pi''(q) \leq 0.$$

Elles sont obtenues directement à partir des conditions du premier ordre et du second ordre pour un maximum du profit du monopole.

La première condition s'énonce habituellement en définissant :

$$Rm = P(q) + P'(q)\,q = \text{recette marginale du monopole},$$
$$Cm = C'(q) = \text{coût marginal du monopole}.$$

La recette marginale est l'accroissement des recettes du monopole sur le marché, consécutif à l'augmentation de son offre d'une unité (infiniment petite). Elle se décompose en deux parties :

- $P(q)$ est la recette obtenue sur l'unité additionnelle (marginale) ;
- $P'(q)\,q$ est la diminution des recettes sur l'ensemble des unités déjà offertes sur le marché. (En supposant que $P'(q) < 0$, l'augmentation de l'offre induit une baisse du prix sur les unités infra marginales, donc une diminution des recettes.)

Le coût marginal est l'accroissement du coût du monopole suite à l'accroissement de sa production d'une unité (infiniment petite).

A partir de ces définitions, on peut énoncer les conditions remplies par un équilibre du monopole comme suit.

Propriété :

Si un équilibre du monopole est obtenu pour la quantité q^*, alors on a :

$$Rm = Cm,$$
$$Rm - Cm \text{ est décroissant au voisinage de } q^*.$$

La première condition implique que la dernière unité offerte rapporte autant qu'elle coûte à produire. La seconde condition vérifie d'une modification de cette quantité ne peut que réduire le profit du monopole.

On peut illustrer cette propriété à l'aide la figure suivante, où l'on suppose que $P(q) = a - bq$ (d'où, $Rm = a - 2bq$) et que Cm est d'abord décroissante, puis croissante. Sur cette figure, deux points, marqués d'un cercle, satisfont la première condition $Rm = Cm$. Seul E^* satisfait aussi la seconde et détermine un équilibre du monopole.

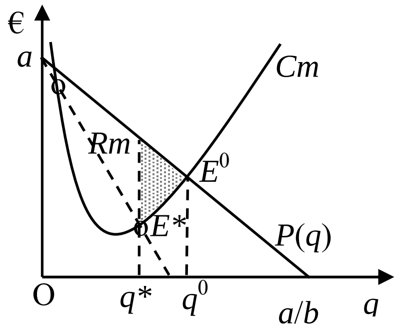


Figure 1. Equilibre du monopole.

Une autre caractérisation de l'équilibre du monopole est souvent présentée, en utilisant la notion d'élasticité de la demande par rapport au prix :

$$e_{q/p} = -(\mathrm{d}q/\mathrm{d}p).(p/q) = -P(q)/(P'(q)\,q).$$

Cette grandeur sans unité donne la variation, en pourcents, de la quantité demandée, par suite d'une hausse d'une unité de pourcentage (infiniment petite) du prix.
A l'équilibre du monopole, on a :

$$Rm = P(q) + P'(q)\,q = Cm$$
$$\Leftrightarrow P(q) - Cm = -P'(q)\,q$$
$$\Leftrightarrow (P(q) - Cm)/P(q) = -(P'(q)\,q)/P(q) = 1/e_{q/p}.$$

D'où, le taux de marge sur l'unité marginale (i.e., le membre de gauche de la dernière égalité) est égale à l'inverse de l'élasticité de la demande par rapport au prix.

iii) *Propriétés normatives*

Pour finir, rappelons que l'équilibre du monopole n'est pas un état optimal de l'économie ; autrement dit, il est possible de trouver un autre niveau de production, qui améliorerait la situation de tous les agents économiques simultanément.

Pour mettre cela en évidence, on utilise la notion de surplus social.

Définition :

Le surplus social est la différence entre ce que les consommateurs sont disposés à payer, au maximum, pour consommer le bien en une quantité donnée et le coût de production de cette quantité.

Graphiquement, la somme maximale que les consommateurs seraient prêts à payer pour une certaine quantité du bien correspond à l'aire de la surface sous la courbe de demande, entre l'origine et la quantité considérée ; le coût de production de cette quantité correspond à l'aire de la surface sous la courbe de coût marginal, sur la même plage (en négligeant les coûts fixes) ; le surplus social est la différence entre ces deux mesures.

On rappelle aussi le résultat important suivant, qui donne un moyen simple de déterminer un état optimal.

Propriété :

Un état économique est un état optimal si, et seulement si, il maximise le surplus social.

Sur la figure précédente, l'équilibre du monopole n'est pas un état optimal : en augmentant la production de q^* à q^0, on augmente le surplus social de $P(q) - Cm$ sur chaque unité supplémentaire (infiniment petite) ; au total, le surplus se trouve augmenté d'une quantité égale à l'aire de la surface grisée de la figure.
Par contre, l'état E^0 est optimal. Tout autre état économique induit une diminution du surplus social. Cet état est défini pour la quantité q^0 qui égalise le prix $P(q)$ et le coût marginal Cm. Enfin, on sait que cette situation est caractéristique d'un équilibre concurrentiel du marché.

D'où il vient la conclusion suivante.

Proposition :

L'équilibre du monopole induit un état économique sous-optimal au sens de Pareto. En particulier, l'état économique associé est dominé, au sens du critère de Pareto, par l'état obtenu comme équilibre en concurrence pure et parfaite. Une mesure du coût associé au comportement du monopole est donnée par l'aire de la surface grisée sur la figure précédente, appelée *charge morte* du monopole.

Note : Par suite, la protection des innovations par les brevets jouent un rôle ambigu : en prolongeant la durée de vie du monopole, elle augmente la charge morte associée ; mais, dans le même temps, cela incite les innovateurs à financer des programmes de R&D, a priori bénéfique d'un point de vue social.

Exercice 1 : Equilibre du monopole.
Une entreprise est caractérisée par la technologie $C(q) = cq$. Elle est seule à servir le marché d'un bien, dont la fonction de demande inverse est donnée par $P(q) = a - b\,q$. Déterminer l'état optimal du marché et l'équilibre du monopole. Calculer le surplus social dans chaque situation. En déduire la charge morte du monopole. Faire une figure pour illustrer ces résultats.

2) Technologies non convexes

i) *Arguments positifs*

Sur la figure suivante, on représente une fonction de coût ayant les caractéristiques suivantes :

- entre O et q_0, l'entreprise opère dans la zone de rendements croissants : chaque unité (infiniment petite) produite coûte moins chère que la précédente ; graphiquement, cela se traduit par le fait que le coût marginal est décroissant ;

- après q_0, l'entreprise opère dans la zone de rendements décroissants ; chaque unité (infiniment petite) supplémentaire coûte plus et le coût marginal est croissant ;

- le coût moyen de production est supérieur (resp., inférieur) au coût marginal jusqu'au (resp., après le) point q_1, où il atteint un minimum.

Cette situation correspond a priori aux propriétés normales d'une technologie de production.

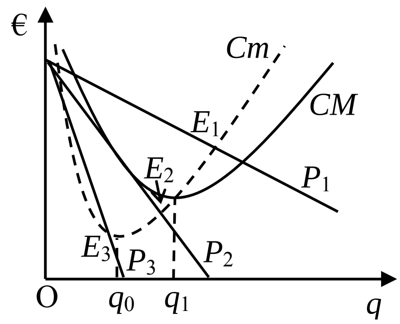


Figure 2.

Supposons maintenant que cette technologie soit partagée par un grand nombre d'entreprises et que la fonction de demande sur le marché soit donnée par l'une des trois courbes P_1, P_2 ou P_3 sur la figure.

On rappelle qu'un équilibre concurrentiel est donné par un prix p et une quantité produite q pour chaque entreprise tels que :

$$p = Cm \text{ et } Cm \text{ est croissant.}$$

Considérons d'abord la demande P_1. Si une seule entreprise approvisionne le marché et si elle se comporte comme si le prix du marché était indépendant de ses choix (hypothèse de concurrence pure et parfaite), le prix d'équilibre serait donné par le point E_1, où $P_1 = Cm$, qui vérifie les conditions précédentes. Comme il serait supérieur au coût moyen de production, l'entreprise ferait des profits. Evidemment, sur un marché parfaitement fluide, d'autres firmes entreraient sur le marché, jusqu'à ce que le prix d'équilibre devienne égal au minimum du coût moyen et qu'aucune entreprise ne fasse plus de profit. Cet équilibre de longue période serait tel que : chaque firme vendrait q_1 unités et ferait un profit nul (car $p = CM$) ; il y aurait autant de firmes de cette dimension que nécessaire, afin de satisfaire la demande qui se présente à ce prix.
Si on envisage maintenant la demande P_2 et si on suppose à nouveau que seule la firme considérée approvisionne le marché et se comporte comme sur un marché concurrentiel, l'équilibre du marché et de la firme doit se situer en E_2, où les conditions rappelées sont

vérifiées ($p = Cm$ et Cm est croissant). A la différence du premier cas, on constate que dans cette situation, l'entreprise fait des pertes, puisque le prix d'équilibre est inférieur à son coût moyen. Par ailleurs, si d'autres firmes entraient sur le marché, le prix ne pourrait que diminuer, et elles feraient également des pertes. On doit donc conclure que la technologie, représentée par Cm et CM, et la demande P_2 sont incompatibles avec l'existence d'un équilibre concurrentiel.
Finalement, si l'on prend la fonction de demande associée à P_3, on voit que la situation précédente ne peut que s'aggraver. Il n'existe même plus de point vérifiant les deux conditions caractérisant un équilibre concurrentiel de l'entreprise. En E_3, on a : $p = Cm$, mais Cm est décroissant ; par ailleurs, l'entreprise fait des pertes, puisque le prix correspondant est inférieur au coût moyen.

On en vient donc à énoncer le résultat.

Proposition :

S'il n'existe pas de quantité q telle que :

$$CM \leq Cm = P(q),$$
$$Cm \text{ est croissant},$$

alors la fonction de demande $P(q)$ et la technologie $C(q)$ sont incompatibles avec l'existence d'un équilibre concurrentiel.

Dans ce type de situation, il se produit donc une défaillance du marché. En effet, soit le marché s'organisera de façon spontanée sous une forme non concurrentielle, soit le bien ne sera pas offert du tout (il n'y aura pas de marché).

ii) *Arguments normatifs*

Considérons à nouveau la situation où toutes les entreprises partagent la même technologie $C(q)$. Supposons que l'on veuille produite Q unités du bien. D'un point de vue social, on voudrait que ces Q unités soient produites au moindre coût. Ceci revient à choisir le nombre d'entreprises n et une répartition de la quantité Q entre elles, pour minimiser leur coût total de production.

Pour simplifier, supposons que la production doit toujours être répartie uniformément entre les entreprises (toutes les entreprises ont la même taille). On cherche donc n pour minimiser $nC(Q/n)$. Si n^* est la solution de ce problème, il vérifie :

$$C(Q/n^*) - (Q/n^*)\, C'(Q/n^*) = 0 \Leftrightarrow C(Q/n^*)/(Q/n^*) = C'(Q/n^*) \Leftrightarrow CM = Cm.$$

Autrement dit, chaque unité de production devrait être telle que son coût moyen de production soit égal à son coût marginal de production : en reprenant la figure précédente, cela se produit au point q_1, où le coût moyen de production est minimum. Chaque entreprise présente doit avoir la taille efficace q_1 et il doit y avoir $Q/q_1 = n^*$ telles entreprises (à l'arrondi près).

Il est un cas particulier qui retient notre attention par la suite, c'est celui des fonctions de coût dites sous-additives.

Définition :

On dit qu'une technologie de production est sous-additive si elle peut être représentée par une fonction de coût telle que :

- quel que soit le nombre d'entreprise,
- quelle que soit la répartition de la quantité Q quelconque entre elles,

il est moins coûteux de faire produire Q par une seule entreprise que par l'ensemble des entreprises.

En revenant à l'hypothèse d'une répartition uniforme, cette propriété s'écrit :

$\forall n, \forall Q$: $\quad C(Q) \leq nC(Q/n)$

ou encore : $\quad C(Q)/Q \leq C(Q/n)/(Q/n)$

Ceci revient donc à dire que le coût moyen est décroissant.

Un exemple simple d'une telle technologie est : $C(q) = cq + F$, où c est le coût unitaire de production et F est un coût fixe. On a alors la représentation graphique suivante.

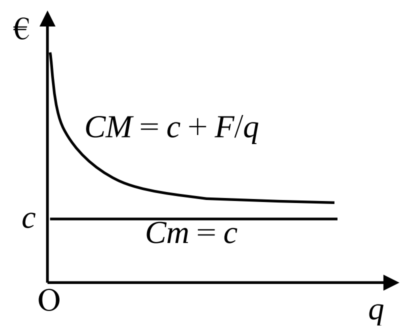


Figure 3. Exemple de technologie sous-additive

iii) *Définition d'un monopole naturel*

On vient de voir que, dans des conditions de coûts sous-additifs, il est donc toujours préférable qu'une seule entreprise offre le bien, quelle que soit la quantité produite. De plus, on montre que le coût moyen est toujours plus grand que le coût marginal (en effet, si $C(q)/q$ est décroissant, on a : $(qC'(q) - C(q))/q^2 < 0$, soit $C'(q) < C(q)/q$). On a donc la propriété suivante.

Propriété : Définition d'un monopole naturel

Dans des conditions de coûts sous-additifs, non seulement un équilibre concurrentiel est impossible, mais aussi, il est plus efficace socialement que la production soit confiée à une unique entreprise. On parle dans ce cas de *monopole naturel*.

Des exemples de tels industries sont : le transport ferroviaire ; la télécommunication ; la distribution de l'eau et de l'électricité ; etc. Tous ces secteurs ont en commun d'opérer avec des coûts fixes importants.

3) Régulation des monopoles naturels

De la conclusion précédente, on tire qu'il risque d'être nécessaire que le régulateur intervienne dans les secteurs où les coûts moyens sont décroissants. En effet, s'il ne fait rien, le bien, s'il est offert, le sera par un secteur non concurrentiel, donc en quantité trop faible, comparée à l'état optimal. L'intervention de l'Etat consisterait alors à fixer directement le prix du bien.

i) *La tarification au coût marginal*

Pour guider son action, le régulateur pourrait suivre un principe universel, bien résumé par Hotelling (1938).

Théorème : (Hotelling, 1938)

Le maximum du bien-être général nécessite que tous les biens soient vendus à leur coût marginal de production.

Si l'on suit cette règle, le régulateur devrait donc imposer une *tarification* dite *au coût marginal*. Autrement dit, connaissant le coût marginal du monopole naturel, il l'obligerait à vendre toute quantité offerte à un prix égal au coût de la dernière unité (infiniment petite) produite : $p = Cm$.

Mais les choses ne sont pas si simples. L'adoption de cette règle fait supporter des pertes au monopole naturel, puisque son coût moyen est toujours plus grand que son coût marginal. Cette intervention doit donc s'accompagner du versement d'une subvention, visant à compenser la perte du monopole. Or, quelle que soit la méthode choisie, le financement de cette aide est coûteuse socialement :

- si le régulateur choisit de lever un nouvel impôt pour financer le déficit de l'entreprise, le coût provient des distorsions introduites par toute forme de prélèvement (du fait de l'impossibilité des prélèvements forfaitaires). On aboutit alors au résultat paradoxal où le régulateur, en créant de nouvelles taxes sur certains marchés, y introduit un écart entre le prix et le coût marginal de production, dans le but d'éliminer ce type d'écart sur le marché du bien produit par le monopole naturel ;

- si le régulateur opère à budget constant, le financement du déficit du monopole naturel se fait au détriment des autres affectations du budget de l'Etat. Le coût de son intervention correspond alors au coût d'opportunité des activités abandonnées.

ii) *La tarification au coût moyen*

On dit que le régulateur impose une tarification au coût moyen lorsque, connaissant le coût moyen du monopole naturel, il l'oblige à vendre toute quantité offerte à un prix égal au coût moyen de toutes les unités produites : $p = CM$.

Cette règle a les défauts symétriques de la tarification au coût marginal.

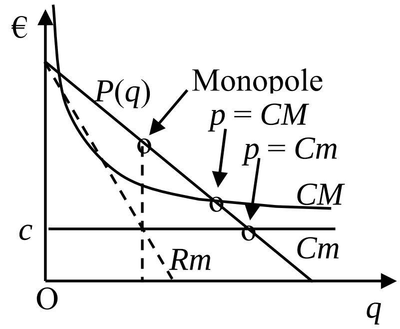
Le prix étant toujours égal au coût moyen, le monopole naturel fait un profit nul. Ceci implique qu'il n'est pas nécessaire de le subventionner et que l'intervention du régulateur est non coûteuse socialement.

Par contre, cette règle n'est pas efficace du point de vue de l'allocation des biens dans l'économie.
Si le consommateur paye le coût moyen, on sait que le fait qu'il achète une unité du bien est un test suffisant de la rentabilité sociale de l'achat ; mais la réciproque est fausse et ce n'est pas parce qu'il n'achète pas une unité quand il paye un prix égal au coût moyen que cette unité n'est pas socialement rentable. En fait, une fois que le coût fixe de production a été dépensé, il n'y a aucune raison de rationner un consommateur qui est disposé à payer le bien à un prix compris entre le coût moyen et le coût marginal de production.
Un autre inconvénient de la tarification au coût moyen est qu'elle donne un mauvais signal aux autres branches de l'économie. Pour comprendre ce point, supposons qu'il existe un bien parfaitement substituables à celui produit par le monopole naturel et qu'il soit produit par un grand nombre d'entreprises dans des conditions de coûts moyens non décroissants. La tarification au coût moyen sur le marché du monopole naturel fixe en même temps le prix sur le marché de l'autre bien. Par conséquent, les entreprises produisant le substitut vont offrir toutes les unités dont le coût marginal est inférieur au coût moyen de la branche régulée. A l'équilibre, le coût de la dernière unité (infiniment petite) produite du bien substitut est égal au coût moyen du monopole, donc supérieur au coût marginal du monopole. Ceci n'est pas efficace puisque, par hypothèse, ces biens sont des substituts parfaits. (Si le monopole produit une unité supplémentaire et si, en contrepartie, les autres entreprises produisent une unité de moins, le coût de production des deux branches diminue, alors que les consommateurs sont indifférents entre ces deux unités.)

iii) *Arbitrage et optimum de second rang*

La figure suivante illustre les trois types de solutions sur le marché du monopole naturel, en fonction de l'intervention du régulateur (pas d'intervention = point désigné par "Monopole" ;

tarification au coût moyen = point désigné par "$p = CM$" ; tarification au coût moyen = point désigné par "$p = Cm$").



Le régulateur n'a aucune raison de se limiter à ces choix. En particulier, il peut être tenté d'adopter une position intermédiaire entre des deux règles de tarification vues, afin d'arbitrer entre les avantages et les inconvénients afférents.

Pour traiter ce point, on note :

t = subvention accordée par le gouvernement

λ = coût unitaire des prélèvements obligatoires

$P(q)$ = fonction de demande inverse

$C(q) = cq + F$ = fonction de coût du monopole naturel

L'objectif social est de maximiser le surplus social, en finançant le déficit du monopole naturel. Formellement, en posant $S(q) = \int_0^q P(s)\,ds$, il faut choisir q pour maximiser :

$$S(q) - C(q) - \lambda t,$$

sous la contrainte :

$$t - C(q) \geq 0.$$

Remarque : On suppose ici que la subvention t est la seule source de revenu du monopole naturel. Autrement dit, la recette $P(q)q$ sur le marché est perçue par l'Etat directement. Ceci n'a pas de conséquence sur l'analyse ci-dessous.

Puisque les transferts sont coûteux, la contrainte d'équilibre du budget est saturée (i.e., $t = C(q)$) et le problème s'écrit, après substitution :

$$S(q) - (1 + \lambda)\, C(q).$$

Une solution q^0 de ce problème vérifie la condition du premier ordre :

$$S'(q) \equiv P(q) = (1 + \lambda)\, c.$$

L'existence de distorsions fiscales justifie donc une tarification au coût marginal social, supérieure au coût marginal de production : chaque unité rapporte $P(q)$ aux consommateurs, coûte c à produire et λc à financer (sous forme de distorsions fiscales et/ou de coût d'opportunité sur les autres postes du budget de l'Etat). Il faut en quelque sorte rationner la demande, pour limiter les subventions versées au monopole.

iii) *Information asymétrique*