

## Commentaire

Gérard Gaudet

Volume 66, Number 4, décembre 1990

Symposium en économie des ressources naturelles

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/601549ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/601549ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

HEC Montréal

ISSN

0001-771X (print)

1710-3991 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Gaudet, G. (1990). Commentaire. *L'Actualité économique*, 66(4), 461–466.  
<https://doi.org/10.7202/601549ar>

## Commentaire

Gérard GAUDET

Département des sciences économiques  
Université du Québec à Montréal

Comme Cairns (1990), je pense qu'il est utile de distinguer deux perspectives à la théorie économique des ressources naturelles non renouvelables. La première se veut une perspective d'équilibre des marchés alors que la seconde s'intéresse plus spécifiquement au problème d'optimisation que pose la gestion d'un stock fixe d'une ressource non renouvelable — ce que l'on nomme parfois la théorie de la mine. Cette classification correspond *grosso modo* à ce que Cairns appelle respectivement le «côté demande» et le «côté offre». Mais elle permet à mon avis de rendre plus explicite son argumentation et d'en voir plus clairement les conséquences.

Ce qui est maintenant connu comme la règle d'Hotelling (sous toutes ses formes, «modifiées» ou non) est une manifestation de la première perspective. Elle est en fait une règle d'arbitrage qui découle d'une condition d'équilibre propre à tout marché des actifs. En effet, en l'absence d'incertitude, une condition d'équilibre du marché des actifs veut que le rendement soit le même sur tous les actifs détenus. Sinon les agents économiques voudront se départir de l'actif à rendement plus faible en faveur de la meilleure alternative de placement, jusqu'à ce que l'égalité soit rétablie.

Ainsi, si on convient de dénoter par  $\mu$  le rendement sur l'unité marginale d'un actif quelconque, par  $\gamma$  la valeur imputée à l'unité marginale de cet actif et par  $r$  le taux de rendement auquel on renonce en détenant l'actif en question (le taux d'intérêt)<sup>1</sup>, alors pour que  $X$  constitue la quantité d'équilibre de cet actif, il faut que

$$\mu(X) = r\gamma(X). \quad (1)$$

L'expression précise de  $\mu$  et de  $\gamma$  va dépendre de la nature de l'actif en question. C'est là que pourra entrer en ligne de compte la perspective «optimisation».

Pour fixer les idées et établir un parallèle entre le problème des ressources non renouvelables et un autre problème bien connu, supposons que l'actif en question soit du capital physique qui sert à produire un bien en quantité  $F(X)$ , dont le prix

---

1. Prenons  $r$  comme donné pour simplifier, quoique celui-ci serait bien sûr endogène dans un véritable cadre d'équilibre général.

est  $p$ . Alors, en l'absence d'incertitude<sup>2</sup>, de taxes, d'effets externes, de coûts d'ajustement et d'imperfections de marché, on aura que

$$\mu = pF'(X) - \delta\gamma + \dot{\gamma}, \quad (2)$$

où  $\delta$  est le taux de dépréciation de ce capital et  $\dot{\gamma}$  est la dérivée par rapport au temps de  $\gamma$ , soit le gain (ou la perte) de capital réalisable sur l'unité marginale de l'actif. Ainsi, le rendement imputable à l'unité marginale de ce capital est donné par la valeur de sa productivité marginale, corrigée pour tenir compte de la valeur de sa dépréciation et du gain de capital. On n'a qu'à substituer dans (1) pour vérifier que la condition d'équilibre peut s'écrire

$$pF'(X) - \delta\gamma + \dot{\gamma} = r\gamma. \quad (3)$$

Mais de la solution du problème d'investissement optimal de la firme, on sait que si  $\pi$  représente le prix du marché de ce bien d'investissement, alors on doit avoir

$$\gamma = \pi. \quad (4)$$

En effet, si  $\gamma > \pi$ , le bénéfice marginal pour la firme d'accroître son stock de capital en excède le coût, l'incitant à investir. Inversement, si  $\gamma < \pi$ , le bénéfice d'accroître son stock de capital en est plus faible que le coût, à la marge, ce qui pousse la firme à désinvestir<sup>3</sup>.

Supposons maintenant que l'actif en question soit un stock de ressources naturelles non renouvelables. La variable  $\gamma$  représente alors la valeur imputée à une unité de la ressource en terre. Par définition on a maintenant  $F(X) \equiv F'(X) \equiv 0^4$ . De même  $\delta \equiv 0$ : la ressource en terre ne «s'évapore» pas. Il s'ensuit que  $\mu = \gamma$ , c'est-à-dire que le seul rendement sur la ressource en terre est le gain de capital que l'on peut en retirer.

Ainsi l'équation (3) se réduit à

$$\dot{\gamma} = r\gamma. \quad (5)$$

L'équilibre du marché des actifs requiert donc que la valeur en terre de la ressource croisse au taux d'intérêt. C'est une formulation de la règle d'Hotelling.

2. Pour une généralisation de la règle d'Hotelling au cas où il y a incertitude sur les rendements des actifs dans l'économie, incluant le rendement sur le stock de ressource, voir Gaudet et Khadr (1991) ainsi que Gaudet et Howitt (1989). Le raisonnement est essentiellement le même qu'en l'absence d'incertitude, sauf que la règle d'Hotelling devra maintenant s'exprimer en terme d'espérance de rendement et tenir compte de la possibilité de diversification des risques.

3. C'est en substituant dans (3) qu'on peut obtenir l'expression bien connue

$$F'(X) = \left( r - \delta + \frac{\dot{\pi}}{\pi} \right) \frac{\pi}{p},$$

où le côté droit mesure le loyer implicite du capital.

4. On remarque que s'il s'agissait d'une ressource renouvelable — la forêt ou les pêcheries par exemple — le rendement interne,  $F(X)$ , serait non nul.

Quelle information additionnelle peut-on tirer du problème d'optimisation de la firme minière? Ce à quoi renonce la firme minière en «investissant» dans l'unité marginale de la ressource en terre, c'est le profit qu'elle peut en tirer une fois extraite. Donc si on laisse  $\pi$  dénoter maintenant le profit marginal de l'extraction — ou, si l'on préfère, le prix net de l'unité marginale de la ressource une fois extraite — la gestion optimale de la mine implique que qu'à chaque instant  $\gamma$  doit être égal à  $\pi$ . On obtient donc à nouveau l'équation (4). En effet, si  $\gamma > \pi$  le bénéfice marginal pour la firme d'investir dans le stock de ressource en terre excède le coût, l'incitant à investir (en réduisant son taux d'extraction); si par contre  $\gamma < \pi$ , le bénéfice marginal d'investir dans le stock de ressource en terre est plus faible que son coût, l'incitant à désinvestir (en augmentant son taux d'extraction). On remarque que (5) et (4) ensemble impliquent que le profit marginal de l'extraction va croître au taux  $r$ , soit une formulation plus courante de la règle d'Hotelling.

Si on suppose concurrence parfaite, alors le profit marginal peut s'écrire  $\pi = p - c_p$ , où  $p$  représente maintenant le prix de la ressource une fois extraite et  $c_p$  représente le «plein coût» marginal d'extraire la ressource. L'équation (4) s'écrit donc

$$\gamma = p - c_p. \quad (6)$$

Comme le souligne Cairns, en plus du coût marginal d'extraction immédiat, le plein coût doit aussi tenir compte, entre autre, des effets sur les coûts d'extraction futurs d'extraire aujourd'hui. En effet, si au fur et à mesure de l'épuisement le coût d'extraction augmente à cause de l'hétérogénéité de la ressource, la décision d'extraire aujourd'hui aura pour effet d'accroître de façon irréversible tous les coûts d'extraction futurs. Si on dénote cet élément du plein coût par  $\lambda$  et le coût marginal d'extraction proprement dit par  $c$ , alors  $c_p = c + \lambda$ <sup>5</sup>.

En substituant pour la valeur de  $\gamma$  donnée en (6), on peut tirer de (5) et (4)

$$\frac{\dot{p}}{p} = \left(1 - \frac{c_p}{p}\right)r + \frac{\dot{c}_p}{c_p} \frac{c_p}{p} \quad (7)$$

soit une équation différentielle en  $p$  qui détermine l'évolution du prix de la ressource<sup>6</sup>. Bien sûr, cette équation repose sur la condition d'arbitrage que constitue la règle d'Hotelling. À noter qu'en plus des effets d'hétérogénéité,  $\dot{c}_p$  devrait aussi refléter les changements technologiques et possiblement les contraintes à l'investissement.

L'argumentation de Cairns peut se ramener pour l'essentiel aux deux points suivants:

5. Dans la notation de Cairns,  $\lambda(t) = \int_t^T e^{-r(t-s)} (\partial C / \partial X) ds$ .

6. En plus de satisfaire cette équation différentielle de premier ordre, le sentier de prix doit bien sûr satisfaire également la contrainte sur le stock de la ressource, laquelle permet de déterminer le prix initial.

1. L'épuisement total de la ressource n'est pas une éventualité que nous avons à envisager au niveau agrégé. Cette hypothèse, et la règle d'Hotelling qui en découle, n'est donc pas utile pour prédire l'évolution du prix.
2. Des réalités telles que l'hétérogénéité du stock, les difficultés d'agrégation et l'irréversibilité des investissements rendent le calcul du plein coût d'extraction fort complexe. Or, étant donné le point 1, le plein coût d'extraction est le facteur le plus important pour expliquer et prédire l'évolution du prix. Il faut donc mettre l'accent sur la perspective «théorie de la mine», afin d'améliorer la formulation de la composante coût du profit marginal.

Le premier point de cette argumentation revient à supposer qu'un stock infini de la ressource est disponible au niveau agrégé et donc que la ressource ne peut jamais être totalement épuisée. De façon plus explicite, Cairns suppose que quoique chacun des gisements soit de taille fixe et de qualité différente, il y en a un continuum sans borne. Ceci a pour conséquence immédiate que  $\gamma \equiv 0$ . Il n'y a donc aucune valeur en soi à détenir en tant qu'actif un stock de ressource en terre. On peut donc faire abstraction des aspects liés à l'équilibre du marché des actifs: la condition (5) est en fait automatiquement satisfaite de façon triviale, avec zéro des deux côtés!

Si on accepte de poser  $\gamma \equiv 0$ , alors tout repose sur la condition (6), qui se lit maintenant

$$p - c_p = 0.$$

Il s'agit donc simplement de choisir à chaque période le taux d'extraction qui va annuler le profit marginal<sup>7</sup>. On en tire

$$\dot{p} = \dot{c}_p \tag{8}$$

comme équation déterminant l'évolution du prix. D'où le deuxième point de l'argumentation de Cairns.

On conviendra que la seule partie de l'argumentation de Cairns qui soit sujette à controverse est la première. Car dans la mesure où la deuxième partie de l'argument veut faire ressortir que l'expression précise des coûts associés à l'extraction est fort complexe et constitue un élément capital dans l'explication et la prédiction de l'évolution du prix des ressources, on ne peut qu'être d'accord<sup>8</sup>. On peut convenir également qu'il reste du travail important à accomplir pour développer et expliciter les fondements de la théorie de la mine. Après tout le plein coût d'extraire la ressource,  $c_p$ , que cette théorie sert à expliciter, entre de façon aussi importante dans l'équation de prix (7) que dans l'équation de prix (8).

---

7. On remarque que le problème d'exploitation optimale de la ressource non renouvelable se pose alors comme un problème purement statique de maximisation des profits.

8. Sur le sujet des fondements microéconomiques des coûts d'exploitation des ressources non renouvelables, on consultera avec profit Swierzbinski et Mendelsohn(1989), en plus des références citées par Cairns.

Donc la question est: doit-on, oui ou non, négliger la valeur en terre de la ressource et, conséquemment, les considérations d'équilibre du marché des actifs, dans l'analyse du prix des ressources naturelles non renouvelables? Pour appuyer sa position, Cairns souligne le fait que nous n'avons jamais observé l'épuisement total d'une ressource non renouvelable. Mais est-ce vraiment pertinent? Il ne faut pas oublier que le développement de technologies substitués, par exemple, est un phénomène endogène dont on ne peut tenir compte *ex ante* que de façon incertaine et qui peut, *ex post*, masquer des comportements compatibles avec l'hypothèse d'un stock fini.

Ce qui importe, à une date donnée, n'est peut-être pas tant la taille réelle du stock de ressources — manifestement nous ne la connaissons pas avec exactitude — que la perception qu'ont de cette taille les agents économiques et les marchés auxquels ils donnent prise. Or on observe, il me semble, des comportements compatibles avec l'idée que les stocks de ressources en terre constituent des actifs dont la valeur n'est pas nulle. Qu'on se souvienne par exemple des proclamations de Yamani, du temps où il était ministre saoudien du pétrole, à l'effet qu'il était prêt à sortir son pétrole de terre dans la mesure où le rendement que lui proposaient les banques occidentales était supérieur à celui qu'il pouvait tirer en le laissant en terre. Il exprimait là sa version de la règle d'Hotelling et se comportait nettement — avec raison je pense — comme si l'actif qu'il détenait en terre avait une valeur positive.

En dernière analyse, on peut penser qu'il s'agit en fait d'une question empirique: laquelle des équations (7) ou (8), ou leurs versions plus sophistiquées, passent mieux le test des données. Étant donné l'importance de la question, les études empiriques sur l'évolution des prix des ressources non renouvelables sont relativement peu nombreuses. À mon avis, celles que l'on connaît sont nettement insuffisantes pour permettre de porter un jugement global définitif. Peut-être doit-on continuer à se plaindre, comme le faisait déjà Solow en 1974, du fait que les économètres ne se sont toujours pas intéressés suffisamment à l'économie des ressources naturelles.

## BIBLIOGRAPHIE

- CAIRNS, ROBERT D., «Les ressources non renouvelables: le côté offre, *L'Actualité économique, Revue d'analyse économique*, vol. 66, n° 4, 1990.
- GAUDET, GÉRARD and PETER HOWITT, «A Note on Uncertainty and the Hotelling Rule», *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 16, 1989, 80-86.
- GAUDET, GÉRARD and ALI M. KHADR, «The Evolution of Natural Resource Prices Under Stochastic Investment Opportunities: An Intertemporal Asset-Pricing Approach», *International Economic Review*, vol. 32, 1991 (à paraître).

SOLOW, ROBERT M., «The Economics of Resources or the Resources of Economics», *American Economic Review*, vol. 64, 1974, 1-14.

SWIERZBINSKI, JOSEPH E. and ROBERT MENDELSON, «Exploration and Exhaustible Resources: The Microfoundations of Aggregate Models», *International Economic Review*, vol. 30, 1989, 175-186.