

Propositions methodologiques pour une determination de la valeur de l'eau a usage agricole. Methode du prix de substitution

Patrick Point(*)

Que l'on se situe dans une perspective de comptabilisation patrimoniale de l'eau [P. Point 1986] ou dans le cadre plus restreint d'une réflexion sur les usages concurrents de la ressource hydraulique, il est clair qu'une estimation de la valeur associée aux diverses fonctions présente un intérêt déterminant. Cependant, le caractère hors marché de la ressource rend cet exercice très délicat.

Il existe un ensemble de méthodes qui permettent de simuler plus ou moins bien le fonctionnement du marché. Avant d'aller plus avant, nous attirons l'attention sur le fait que dans ce type de démarche, il ne s'agit pas de déterminer la *Valeur de l'eau*, mais de trouver des *estimations* de la valeur que certains agents attribuent à certaines fonctions de l'actif naturel multifonction que constitue l'eau. En l'occurrence, ici on s'attachera à l'eau dans le système rivière -nappe phréatique- et à la valeur que lui attribuent implicitement les agriculteurs pour la fonction d'irrigation.

Nous rappellerons brièvement quels types de méthodes sont utilisables, nous donnerons les principes des variantes que nous suggérons, nous en livrerons une formalisation simple et considèrerons quelques précautions d'usage, enfin nous détaillerons un exemple numérique illustrant le fonctionnement de la méthode "coût de technologie".

Quelques points de repere sur les methodes de simulation du marche applicables a l'evaluation d'un actif naturel

Nous ne procéderons ici qu'à un très bref rappel destiné à situer dans le champ méthodologique la technique que nous proposons.

Les méthodes utilisables nous paraissent susceptibles d'être rangées en cinq grandes catégories.

Les techniques de mesure des benefices a partir de donnees non marchandes

Il s'agit essentiellement de méthodes d'enquête et d'interview visant à obtenir directement une révélation des préférences et une estimation du consentement à payer ou à vendre. Ces méthodes qui ont été critiquées à propos de la sincérité des réponses en particulier, ont fait des progrès considérables et son de plus en plus pratiquées.

(*) Chargé de recherche au C.N.R.S. Laboratoire d'Analyse et de Recherche Economiques Université de Bordeaux I

Les techniques de mesure à partir des décisions d'acquisition de biens marchands

Les techniques évoquées ici ont comme objectif de reconstituer la courbe de demande pour une fonction environnementale, à partir de l'observation des dépenses faites pour certains types de biens marchands. Ces méthodes sont en général en accord avec la théorie de base du comportement du producteur et du consommateur, elles ont le mérite de s'adapter aux données disponibles et de conduire à des résultats empiriques.

Ce sont les relations de substituabilité ou de complémentarité entre bien marchand et actif naturel qui servent de support à l'estimation. Seuls les cas extrêmes de substituabilité ou de complémentarité totale ont conduit à des développements.

Les techniques d'analyse des comportements individuels d'usage de l'actif naturel

Cette catégorie pourrait être considérée comme un sous ensemble de la précédente, mais elle a son originalité propre, notamment grâce au succès de la technique dite des coûts de transport, qui en est son plus beau fleuron. Cette technique doit sa popularité à sa relative facilité de mise en oeuvre et au nombre restreint de données nécessaires.

L'analyse des réactions du marché: les prix hebdomadaires

Les techniques mises en oeuvre supposent que certains biens soient liés aux services naturels auxquels on s'intéresse et que la quantité ou la qualité de ces services soit variable géographiquement. L'expérience montre que ces techniques sont très lourdes à utiliser et qu'elles requièrent une abondante base de données.

Les techniques s'appuyant sur les fonctions de production, (actif naturel = facteur de production)

Ces techniques ont été assez largement employées dans le domaine qui nous intéresse. De l'estimation directe de la productivité du facteur eau, à l'imputation résiduelle en passant par les changements dans le revenu net (méthode adoptée par le U.S. Water Resources Council), il existe de nombreuses variantes qui ont donné des résultats de portée inégale. Il est vrai qu'il s'agit souvent de travaux un peu anciens qui n'ont pas bénéficié de tous les développements nouveaux sur les fonctions de coûts et de production.

Les récentes recherches en matière de substitution de facteur et de progrès technique dans les modèles de production offrent des perspectives intéressantes, mais on peut craindre que les données disponibles se révèlent très insuffisantes pour nourrir de telles approches.

Nous avons envisagé pour notre part, une méthode qui recoupe les catégories 2, 4 et 5.

Il s'agit d'une application simple et directe du concept de substituabilité. L'idée de base consiste à s'intéresser aux substitutions entre technique d'irrigation et quantité d'eau disponible. Nous la dénommerons méthode "prix de substitution".

Cette méthode se caractérise par des exigences relativement modestes au niveau des données requises.

Le principe de la méthode "prix de substitution"

L'examen des techniques montre en effet que de l'arrosage gravitaire au goutte à goutte en passant par les asperseurs et les microjets, il y a toute une panoplie qui peut être utilisée. Chaque technique se caractérise par un niveau de consommation d'eau pour produire une humidification suffisante des productions agricoles.

Nous allons considérer que l'évaluation concerne une zone agricole homogène du point de vue des besoins en humidification. Nous entendons par là, que les facteurs pédologiques, climatologiques et que les types de cultures sont tels que l'on peut déterminer un niveau H_0 d'humidification nécessaire et suffisant pour assurer une production agricole répondant aux objectifs fixés.

Nous supposons que l'affectation des ressources pour parvenir aux objectifs est convenablement réalisée par ailleurs, et qu'il ne reste plus qu'à examiner le problème de l'irrigation. Nous admettrons la séparabilité de la fonction d'irrigation par rapport à l'ensemble de la fonction de production agricole. Pour préciser ceci, notons:

K le capital technique correspondant à l'équipement d'irrigation
 E le volume d'eau consommé pour l'irrigation
 X_1 à X_n les autres facteurs de production

La fonction de production s'écrit:

$$Q = f(K, E, X_1, X_2, \dots, X_n)$$

Le taux marginal de substitution entre l'eau et le capital technique est:

$$R_{EK} = \frac{\partial f}{\partial E} / \frac{\partial f}{\partial K}$$

La séparabilité de E et K suppose:

$$\frac{\partial R_{EK}}{\partial X_i} = 0$$

On pose une indépendance du taux marginal de substitution entre E et K par rapport aux changements des autres facteurs.

Nous dirons que l'on a, pour un niveau d'humidification donné H_0 /ha, un ensemble de combinaisons productives qui associent consommation d'eau E/ha et niveau de capital K/ha (cf figure1).

$$H_0 = H(K, E)$$

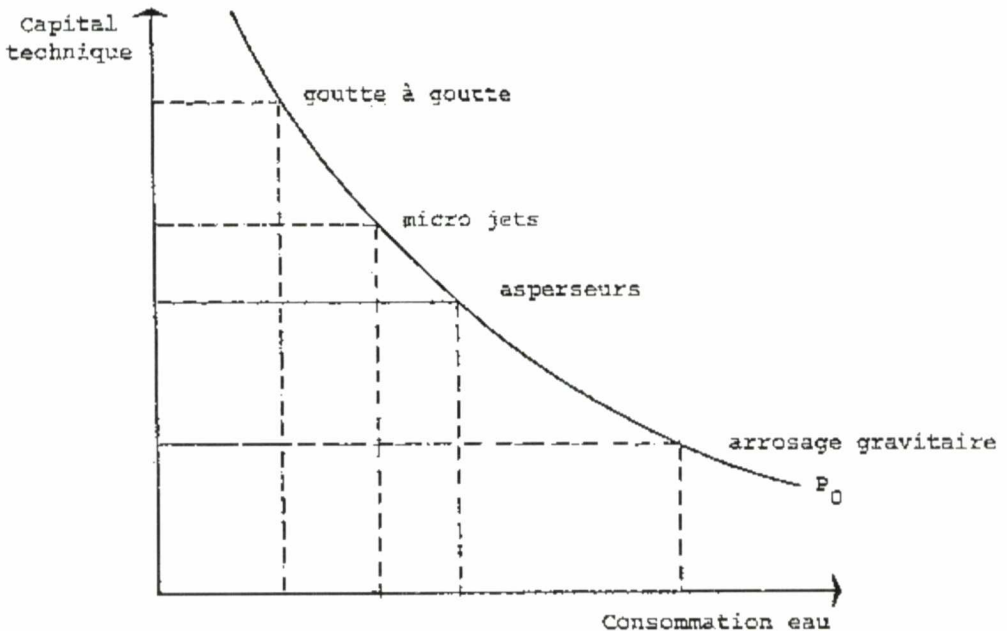
Le choix de la combinaison technique va bien sûr dépendre du prix des facteurs. Notons:

p_k le coût unitaire d'usage du capital technique

p_e le prix unitaire de l'eau

L'exploitant cherchera la solution qui minimise la fonction de coût sous contrainte du niveau d'humidification requis.

Figure 1. Substituabilité capital technique/eau



$$\text{Min } C = p_k K + p_e E$$

$$\text{avec } H_0 = H(K, E)$$

On sait que si la fonction H est homogène de degré 1, on doit pouvoir établir une relation fonctionnelle du type:

$$E = g \left(\frac{p_k}{p_e} \right)$$

Retenons une forme fonctionnelle Cobbs Douglas:

$$H_0 = E^\alpha K^{1-\alpha}$$

En écrivant le lagrangien et en calculant les conditions de premier ordre, nous obtenons une expression donnant la valeur implicite du prix de l'eau:

$$p_e = \frac{\alpha}{1-\alpha} p_k \left[\frac{K}{H_0} \right]^{\frac{1}{\alpha}}$$

On peut également calculer:

$$E = \frac{\alpha K p_k}{(1-\alpha) p_e}$$

Ceci nous livre la demande d'eau par ha pour un niveau de coût d'usage total du capital technique K/ha.

L'adoption d'une technique économisant l'eau se justifie par la raréfaction de la ressource. (S'il y a d'autres motifs, il convient d'en isoler la part pour ne conserver que le motif "économie d'eau").

La deuxième étape va consister à calculer une courbe de demande agrégée à partir de la distribution S(K) des surfaces irriguées par niveau de technologie K. Cette distribution est en général connue ou relativement facile à établir.

$$S(K) = S_0 e^{-bK}$$

on aura:

$$V = \int_{K_0}^{\bar{K}} \left[\frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{p_k}{p_e} S_0 e^{-bK} \right] dK$$

$$V = \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{p_k}{p_e} S_0 \left[\frac{e^{-bK}}{-b} \right]_{K_0}^{\bar{K}}$$

En intégrant, on obtient:

$$V = \frac{\alpha}{(1-\alpha)} \frac{p_k}{p_e} S_0 \left[\frac{e^{-bK_0} - e^{-b\bar{K}}}{b} \right]$$

Il est possible d'étendre un tel modèle à trois facteurs, notamment pour intégrer des considérations de coût de main d'oeuvre dans les opérations d'irrigation [P. Point 1987a]. On peut également tenir compte d'un effet d'amélioration des rendements associé à la mise en oeuvre de nouvelles techniques d'irrigation [P. Point 1987b].

Ce sont les données disponibles qui constituent ici le facteur limitant.

Mise en oeuvre de la methode proposée

Le passage du cadre théorique à la mise en oeuvre empirique suppose quelques simplifications. Il conduit aussi à l'inverse à introduire des considérations liées à la natura même des données disponibles. En particulier ici, on ne peut négliger l'influence du type de culture sur la consommation d'eau.

Nous allons discuter quelques uns de ces aspects.

La fonction technique d'humidification joue un rôle central dans cette approche. Il convient ici d'intégrer l'effet du type de culture. On a:

$$H_i^0 = E^\alpha K^{(1-\alpha)}$$

où H_i^0 est le niveau d'humidification requis pour la culture de type i .

On exprimera ceci de façon plus générale en intégrant cet effet sous forme de variable mannequin.

On écrira ainsi pour la parcelle j :

$$\text{Log}(E_j) = - \frac{(1-\alpha)}{\alpha} \text{Log}(K_j) - \sum_{i=1}^2 \beta_i H_i + b + u_j$$

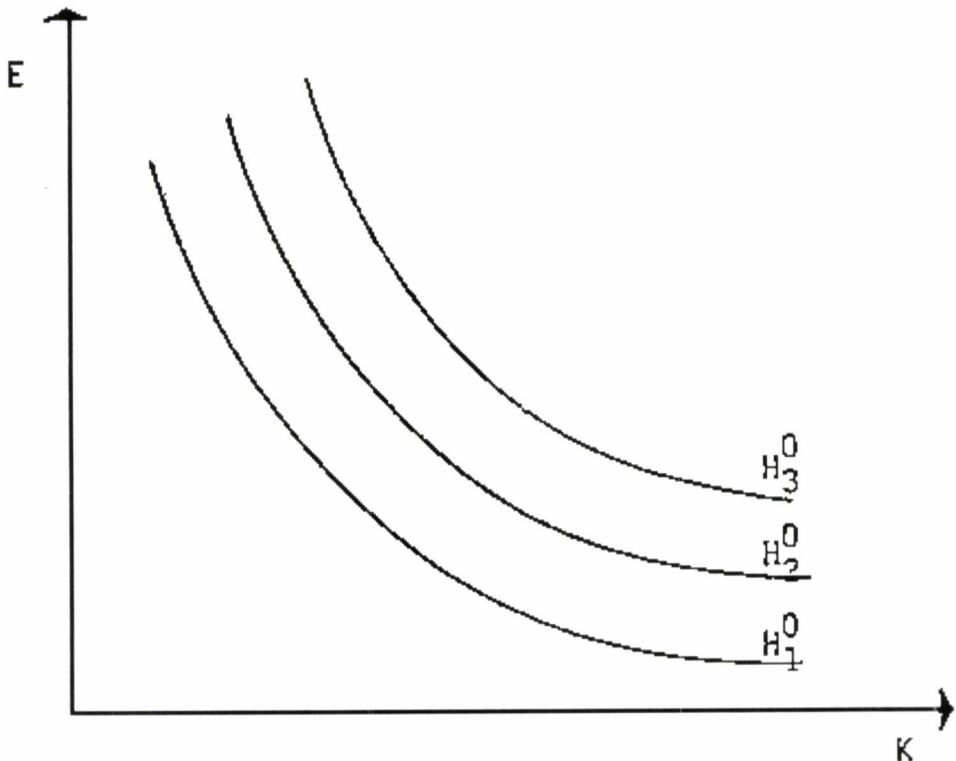
où $H_i = 1$ ou 0 selon que la parcelle j est exploitée ou non avec la culture i . Le graphe no. 2 illustre cette formulation.

Pour la zone d'étude nous considérons que i varie de 1 à 3:

H_1 cultures fruitières

H_2 légumes de plein champ

Figure 2. Fonction d'humidification et type de culture



H₃ céréales oléagineux

Il est possible d'obtenir ainsi par simple régression une estimation du paramètre α , ce qui permet d'établir la valeur p_e du prix du facteur eau:

$$p_e = \frac{aKp_k}{(1-\alpha)E}$$

Une estimation de la distribution de S(K) permet ensuite de calculer la demande agrégée (cf 2.0).

Une simulation numérique inspirée du cas du syndicat d'arrosants de Cabannes

En l'absence d'une base de données suffisante, nous procédons ici à un calcul qui s'apparente à de la simulation numérique. Nous nous appuyons sur quelques résultats d'enquêtes menées par divers organismes: [Association Syndicale des Arrosants de Cabannes 1983], [Cemagref 1986], [Ceders 1986].

Pour bien marquer le caractère non totalement significatif des résultats, nous ne donnerons pas les tests de validité des estimations aux quelles nous avons pu nous livrer.

Nous souhaitons simplement illustrer la démarche à suivre. Celle-ci passe par quatre étapes.

Estimation de la fonction d'humidification

Il s'agit ici de parvenir à une estimation du paramètre α . Avec une transformation logarithmique pour linéariser la fonction à estimer, nous obtenons:

$$\text{Log}(e) = -0,735 \text{ Log}(K) + 12,9$$

On a donc:

$$(\alpha - 1)/\alpha = -0,735 \quad \text{soit } \alpha = 0,576$$

Fonction de demande par ha et par niveau de capital technique

Considérons ici p_k comme étant le prix du capital (1). Nous posons $p_k = \text{taux d'intérêt} = 0,05$. Ceci nous conduit à une fonction de demande par ha pour un niveau K de capital technique donné:

$$p_e = \frac{0,576 \times 0,05 \times K}{(1 - 0,576)E}$$

Fonction de demande agrégée pour la zone d'étude

Pour passer à la demande agrégée, caractéristique de la zone d'étude, il nous faut estimer la distribution des surfaces par niveau de capital d'irrigation.

Avec une forme fonctionnelle du type:

$$S(K) = S_0 e^{-bK}$$

nous obtenons:

$$\text{Log } S(K) = - 0,000042 K + 6,6637$$

(1) On peut imaginer des formulations plus complexes en terme de coût d'usage du capital.

ce qui donne:

$$b = -0,00042$$

$$S_o = 783$$

Nous pouvons alors écrire la fonction de demande agrégée:

$$P_e = \int_{K_o}^{\bar{K}} \frac{0,576 \times 0,05 \times 783 \times e^{-0,000042 K}}{(1-0,576) E} dK$$

Soit

$$P_e = \frac{53,215}{E} \int_{K_o}^{\bar{K}} e^{-0,00042 K} dk$$

$$P_e = \frac{53,215}{E} \left[\frac{e^{-0,000042 K_o} - e^{-0,00042 K}}{0,000042} \right]$$

Pour des valeurs $K_o = 9500$ et $\bar{K} = 36000$ on obtient:

$$P_e = \frac{568746}{E}$$

La consommation approximative d'eau pour la zone étudiée est de l'ordre de $5400 \cdot 10^3 \text{ m}^3$. La figure no. 3 représente la fonction de demande pour des quantités d'eau variant entre $5 \cdot 10^3$ et $5700 \cdot 10^3 \text{ m}^3$.

Calcul du surplus et du prix de référence

On calcule le surplus associé à la fonction de demande en intégrant celle-ci par rapport à E.

$$\text{Surplus} = \int_{E_{\min}}^{E_{\max}} \frac{568746}{E} dE$$

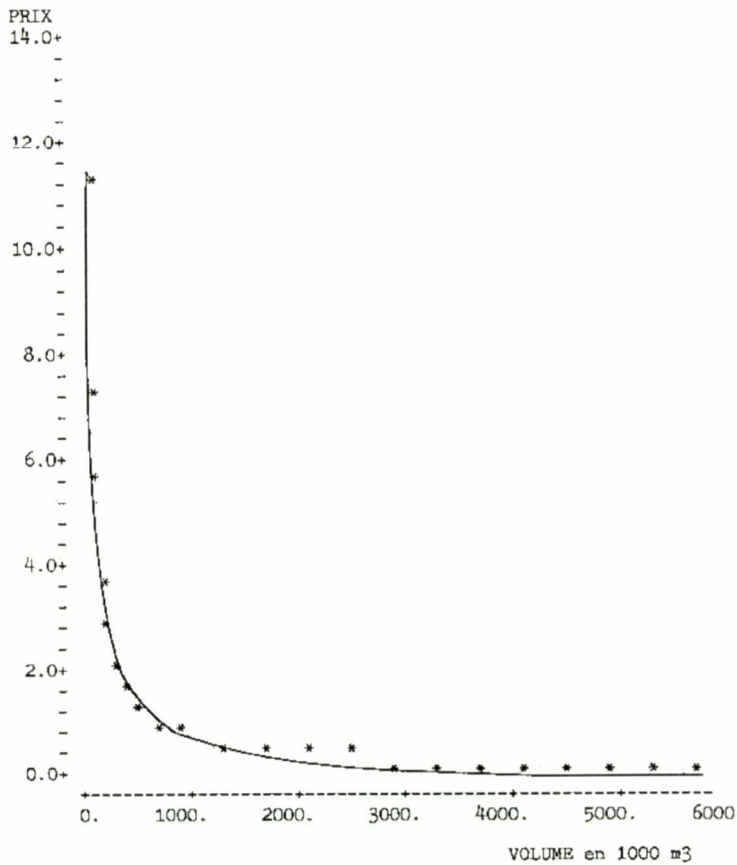
$$\text{Surplus} = 568746 [\text{Log}(E_{\max}) - \text{Log}(E_{\min})]$$

En posant $E_{\max} = 5400 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ et $E_{\min} = 5 \cdot 10^3 \text{ m}^3$, on obtient:

$$\text{Surplus} = 3982905 \text{ F soit un prix de référence de } 0,724 \text{ F.}$$

Rappelons encore une fois, qu'il s'agit là des résultats d'une simulation, basée sur des paramètres aux valeurs très approximatives, et destinée à illustrer le fonctionnement de la méthode proposée.

Figure 3. Trace de la fonction de demande d'eau



Bibliographie

- Anonyme. *Projet d'irrigation localisée de la zone ouest* Association syndicale autorisée des arrosants de Cabannes 13p + annexes 1983.
- Goth, C. Coûts de l'irrigation *Genie Rural*, n°. 8-9, 1986.
- Goth, C. *Quelques aspects technico-économiques de l'irrigation au niveau de la parcelle de culture en région PACA*, Cemagref, étude n.º 40, 1986.
- Nancy, G. *Rapport d'activité scientifique du programme PIREN Durance*, Ceders 90p + annexes, 1986.
- Point, P. Éléments pour une approche économique du patrimoine naturel. in *Les comptes du patrimoine naturel*. Insee Col. C n.º 137-138, 1986.
- Point, P. *Une méthode de détermination de la valeur de l'eau à usage agricole: le prix fictif de substitution*, Lare, 14p 1987a.
- Point, P. *A method for Determining the Economic Value of Water for Irrigation: The Substitution Shadow Price*, Lare, 1987b.