

Mesure de l'efficacité technique dans le secteur de l'éducation: une application de la méthode DEA

DJILY DIAGNE*

JEL-Classification: I21, D24, H52

Keywords: technical efficiency, data envelopment analysis, education, Switzerland

1. Introduction

La mesure de la performance des établissements scolaires est un thème particulièrement intéressant pour l'économiste. La théorie du capital humain (BECKER, 1964) stipule que l'éducation permet d'améliorer la productivité des travailleurs et de stimuler la croissance économique. L'éducation génère également de nombreuses externalités positives, et on sait qu'elle mobilise d'importantes ressources qui sont en quantité limitée et susceptibles d'usages alternatifs. Pourtant, l'application du concept de performance au domaine de l'enseignement est quelque chose de relativement récent, l'école étant restée longtemps épargnée de considérations d'efficacité économique.

Si les économistes ont tardé à analyser la productivité des systèmes éducatifs, c'est aussi probablement parce qu'il leur manquait un cadre d'analyse adéquat. La question abordée est difficile dans la mesure où l'analyse de performance requiert non seulement l'identification d'objectifs mais aussi la mise au point d'indicateurs relatifs à leur réalisation. De plus, l'éducation est une activité complexe qui met en œuvre des variables dont la spécification est loin d'être aisée d'un point de vue du calcul économique traditionnel.

* Université de Genève, FPSE, Bd du Pont d'Arve 42, CH-1211 Genève 4. E-mail: Djily.Diagne@pse.unige.ch, tél.: ++ 41 22 379 96 26. Cet article est issu de ma thèse de doctorat en Sciences économiques soutenue à l'Université de Neuchâtel. Je tiens à remercier Messieurs les Professeurs Claude Jeanrenaud, Milad Zarin-Nejedan, Siegfried Hanhart et Pierre Pestieau pour leurs conseils et commentaires précieux. J'exprime également mes vifs remerciements à l'éditeur de la Revue ainsi qu'aux deux rapporteurs anonymes pour leurs commentaires et critiques constructifs. Je suis aussi reconnaissant envers Philippe Vanden Eeckaut pour la relecture de la dernière version de ce travail. Néanmoins, je reste seul responsable des erreurs ou omissions qui pourraient encore subsister.

L'évaluation de la performance des organisations par les économistes se fait d'ordinaire sur la base d'indicateurs partiels de productivité. L'analyse par les ratios a l'avantage de présenter une grande simplicité de mise en œuvre. En revanche, elle pose problème dans la mesure où elle repose sur un seul facteur de production. C'est le cas de la dépense par élève, un indicateur fréquemment utilisé en éducation mais qui a l'inconvénient d'être trop restrictif pour donner une vision globale de la performance d'un système éducatif. Une deuxième approche, plus ambitieuse que les ratios, consiste à utiliser la méthode économétrique de régression pour construire une fonction de production. Cette dernière permet alors d'indiquer le niveau maximum de produits qui peut être obtenu par les différentes combinaisons de ressources pour une technologie donnée. Couramment utilisée pour juger de la performance des organisations productives, cette approche pose aussi de sérieux problèmes. Premièrement, elle nécessite la définition préalable d'une forme fonctionnelle censée caractériser la relation de production. Or, lorsqu'il s'agit du domaine éducatif, les chercheurs manquent parfois de connaissances techniques approfondies du processus de production. Deuxièmement, cette approche se base en principe sur un seul output et de ce fait ne peut prendre en compte le caractère multidimensionnel de l'éducation. Il existe, en effet, un large consensus selon lequel l'output du système éducatif est divers et ne se résume pas aux seuls résultats scolaires. Une troisième faiblesse des méthodes économétriques est que les résultats qu'elles génèrent indiquent plutôt des valeurs moyennes et ne permettent pas de porter un jugement détaillé sur les performances individuelles.

Face aux imperfections des méthodes traditionnelles, il importe de s'orienter vers de nouvelles approches plus adaptées au contexte éducatif et qui permettent d'éviter les problèmes susmentionnés. La méthode DEA (*Data Envelopment Analysis*), issue de la programmation linéaire semble répondre à ce critère. Elle a été initialement développée par CHARNES, COOPER et RHODES (1978) qui se sont inspirés des travaux de FARRELL (1957).

La méthode DEA est conçue au départ pour mesurer l'efficacité technique relative des organisations opérant dans des secteurs comme l'éducation, la justice ou la santé, secteurs dans lesquels il n'existe pas a priori de marché concurrentiel. De telles organisations se caractérisent par le fait qu'elles utilisent plusieurs inputs pour produire plusieurs outputs, et la technologie de production n'est pas clairement identifiée. Le mot « relative » signifie que l'organisation est comparée à un ensemble d'unités opérant de façon similaire où les inputs et les outputs sont homogènes. Dans le jargon de la méthode DEA, de pareilles unités sont appelées « *Decision Making Units* » (DMU). Plus précisément, cette méthode mesure l'efficacité d'une DMU sous un angle empirique en calculant l'écart relatif séparant

le point représentant les valeurs des inputs et outputs observés par rapport à un point hypothétique sur la frontière de production. On peut de cette manière estimer le degré d'efficacité de chaque DMU par rapport à cette frontière qui détermine les meilleures pratiques (« *best practice* »). L'analyse DEA se distingue d'une analyse de tendance centrale comme la technique de régression du fait que la frontière d'efficacité est déterminée du point de vue de la meilleure pratique. Elle permet ainsi d'identifier les organisations les plus performantes, qui peuvent servir de références à celles qui le sont moins. Les résultats obtenus par ce biais peuvent être utilisés dans le cadre d'une procédure de « *benchmarking* » du système scolaire.

Durant les deux dernières décennies, les applications la méthode DEA au champ éducatif ont été nombreuses. Les premiers travaux ont eu lieu aux Etats-Unis: CHARNES, COOPER et RHODES (1978), BESSENT et al. (1982, 1984), FÄRE et al. (1989) et RAY (1991). Cette dernière étude est innovatrice car le traitement des variables socio-économiques dans les modèles DEA a été amélioré. Contrairement aux études précédentes, Ray propose en effet de ne tenir compte dans l'analyse DEA que des variables sous le contrôle des écoles. Ainsi, l'efficacité de chaque école est calculée uniquement avec les inputs qu'elle contrôle. L'étape suivante consiste alors à régresser les taux d'efficacité obtenus sur les facteurs d'environnement qui ne sont pas sous son contrôle. L'idée de l'auteur est d'isoler, pour les écoles inefficaces, l'effet des conditions externes, d'une part, et celui de la mauvaise gestion, d'autre part. Plusieurs auteurs ont par la suite adopté cette démarche en deux étapes. Par exemple, KIRJAVAINEN et LOIKKANEN (1998) utilisent un modèle Tobit après l'analyse DEA pour tenter d'expliquer les déterminants de l'efficacité des écoles secondaires finlandaises. Elles trouvent des taux d'efficacité moyens variant entre 82 et 84% selon les modèles, et constatent que le niveau d'éducation des parents joue un rôle déterminant comme facteur explicatif des écarts de performance des écoles. BRADLEY et al. (2001) utilisent également la méthode DEA et un modèle Tobit pour évaluer l'efficacité technique des écoles secondaires anglaises. Les taux d'efficacité moyens obtenus sont compris entre 83 et 75%. Ces auteurs trouvent que la concurrence entre établissements scolaires améliore le niveau d'efficacité des écoles analysées. Ce dernier résultat est confirmé par WALDO (2001) qui étudie la performance des écoles secondaires suédoises à l'aide de la méthode DEA.

En Suisse, il n'existe à notre connaissance aucune étude empirique ayant mesuré l'efficacité technique du système éducatif. La présente recherche a pour but de contribuer modestement à combler cette lacune. Nous évaluons l'efficacité technique de 27 établissements secondaires préparant à la maturité en Suisse romande pour l'année scolaire 1999-2000.

L'analyse de la performance des écoles publiques est un thème particulièrement intéressant dans le contexte suisse. En effet, chaque année, la Confédération, les cantons et les communes consacrent plus de 20 milliards de francs au système d'enseignement, soit à peu près 6% du produit intérieur brut et près de 20% de l'ensemble des dépenses publiques (AFF, 2002). Ce secteur constitue ainsi un des domaines d'activité auquel les pouvoirs publics accordent le plus de moyens financiers. Le choix de ce thème nous paraît d'autant plus justifié que ces dernières années, le système scolaire suisse a subi un certain nombre de critiques. Par exemple, en décembre 2001, la publication de l'enquête PISA (Programme international pour le suivi des acquis des élèves) sous l'égide de l'OCDE montrait que les jeunes scolarisés en Suisse avaient des compétences très moyennes en lecture et en mathématiques. Or, les comparaisons internationales sur le financement de l'éducation montrent clairement que la Suisse fait partie des pays qui consacrent le plus de ressources à leurs systèmes éducatifs (OCDE, 2002). Dans un pareil contexte, il nous semble donc utile de poser un diagnostic sur le système d'enseignement secondaire suisse romand, en s'interrogeant sur son (in)efficacité et sur les facteurs qui la déterminent. Le reste de cet article est organisé comme suit: dans la section suivante, nous abordons quelques aspects méthodologiques relatifs à la mesure de l'efficacité technique, puis nous introduisons brièvement la méthode DEA; la troisième section est consacrée à la description de l'échantillon et à celle des variables utilisées; les résultats des estimations sont présentés dans la quatrième section; et la dernière section est réservée à la conclusion de l'article.

2. Méthodologie

1.1 Définition du concept d'efficacité

La mesure moderne de l'efficacité des producteurs est apparue avec les travaux pionniers de KOOPMANS (1951) et ceux de DEBREU (1951). KOOPMANS (1951) est le premier à définir la notion d'efficacité technique, étroitement liée au concept d'optimalité de Pareto: s'il est techniquement impossible d'augmenter un output et/ou réduire un input sans simultanément réduire au moins un autre output et/ou augmenter au moins un autre input, le plan de production choisi par l'entreprise est techniquement efficace. Quant à DEBREU (1951), il propose la première mesure d'efficacité technique, appelée «Coefficient d'utilisation des ressources» qui calcule la réduction équi-proportionnelle maximale de tous les inputs permettant la production des outputs existants. Cependant, c'est FARRELL (1957), qui définit de manière plus précise l'efficacité en dissociant ce qui

est d'origine technique de ce qui est dû à un mauvais choix par rapport au prix des facteurs. L'efficacité technique résulte de la possibilité d'éviter du gaspillage dans la production en obtenant le maximum d'outputs permis par une quantité donnée d'inputs ou en employant une quantité d'inputs minimum pour parvenir à un niveau d'outputs désiré. L'efficacité allocative quant à elle fait référence à la possibilité de combiner les inputs et les outputs de façon optimale en tenant compte des prix en vigueur. La combinaison de l'efficacité technique et de l'efficacité allocative permet de déterminer l'efficacité économique globale.

Considérons une activité de production qui réalise un vecteur d'outputs $y = (y_1, \dots, y_m) \in \mathbb{R}_+^m$ à partir d'un vecteur d'inputs $x = (x_1, \dots, x_n) \in \mathbb{R}_+^n$. Nous pouvons alors représenter le processus de production en écrivant: $L(Y) = \{x: (y, x) \text{ est réalisable}\}$. Cet ensemble caractérise tous les vecteurs d'inputs/outputs réalisables, i.e. tel que x puisse produire y , à partir de la technologie considérée. Pour $y \in \mathbb{R}_+^m$, on obtient un isoquant qui peut être défini de la manière suivante: $Isoq L(Y) = \{x: x \in L(Y), \lambda x \notin L(Y), \lambda \in [0, 1)\}$. Le sous-ensemble efficace de l'ensemble d'inputs $L(Y)$ est: $Eff L(Y) = \{x: x \in L(Y), x' \notin L(Y), x' \leq x\}$.

Selon Farrell (1957), l'efficacité est mesurée de manière radiale ou proportionnelle. La mesure d'efficacité radiale en input $DF_I(y, x)$ est donnée par¹:

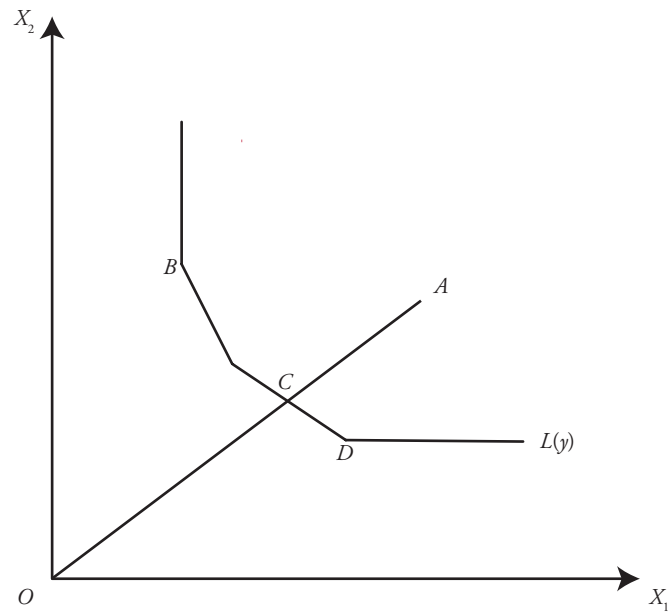
$$DF_I(y, x) = \min \{\lambda : \lambda x \in L(Y)\} \Leftrightarrow Isoq L(Y) = \{x: DF_I(y, x) = 1\}$$

Cette mesure indique le montant maximal duquel un vecteur observé d'inputs peut être réduit tout en produisant le même vecteur d'outputs. On a $0 \leq DF_I(y, x) \leq 1$. La valeur maximale de 1 représente une production efficace sur l'isoquant de $L(Y)$.

Le graphique 1 illustre la construction par la méthode DEA de $L(Y)$ qui représente les combinaisons minimum d'input par unité d'output ou la frontière de production. Les établissements scolaires correspondant aux points B, C, et D qui se trouvent sur l'isoquant sont techniquement efficaces. Par contre, l'établissement correspondant au point A ne l'est pas. Son inefficacité est représentée par le segment CA correspondant aux proportions d'inputs qui pourraient être réduites sans diminution du montant de l'output. Il est en effet possible de produire le même niveau d'output avec une diminution de tous les inputs dans la proportion CA/OA . Ainsi, Farrell propose de mesurer le degré d'efficacité technique de l'établissement A par: $ET = OC/OA$, $0 \leq ET \leq 1$.

1 La technologie de production peut aussi être présentée à partir d'un ensemble d'output: $P(x) = \{y: (x, y) \text{ est réalisable}\}$. La mesure d'efficacité en output est alors: $DF_O(x, y) = \max \{\theta: \theta y \in P(x)\}$.

Graphique 1: Mesure de l'efficacité technique par la méthode DEA



La méthode DEA cherche à estimer la frontière de production par une courbe enveloppe formée des segments de droite joignant les entités efficaces (d'où sa dénomination: *data envelopment analysis*). D'un point de vue calcul, la construction de la frontière d'efficacité repose sur la résolution, pour chaque établissement scolaire, d'un problème de programmation linéaire. En effet, le modèle CHARNES, COOPER et RHODES (1978) ou CCR se base sur la maximisation de la somme pondérée des outputs rapportée à la somme pondérée des inputs (ou la minimisation de la somme pondérée des inputs rapportée à la somme pondérée des outputs). La méthode DEA calcule des pondérations séparées pour chaque DMU donnant le meilleur score d'efficacité pour l'unité considérée. Il s'agit de maximiser le score d'efficacité pour chaque DMU tout en respectant la contrainte d'un score inférieure ou égal à 1 pour l'ensemble des entités observées, sachant que les pondérations sont toutes positives.

Nous supposons qu'il y a n DMUs (ou établissements scolaires) dans notre ensemble d'observation. Une DMU $_j$, ($j = 1, \dots, n$) consomme des montants de m inputs différents (x_{ij} est la quantité observée de l'input i utilisé par l'unité de

décision j , $i = 1, \dots, m$) pour produire s outputs différents (y_{rj} est la quantité observée de l'output r produit par l'unité de décision j , $r = 1, \dots, s$), et que u_r et v_i sont les poids (à déterminer) de l'output r et de l'input i .

Le programme linéaire est donc, pour l'unité de décision k :

$$\begin{aligned} \max h_k &= \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}} & (1) \\ \text{S.t} \quad & \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1, j = 1, \dots, n \\ & u_r \geq \varepsilon, r = 1, \dots, s \\ & v_i \geq \varepsilon, i = 1, \dots, m \end{aligned}$$

où ε est un nombre positif suffisamment petit (constante positive non archimédienne) servant à imposer des bornes inférieures aux poids u_r et v_i (CHARNES et al., 1994). Le programme d'optimisation fractionnel (1) est non convexe, non linéaire et fournit un nombre infini de solutions optimales. Il peut être transformé en un problème de programmation linéaire standard (voir CHARNES et COOPER, 1962) de sorte que l'on obtienne:²

$$\begin{aligned} \max \sum_{r=1}^s \mu_r y_{rk} & & (2) \\ \text{S.t} \quad & \sum_{r=1}^s \mu_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0, j = 1, \dots, n \\ & \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1 \\ & \mu_r \geq \varepsilon, r = 1, \dots, s \\ & v_i \geq \varepsilon, i = 1, \dots, m \end{aligned}$$

(2) est un programme multiplicateur (primal) orienté input. En faisant appel à la dualité en programmation linéaire, on peut obtenir son équivalent sous la forme enveloppe (duale) suivante:

2 Pour les détails de la transformation, on peut consulter CHARNES et al. (1978). Nous nous limitons ici aux résultats de l'opération.

$$\begin{aligned}
\min & \theta - \varepsilon \sum_{r=1}^s s_r^+ - \varepsilon \sum_{i=1}^m s_i^- & (3) \\
\text{S.t} & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{rk}, \quad r=1, \dots, s \\
& - \sum_j \lambda_j x_{ij} + \theta x_{ik} \geq 0, \quad i=1, \dots, m \\
& \lambda_j \geq 0, \quad j=1, \dots, n \\
& \theta \in \mathbb{R} \\
& s_r^+ \geq 0 \\
& s_r^- \geq 0
\end{aligned}$$

avec s_r^+ le vecteur des variables d'écart « *slacks* » associé à l'inégalité sur les outputs, s_r^- le vecteur associé à l'inégalité sur les inputs et ε est comme noté précédemment, une quantité suffisamment petite pour que la maximisation des variables d'écart demeure un objectif secondaire par rapport à la minimisation du coefficient θ . La frontière de production est atteinte quand $\theta = 1$. Autrement dit, chaque établissement scolaire ayant pour score $\theta = 1$ est un établissement efficient³. En résolvant l'équation (3) pour l'ensemble des établissements scolaires, la méthode DEA détermine une frontière d'efficacité qui permet d'évaluer la performance de chaque établissement.

Jusqu'à présent, nous avons raisonné avec une hypothèse de rendements d'échelle constants conformément au modèle de CHARNES, COOPER et RHODES (1978). Cependant, BANKER, CHARNES et COOPER (1984) ont étendu la mesure de l'efficacité aux rendements d'échelle variables en introduisant une contrainte additionnelle dans le programme (3) qui est:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad (4)$$

Cette amélioration permet en principe de décomposer l'inefficacité technique globale obtenue à partir du modèle CCR entre inefficacité technique pure et inefficacité d'échelle. Dans ce papier, nous mettons davantage l'accent sur le modèle à rendements d'échelle constants.⁴ Passons à la description des données et variables utilisées dans la partie empirique

3 La réduction proportionnelle des inputs donnée par θ n'aboutit pas nécessairement à l'efficacité au sens de Koopmans (voir COELLI et al., 1998).

4 Les résultats obtenus à partir du modèle avec hypothèse de rendements d'échelle variables ne sont pas présentés ici mais peuvent être obtenus auprès de l'auteur.

3. Données et variables

Les données utilisées dans la présente étude ont été difficilement recueillies par voie d'enquête. Les difficultés rencontrées lors de leur collecte s'expliquent en grande partie par le fait que des informations essentielles pour l'étude de la performance technique des écoles de maturité n'étaient pas disponibles, que ce soit au niveau fédéral ou au niveau cantonal. Pour pallier à ce manque d'informations, nous avons élaboré puis envoyé en mars 2001, un questionnaire à toutes les écoles publiques de Suisse romande préparant à la maturité, considérées dans cette recherche comme des unités de référence. Auparavant, des contacts ont été établis au niveau des chefs de service de l'enseignement secondaire des différents cantons romands pour solliciter leur accord.

En septembre 2001 (six mois après l'envoi du questionnaire), et en dépit de plusieurs rappels, le taux de réponse obtenu était particulièrement bas; et à quelques exceptions près, les questionnaires qui avaient été renvoyés étaient remplis de manière très incomplète. Comme justification, les chefs d'établissement évoquaient généralement le fait que la plupart des données demandées n'étaient pas disponibles et que leur recherche exigeait un «investissement considérable» en termes de temps. En novembre 2001, un deuxième questionnaire (très bref) a été adressé aux établissements concernés pour collecter certaines données manquantes. A la fin du mois de décembre 2001, le questionnaire nous avait été renvoyé par l'ensemble des 33 écoles sollicitées.

Une fois les données à disposition, nous nous sommes attelés à en vérifier la fiabilité. C'est ainsi que l'Office fédéral de la statistique et plusieurs services cantonaux susceptibles de détenir une partie des informations recherchées ont été contactés (services de statistique, services financiers, services des bourses). Des demandes d'éclaircissement ont été adressées par la suite à quelques chefs d'établissement. Au bout de ces investigations, nous nous sommes rendu compte qu'une partie des données récoltées n'étaient pas très fiables. Ainsi avons-nous décidé d'exclure six écoles de l'échantillon initial, soit parce que nous avons des doutes à propos des données fournies, soit parce qu'il manquait une ou plusieurs informations essentielles. Notre recherche porte finalement sur 27 gymnases, ce qui correspond à 82% des écoles publiques romandes préparant à la maturité. La période de référence est l'année scolaire 1999-2000. Un aperçu descriptif des variables récoltées se trouve dans le tableau 1. Ci-dessous, nous présentons la définition des principales variables:

- MATURITÉ: il s'agit du taux de réussite au certificat de maturité gymnasiale. Cette variable est considérée comme un output. Elle rapporte le nombre

d'élèves qui ont obtenu le certificat au nombre d'élèves qui s'y sont présentés. C'est un indicateur qui n'est pas parfait pour rendre compte de l'efficacité d'ensemble d'une école de maturité, mais il renseigne au moins sur la capacité de celle-ci à remplir sa mission première, c'est-à-dire à faire en sorte que les élèves obtiennent leur certificat de maturité. Un taux d'échec élevé provoque des pertes considérables en termes de ressources humaines, sans parler du gaspillage de ressources budgétaires. Sur le plan pratique, le choix de cet indicateur s'explique aussi par le fait qu'il a l'avantage de pouvoir être établi facilement pour chaque établissement scolaire.

- ENSEIGNANT: c'est le nombre de postes d'enseignants dans l'école de maturité (en équivalents plein-temps) rapporté au nombre total d'élèves de l'école. Malgré le fait que les établissements d'enseignement utilisent de plus en plus des ordinateurs et d'autres technologies éducatives, les enseignants restent les principaux dispensateurs de l'instruction. Cette variable est donc un indicateur important des ressources mises à la disposition des établissements. En effet, dans les écoles de maturité suisses romandes, 80% des dépenses courantes sont consacrées à la rémunération du personnel enseignant (OFS, 1999, p. 28).
- EXPÉRIENCE: cette variable indique le pourcentage d'enseignants ayant plus de dix ans d'expérience. Elle indique si l'école a un corps enseignant avec peu ou plutôt beaucoup d'années d'enseignement.
- FORMATION: c'est le pourcentage d'enseignants ayant un diplôme de troisième cycle (master ou doctorat). Le niveau d'études des enseignants est souvent perçu comme un critère de qualité du système éducatif. C'est aussi une variable qui renseigne sur les ressources affectées à l'enseignement, car ce sont les enseignants les plus formés qui sont les mieux rémunérés.
- NOMMÉ: il s'agit de la proportion d'enseignants nommés. Outre l'expérience et la formation, le statut des enseignants peut être considéré comme un intrant important qui influence le processus d'enseignement.
- NBOURSIERS: cette variable représente le pourcentage d'élèves ne bénéficiant pas d'une bourse d'études au cours de l'année scolaire 1999-2000. Les recherches passées en revue ont montré le rôle prépondérant que joue l'environnement social dans la réussite scolaire. Ne pas prendre en considération cette variable dans une analyse d'efficacité des établissements scolaires reviendrait à pénaliser ceux qui opèrent dans un environnement socialement hostile.

Tableau 1: Résumé statistique des principales variables (N = 27)

Variable	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum
Output				
MATURITÉ	92,91	4,03	82,50	97,60
Inputs discrétionnaires				
ENSEIGNANT	0,091	0,018	0,054	0,135
EXPÉRIENCE	63,43	15,32	31,82	88,57
FORMATION	11,91	13,56	1,56	58,41
NOMMÉ	77,12	10,68	53,85	95,80
Inputs non discrétionnaires				
NBOURSIERS	88,17	4,48	72,92	95,40

3.1 Choix des modèles de la production éducative

Dans les travaux cherchant à mesurer l'efficacité technique des établissements scolaires, le choix des inputs et des outputs est souvent limité par la disponibilité des données. Traditionnellement, les inputs retenus sont des approximations des facteurs de production classiques tels que le capital et le travail. Il est aussi usuel de distinguer les inputs sous contrôle des autorités scolaires de ceux liés à l'environnement des élèves, et qui échappent au contrôle des écoles. Dans cette étude, nous considérons que les écoles de maturité utilisent les inputs répertoriés dans le tableau 1 pour fournir le service éducatif. Même si la disponibilité des données a fortement influencé ce choix, nous pouvons tout de même constater que ces variables sont grosso modo celles qui sont utilisées dans la plupart des études. Quant au choix des outputs du système éducatif, il est beaucoup plus délicat car il renvoie aux différentes missions assignées aux écoles. Dans la grande majorité des travaux, on utilise les résultats à des tests de connaissances standardisés pour définir la production des écoles. Dans les pays où ils existent, ces tests sont facilement disponibles et ne posent pas de problème majeur au niveau de la comparabilité entre établissements scolaires. On trouve dans la littérature d'autres indicateurs d'output comme le pourcentage de diplômés, le taux de passage d'un niveau d'études à un autre, le taux d'abandon, etc. Certains chercheurs adoptent une perspective à plus long terme et s'interrogent sur ce qui se passe une fois que les élèves ont quitté l'école. Ainsi, la réussite sur le marché du travail est parfois considérée comme un critère important de succès scolaire. Enfin, notons que d'autres outputs potentiels comme le sens civique, le développement personnel

ou la capacité d'adaptation sont difficilement mesurables et rarement pris en compte dans les études.

Faute d'avoir des tests standardisés au niveau des gymnases suisses, nous nous servons du taux de réussite à la maturité (proportion d'élèves qui ont obtenu leur diplôme parmi ceux qui se sont présentés à l'examen final) pour caractériser la production scolaire. Cette mesure de l'output scolaire est restrictive et constitue sans aucun doute une faiblesse de cette recherche. Nous avons sollicité à travers l'enquête d'autres variables qui auraient pu servir de mesures d'outputs, comme par exemple le taux d'abandon mais malheureusement les informations récoltées concernant ces variables étaient lacunaires et n'ont pu être utilisées.

Compte tenu de la nature des données obtenues, nous utilisons quatre modèles pour caractériser la production des écoles de maturité. La taille de l'échantillon étant faible, le nombre de variables à inclure dans chaque modèle doit rester modeste pour des raisons liées aux degrés de liberté.

Le *modèle 1* prend en compte deux inputs discrétionnaires (nombre de postes d'enseignants en équivalents plein-temps par élève et expérience des enseignants), et un output (taux de réussite au certificat de maturité). Il considère donc que l'établissement produit des résultats scolaires à partir de ses enseignants et de leur expérience. Ce premier modèle tente de répondre à plusieurs questions: quel est le niveau d'efficacité technique atteint par les écoles de maturité? Quels sont les établissements les plus efficaces? Quelles sont les améliorations possibles au niveau des inputs? Existe-t-il des différences importantes entre cantons en termes d'efficacité technique?

Le *modèle 2* constitue une extension du modèle précédent. Il reprend les mêmes inputs et output, en y ajoutant une variable socio-économique qui caractérise l'environnement familial des élèves. Cet aspect est représenté par le nombre d'élèves au bénéfice d'une bourse d'études. En effet, lorsqu'on évalue l'efficacité technique des établissements scolaires, il est important de distinguer entre l'inefficacité liée à l'utilisation des ressources contrôlables par les écoles et celle relative à des facteurs exogènes qui échappent au contrôle de ces dernières. Notre revue de la littérature a permis de mettre en évidence le rôle prépondérant que joue l'environnement familial comme déterminant de la performance scolaire. Or, cette variable est non discrétionnaire, en ce sens qu'elle ne peut pas être contrôlée par les établissements scolaires. Le modèle 2 tente donc de répondre à la question qui suit: la prise en compte du milieu social des élèves a-t-elle un impact sur les scores d'efficacité technique des écoles de maturité suisses romandes?

Le *modèle 3* est composé du même output que les modèles précédents, à savoir le taux de réussite au certificat de maturité, et de deux inputs discrétionnaires, soit le nombre de postes d'enseignants par élève et la proportion d'enseignants

nommés. Le modèle 3 tente de prendre en compte le statut de l'enseignant dans l'analyse de la performance scolaire. Certaines études montrent que cette variable est un déterminant important de l'efficacité des établissements scolaires (WALDO, 2001).

Pour ce qui concerne le *modèle 4*, il se distingue du troisième modèle par le fait qu'il comporte une variable mesurant la formation des enseignants à la place du pourcentage d'enseignants nommés. Nous voulons ainsi analyser l'impact de la variable liée à la formation des enseignants, car les données récoltées montrent que dans certaines écoles de maturité, il existe une proportion importante d'enseignants ayant un doctorat ou un master. Or, on peut penser qu'une utilisation excessive de cette ressource peut avoir un impact sur l'efficacité technique des établissements.

Enfin, signalons que pour des problèmes de disponibilité et de comparabilité des données, il ne nous est pas possible de tenir compte dans l'analyse des inputs relatifs à l'infrastructure, comme les bâtiments et le matériel utilisés par les écoles. Pour pallier cette lacune, nous supposons, comme d'autres auteurs l'ont fait, une parfaite complémentarité entre le facteur humain et l'ensemble des autres facteurs de production absents de l'analyse. De toute façon, du fait que l'éducation constitue une activité intensive en travail, c'est le facteur travail qui représente la composante principale des coûts. Le tableau 2 donne un résumé des variables retenues pour les quatre modèles DEA que nous venons de décrire.

Une fois que le problème du choix des inputs et des outputs est résolu, l'utilisation de la méthode DEA implique que l'on précise deux choses: l'hypothèse de rendements d'échelle (constants ou variables) retenue et l'orientation (en input ou en output) des modèles.

Nous avons choisi dans cette étude exploratoire de privilégier le modèle standard CCR caractérisé par l'hypothèse de rendements d'échelle constants. Ce modèle peut être d'orientation input ou output.⁵ Le choix de l'une ou de l'autre de ces orientations dépend en partie de la possibilité d'agir sur l'output ou sur les inputs. Nous avons opté pour des modèles à orientation input car les inputs considérés dans cette recherche sont relativement plus malléables que l'output. En plus,

5 La minimisation en input est employée lorsque l'on cherche à réduire le niveau d'input sans diminuer celui des outputs. A contrario, la maximisation en output est utilisée lorsque l'on cherche à augmenter la production d'une DMU sans réduire les quantités d'inputs consommées. Dans le modèle DEA standard, l'expansion des outputs ou la réduction des inputs se fait proportionnellement du fait de l'utilisation d'une mesure radiale. Cependant, dans des modèles plus avancés comme les modèles additifs, on peut envisager une augmentation d'outputs particuliers ou une réduction d'inputs particuliers (voir CHARNES et al., 1985).

le choix de la minimisation en inputs nous semble correspondre à l'esprit des politiques éducatives actuelles qui visent une utilisation plus optimale des ressources dans un contexte budgétaire difficile. Signalons enfin que le logiciel DEA-Solver est utilisé pour les estimations (voir COOPER, SEIFORD et TONE, 2000).

Tableau 2: Récapitulation des caractéristiques des quatre modèles DEA choisis

	Outputs	Inputs
Modèle 1	<i>Un output</i> – taux de réussite à la maturité	<i>Deux inputs</i> – nombre de postes d'enseignants par élève – expérience des enseignants
Modèle 2	<i>Un output</i> – taux de réussite à la maturité	<i>Trois inputs</i> – nombre de postes d'enseignants par élève – expérience des enseignants – nombre d'élèves non boursiers
Modèle 3	<i>Un output</i> – taux de réussite à la maturité	<i>Deux inputs</i> – nombre de postes d'enseignants par élève – proportion d'enseignants nommés
Modèle 4	<i>Un output</i> – taux de réussite à la maturité	<i>Deux inputs</i> – nombre de postes d'enseignants par élève – formation des enseignants

4. Résultats

La présentation des résultats comprend deux parties. La première est consacrée à l'analyse des résultats relatifs à la mesure de l'efficacité technique des établissements scolaires. Quant à la deuxième partie, elle est réservée à la détermination des facteurs explicatifs des inefficiences.

4.1.1 Résultats concernant l'efficacité technique

Modèle 1

Dans le tableau 3, nous synthétisons les résultats obtenus à partir du premier modèle. Etant donné que ce modèle est orienté input, l'efficacité technique désigne la capacité d'un établissement scolaire à utiliser le minimum de ressources pour produire un niveau de résultats donné. Le complémentaire par rapport à 100 de chaque score d'efficacité mesure ainsi la réduction proportionnelle des inputs

sans réduction des niveaux d'outputs. Comme on peut le remarquer, parmi les 27 établissements scolaires constituant notre échantillon, six apparaissent techniquement efficaces (22%) et ont de ce fait un score d'efficacité égal à 100%. Dans ce modèle, le score le plus bas est de 66%. L'efficacité technique globale se situe autour de 85%. Autrement dit, les écoles de maturité analysées pourraient économiser près de 15% des moyens mis à leur disposition tout en maintenant constant leur niveau de résultats.

Tableau 3: Synthèse des résultats du modèle 1

Moyenne	85,47
Ecart-type	11,17
Maximum	100,00
Minimum	66,03
Nombre d'établissements efficaces	6
Pourcentage d'établissements efficaces	22,22

Le modèle 1 est utilisé comme modèle de référence car à notre sens, compte tenu des données dont nous disposons, la composition de ses inputs (nombre et expérience des enseignants) capte le plus adéquatement l'activité productive des écoles secondaires. L'application du programme (3) à ce premier modèle donne les résultats répertoriés dans le tableau A1 qui se trouve dans les annexes.

La première colonne correspond aux codes assignés aux établissements. Signalons que pour des raisons de confidentialité, nous sommes tenus à ne pas dévoiler le nom des écoles. C'est aussi pour cette raison que nous avons regroupé les établissements du canton de Neuchâtel et ceux du Jura car dans ce dernier canton, il y a un seul lycée public préparant à la maturité. La deuxième colonne donne les scores d'efficacité technique. Les établissements de référence (ou pairs) qui définissent la frontière de production et qui doivent guider les établissements inefficients à accroître leurs performances se trouvent à la troisième colonne; la quatrième colonne montre les poids qui indiquent la contribution des pairs dans la mesure de l'efficacité de l'établissement inefficace concerné. On trouve enfin à la dernière colonne la fréquence, qui désigne le nombre de fois où les établissements apparaissent comme référence.

Quels sont les établissements efficaces ou inefficaces?

A la lecture du tableau, nous constatons que sur les 27 établissements de Suisse romande analysés, six parviennent à une efficacité maximum de 100. Ils sont par

conséquent déclarés pleinement efficaces dans l'utilisation de leurs ressources. Il s'agit de E02 FR, E06 NE-JU, E16 VS, E17 VS, E24 GE et E25 GE. Les 21 restants sont jugés inefficaces, avec des écarts importants. Par exemple, le moins performant d'entre eux, E19 GE, consomme près de 34% (100 – 66,03) de facteurs en plus, par rapport aux établissements efficaces, pour un même niveau de production. A l'opposé, pour le plus performant, E10 VD, le potentiel de réduction des ressources utilisées pour atteindre la frontière d'efficacité n'est que de 2,13%. Le tableau A1 mentionne aussi le nombre de fois où les établissements efficaces figurent comme références. On constate que E17 VS est le leader de l'échantillon, car il apparaît 20 fois sur un total de 42. Il est suivi de E02 FR (12 fois) et E24 GE (9). L'établissement E06 NE-JU apparaît une fois tandis que E16 VS et E25 GE n'apparaissent jamais comme références. Ces fréquences montrent donc l'existence d'une hiérarchie au sein même des établissements scolaires efficaces. E17 VS, E02 FR E24 GE sont hautement efficaces et devraient être choisis comme modèles ou *benchmarks*. En revanche, les établissements E16 VS et E25 GE doivent probablement leur efficacité à la taille réduite de l'échantillon qui offre moins de possibilités de comparaison avec les inputs et outputs d'autres établissements. Ils sont donc efficaces par défaut. Notons que certains auteurs, tels PENTZAROPOULOS et GIOKAS (2002), préfèrent même utiliser le terme de «partiellement efficace» pour qualifier ce genre de DMUs. Le tableau A1 montre également le poids affecté aux établissements de référence. Par exemple, l'établissement E13 VD, dont le score d'efficacité s'élève à 68,46, est comparé à E02 FR, E17 VS, qui sont les observations techniquement les plus proches et situées sur la frontière de production. Les poids sont de 0,561 pour l'établissement E02 FR, et 0,439 pour E17 VS. Ces deux établissements produisent le même niveau d'output que E13 VD mais utilisent 31% de facteurs en moins. Pour améliorer son niveau d'utilisation de facteurs, l'établissement E13 VD doit donc étudier les pratiques de E02 FR et E17 VS, surtout de E02 FR, car c'est cet établissement qui possède le poids le plus important. De telles caractérisations peuvent être obtenues pour toutes les autres écoles, d'où l'intérêt de la méthode DEA pour mettre en place un système de *benchmarking*

A part mesurer le niveau d'efficacité des écoles de maturité et distinguer celles qui sont efficaces de celles qui le sont moins, le modèle 1 se proposait également de montrer la distribution cantonale des scores d'efficacité. Ainsi, le tableau 4 fournit l'efficacité moyenne par canton. Il laisse apparaître que les lycées-collèges valaisans sont pleinement efficaces et se trouvent sur la frontière de production (score moyen de 100%). Viennent ensuite les collèges du canton de Fribourg, avec une efficacité moyenne de 90%. Les gymnases du canton de Vaud, les lycées neuchâtelois et jurassiens, de même que les collèges genevois se situent

légèrement en dessous de la moyenne suisse romande (85%) avec des scores qui varient entre 84 et 82%.

Le modèle 1 permet d'affirmer que si tous les établissements secondaires suisses romands avaient adopté les *meilleures pratiques* (celles des collèges valaisans), les mêmes niveaux de réussite pourraient être atteints avec 10% de ressources en moins pour les collèges du canton de Fribourg, 16% pour les gymnases vaudois, 17% pour les lycées des cantons de Neuchâtel et du Jura, et enfin 18% pour les collèges genevois. L'interprétation de ces résultats requiert toutefois une certaine prudence car, comme on le verra plus loin, cette recherche comporte un certain nombre de limites. En attendant, nous allons nous consacrer au deuxième modèle.

Tableau 4: Efficacité technique moyenne par canton (modèle 1)

Canton	Observations	Efficacité moyenne	Minimum	Maximum
Valais	2	100	100	100
Fribourg	4	90	75	100
Vaud	7	84	68	98
Neuchâtel et Jura	4	83	77	100
Genève	10	82	66	100
Suisse romande	27	85	66	100

Modèle 2

Le modèle 2 avait pour but de tenir compte de l'environnement socio-économique des élèves dans la spécification de la technologie de production des écoles, cette variable étant mesurée à partir du pourcentage d'élèves au bénéfice d'une bourse d'études. Lorsqu'on analyse la performance des établissements éducatifs, il est important d'accorder une attention particulière à l'environnement familial des élèves car les inefficiences qui lui sont liées ne sont pas directement attribuables aux écoles. En omettant de prendre cette variable en compte, on risque de privilégier dans l'analyse les établissements qui accueillent moins d'élèves issus de milieux socialement défavorisés et considérés a priori comme plus difficiles à former. Pour mettre en évidence l'impact de l'environnement socio-économique, nous avons donc ajouté au modèle 1 la variable susmentionnée. Le tableau 5 montre les scores d'efficacité obtenus avant et après ce changement. Dans le

premier cas, on parle d'efficacité technique brute tandis que dans le second on utilise le terme d'efficacité technique nette. Plusieurs remarques s'imposent. D'abord, on constate qu'avec l'inclusion de cette variable, le nombre d'établissements efficaces double, passant de 6 à 12. En même temps, l'efficacité moyenne augmente de 8,47% points de pourcentage en passant de 85,47% à 93,94%. La combinaison de ces deux éléments montre clairement que l'environnement familial des élèves joue un rôle important dans le score d'efficacité des établissements secondaires. Ce modèle nous amène à penser que si ces établissements opéraient dans un environnement socio-économique favorable, leur inefficacité technique serait considérablement réduite. Notons par ailleurs que ce résultat est du même ordre de grandeur que celui obtenu par KIRJAVAINEN et LOIKKANEN (1998) à propos des écoles secondaires finlandaises: l'efficacité moyenne obtenue par ces auteurs passe de 84% à 91% quand une variable socio-économique est introduite dans leur modèle. En revanche, le résultat observé par NOULAS et KETKAR (1998) dans le contexte anglais est un peu différent, puisque l'efficacité moyenne résultant de leur étude n'augmente que de 2,6 points (de 81% à 83,6%) après l'introduction de la variable caractérisant l'environnement social des élèves.

Le tableau 5 montre également que l'influence de l'environnement socio-économique sur les scores d'efficacité diffère sensiblement selon les établissements; de ce fait, les solutions à apporter pour améliorer la performance sont diverses. On peut grosso modo regrouper les établissements en deux catégories. La première est composée d'établissements où l'influence des conditions socio-économiques est très faible voire nulle. C'est le cas des établissements E02 FR, E06 NE-JU, E 16 VS, E17 VS, E24 GE, E25 GE, E10 VD, E01 FR, E14 VD et E11 VD. Pour ces écoles, l'inefficacité éventuellement observée ne serait peut-être pas due à des facteurs externes mais à une mauvaise gestion des ressources. La deuxième catégorie comprend les établissements qui voient leur niveau d'efficacité augmenter fortement après l'intégration de la variable représentant l'environnement socio-économique dans le modèle. Ils sont suivis d'un astérisque (*) lorsque l'augmentation atteint 5 points et de deux astérisques (**) lorsqu'elle dépasse 10 points. Il semble que ces derniers établissements soient confrontés à un environnement plus difficile et le cas échéant mériterait une attention particulière de la part des autorités éducatives. Leur inefficacité ne pourrait, en effet, être résorbée uniquement par le biais d'une réallocation des ressources scolaires au niveau de l'établissement.

Tableau 5: Efficacité brute et efficacité nette

Etablissement	Efficacité technique brute	Efficacité technique nette
E02 FR	100	100
E06 NE-JU	100	100
E16 VS	100	100
E17 VS	100	100
E24 GE	100	100
E25 GE	100	100
E10 VD	97,87	100
E09 VD	94,23	98,89*
E01 FR	92,86	93,11
E14 VD	92,55	94,51
E21 GE	92,00	100*
E03 FR	90,54	92,67
E12 VD	86,92	92,23*
E11 VD	82,57	84,78
E18 GE	82,16	100**
E26 GE	80,56	93,72**
E23 GE	79,74	91,74**
E20 GE	78,46	94,43**
E07 NE-JU	78,43	91,26**
E05 NE-JU	77,09	79,31
E08 NE-JU	76,74	79,35
E22 GE	76,66	100**
E04 FR	75,07	94,73**
E27 GE	70,99	100**
E13 VD	68,46	73,12*
E15 VD	67,75	100**
E19 GE	66,03	82,40**
Moyenne	85,47	93,94

Modèles 3 et 4

Dans le modèle 3, la spécification utilisée pour étudier la performance des établissements scolaires se caractérise par le fait qu'on a modifié le modèle de base en remplaçant la variable mesurant l'expérience des enseignants par celle représentant la proportion d'enseignants nommés. Puis, dans le modèle 4, en lieu et place de l'expérience des enseignants, nous avons considéré la formation des enseignants, mesurée par la proportion d'entre eux ayant un doctorat ou un master.

Les tableaux 6 et 7 ci-dessus présentent les résultats obtenus par l'estimation des deux modèles. Si l'on considère d'abord le modèle 3, on constate que le fait de substituer la variable pourcentage d'enseignants nommés à celle représentant l'expérience des enseignants n'a pratiquement pas d'effet sur le niveau de l'efficacité moyenne. Celle-ci baisse très légèrement, passant de 85,47% à 84,88%. Le nombre d'établissements efficaces passe de 6 à 4. Par contre, dans le modèle 4, l'introduction de la variable liée à la formation des enseignants à la place de l'expérience fait chuter très nettement le niveau d'efficacité globale (de 85,47% à 77,42%). Pour ce qui concerne le nombre d'établissements efficaces, il passe de 6 à 5. La baisse de plus de 8 points de pourcentage consécutive à la prise en compte de la formation des enseignants dans le modèle est frappante. Cependant, lorsqu'on analyse les résultats en détail, on remarque des contrastes assez marqués entre cantons. Par exemple, les collèges fribourgeois sont les établissements qui ont le plus recours à des enseignants hautement qualifiés. Ainsi, l'établissement E02 FR, efficace à 100% dans le modèle 1, voit son score s'établir à 83% dans le modèle 4. Les scores obtenus par E01 FR, E03 FR et E02 FR passent respectivement de 93%, 91% et 76% à 84%, 83% et 64%. A l'opposé, les résultats des collèges genevois augmentent globalement. Cette amélioration est même très remarquable dans le cas de E18 GE, E21 GE et surtout E26 GE, car pour ce dernier, le score passe de 81% à 100%. Il semble utile d'accorder une attention particulière à la variable formation dans l'analyse des déterminants des scores d'efficacité.

Tableau 6: Synthèse des résultats du modèle 3

Moyenne	84,88
Ecart-type	9,14
Maximum	100
Minimum	71,23
Nombre d'établissements efficaces	4
Pourcentage d'établissements efficaces	14,81

Tableau 7: Synthèse des résultats du modèle 4

Moyenne	77,42
Ecart-type	15,45
Maximum	100
Minimum	48,78
Nombre d'établissements efficaces	5
Pourcentage d'établissements efficaces	18,52

4.2 Résultats relatifs aux déterminants de la performance scolaire

Le calcul des scores d'efficacité auquel nous avons procédé auparavant permet de situer les écoles les unes par rapport aux autres selon leur niveau d'efficacité. Il s'agit maintenant d'aller au-delà et de s'interroger sur les facteurs qui conduisent un établissement scolaire à être efficace et un autre à ne pas l'être. Pour ce faire, nous utilisons trois méthodes différentes: les moindres carrés ordinaires (MCO), le modèle Tobit et le coefficient de corrélation des rangs de Spearman. Les deux premières méthodes sont paramétriques alors que la troisième est non paramétrique.

4.2.1 Les résultats d'estimation par la méthode des MCO

Nous commençons par appliquer aux données de notre enquête, la méthode d'estimation la plus simple à savoir les moindres carrés ordinaires. Les termes d'efficacité obtenus avec les modèles DEA sont régressés sur plusieurs variables susceptibles d'expliquer la performance technique des écoles de maturité: la proportion d'élèves non boursiers (NBOURS), le niveau de formation des enseignants (FORMATION), l'expérience des enseignants (EXPÉRIENCE) et la proportion d'enseignants nommés (NOMMÉ). La revue de la littérature que nous avons présentée montre clairement que l'environnement socio-économique des élèves (NBOURS) exerce un effet sur la performance scolaire. Nous faisons l'hypothèse qu'il en est de même pour les écoles de maturité. Concernant les autres variables liées plus directement aux caractéristiques des écoles, leur effet sur l'efficacité est plus incertain. Nous nous attendons tout de même à ce que l'expérience, le niveau de formation et la proportion d'enseignants nommés agissent positivement sur les scores d'efficacité des établissements suisses romands.

Le tableau A2 donne les résultats obtenus à partir de la méthode des moindres carrés ordinaires. Pour chaque modèle, nous présentons les coefficients, les probabilités critiques associées aux t de Student, la constante, le F de Fisher et le R^2 .

Concernant d'abord le modèle 1, les scores d'efficacité obtenus avec la méthode DEA sont régressés sur trois variables: la proportion d'élèves non boursiers (NBOURS), le niveau de formation des enseignants (FORMATION), et la proportion d'enseignants nommés (NOMMÉ). Si on s'intéresse d'abord à la qualité de l'ajustement, on peut constater que le coefficient de détermination est relativement élevé pour ce genre de modèle. L'ensemble des variables indépendantes introduites dans l'analyse explique plus de la moitié de la variance totale des taux d'efficacité. D'autres facteurs non observés seraient donc à l'origine d'une partie non négligeable des inefficiences observées. Pour ce qui concerne maintenant les coefficients associés aux trois variables explicatives, on peut remarquer en premier lieu l'existence d'une relation positive entre la proportion d'élèves non boursiers et l'efficacité productive de l'établissement scolaire comme on pouvait s'y attendre. Cependant, la relation n'est pas statistiquement significative dans ce premier modèle. Les résultats semblent montrer également que le niveau de formation est corrélé positivement avec la performance technique de l'école. Autrement dit, avoir une proportion importante d'enseignants avec un doctorat ou un master aurait un effet positif sur la performance. Le coefficient associé à cette variable est significatif. Enfin, contrairement à nos attentes, il n'y aurait pas une relation positive entre d'un côté la proportion d'enseignants nommés et l'efficacité de l'établissement d'autre part. Ce résultat est statistiquement significatif.

Dans le modèle 2, les facteurs retenus pour expliquer les différences de performance des établissements scolaires sont la formation et la proportion d'enseignants nommés. L'environnement social des élèves n'est pas pris en compte car cette variable est un input dans le modèle DEA. Par conséquent, on pouvait s'attendre à obtenir un R^2 plus faible. Comme dans le premier modèle, les coefficients associés aux variables représentant la formation et la proportion d'enseignants nommés sont respectivement positif et négatif mais pas significatifs cette fois.

Les résultats des modèles 3 et 4 se caractérisent par le fait que l'environnement socio-économique à l'effet escompté (positif) et que le signe de la variable est cette fois significatif. On peut relever aussi que le coefficient associé à la proportion d'enseignants nommés est négatif mais non significatif dans le modèle 4.

En guise de résumé des résultats générés par la méthode des moindres carrés ordinaires, il semble que la performance soit négativement corrélée avec la variable (NOMMÉ). Elle a tendance à augmenter avec (NBOURS) et (FORMATION). Quant aux résultats obtenus avec la variable (EXPÉRIENCE), ils sont peu concluants.

4.2.2 Les résultats d'estimation par le modèle Tobit

Le tableau A3 présente les résultats issus de l'utilisation du modèle Tobit⁶. Si on s'intéresse d'abord au modèle 1, on ne constate pratiquement pas de différences par rapport aux résultats obtenus avec les moindres carrés ordinaires et ceci, ni au niveau du signe des coefficients, ni au niveau de la significativité de ces derniers. Autrement dit, le niveau de formation semble corrélé positivement avec la performance technique de l'école; il n'y aurait pas une relation positive entre la proportion d'enseignants nommés et l'efficacité de l'établissement; et le coefficient de la variable représentant l'environnement familial est positif et non significatif. Quant à la qualité de l'ajustement, on remarque une faible amélioration, si l'on en juge par le R^2 du modèle. Pour ce qui est du modèle 2, la variable (FORMATION) paraît avoir un impact positif mais non significatif comme précédemment. En revanche, pour (NOMMÉ), le coefficient qui était négatif devient positif mais reste non significatif. On remarque aussi une amélioration du coefficient de détermination du modèle. Enfin, pour les modèles 3 et 4, les mêmes tendances s'observent selon que l'on utilise les MCO ou le modèle Tobit. La seule différence est que le coefficient de (NBOURS) est non significatif dans le modèle 4 lorsque le Tobit est utilisé.

Pour clore ce commentaire des résultats obtenus avec la méthode des moindres carrés ordinaires d'une part et le modèle Tobit d'autre part, il nous semble utile de rappeler nos objectifs. Nous avons décidé d'utiliser ces deux approches pour identifier les déterminants de l'efficacité technique car nous voulions savoir entre autre si les MCO, relativement utilisés dans la littérature et très critiqués dans le cadre de la DEA, donneraient des résultats sensiblement différents par rapport au modèle Tobit. Au vu de nos résultats, il semble que cela ne soit pas le cas. La section suivante est consacrée à la présentation des résultats obtenus avec l'approche non paramétrique, en l'occurrence le coefficient de corrélation des rangs de Spearman.

4.2.3 Les résultats d'estimation par le coefficient de Spearman

Les résultats qui se trouvent sur le tableau A4 ont été obtenus à partir du coefficient de corrélation de rang de Spearman⁷. C'est un test non paramétrique très utilisé dont l'application n'exige pas une distribution particulière de la variable

6 Pour une discussion plus approfondie de ce modèle, le lecteur intéressé pourrait se référer à AMEMIYA (1984).

7 Ce coefficient est une mesure de l'association entre deux variables transformées en rangs. Il est obtenu par la formule $r_s = 1 - 6 \sum [D^2 / (n(n^2 - 1))]$ où n est le nombre d'observations et D , la différence entre les rangs de deux modèles.

étudiée. LELEU et DERVAUX (1997) suggèrent l'utilisation d'un tel test pour pallier aux défaillances que poseraient les moindres carrés ordinaires et le modèle Tobit. Qu'en est-il des résultats?

Concernant le modèle 1, on voit une quasi-similitude au niveau du signe des coefficients quelque soit la méthode utilisée: une relation positive entre l'efficacité technique et les variables (NBOURS) et (FORMATION), et une relation négative entre celle-ci et le facteur (NOMMÉ). Cette cohérence nous reconforte d'ailleurs dans le choix de ce modèle comme référence. En plus, il a le coefficient de détermination le plus élevé de tous les modèles. Par contre, au niveau de la significativité, les résultats obtenus avec le coefficient de Spearman se singularisent sur deux points: la relation entre l'efficacité technique et (NBOURS) apparaît hautement significative et que celle entre la performance et (FORMATION) devient non significative. Quant au modèle 2, les résultats obtenus avec l'utilisation du coefficient de Spearman sont similaires à ceux obtenus avec les MCO: les coefficients de (FORMATION) et (NOMMÉ) sont respectivement positif et négatif et non significatifs dans les deux cas. On constate également une différence entre les résultats obtenus avec le coefficient de Spearman et ceux issus des deux méthodes précédentes au niveau des modèles 3 et 4. Cette différence réside dans le fait que le coefficient associé à la variable (EXPÉRIENCE) est négatif quand le coefficient de Spearman est utilisé et positif avec les moindres carrés ou le Tobit. Cependant, il reste non significatif dans tous les cas.

Pour faciliter la lecture de ces résultats, nous les résumons au tableau 8. Plusieurs remarques peuvent être faites. Tout d'abord, il ressort de ce tableau qu'il existe très peu de différences entre les résultats obtenus avec la méthode des moindres carrés ordinaires et ceux résultant de l'utilisation du modèle Tobit. Pourtant, la première méthode citée est largement critiquée dans la littérature lorsqu'il s'agit de déterminer les facteurs explicatifs des scores d'efficacité générés par la méthode DEA.⁸ Malheureusement, il ne nous est pas possible de comparer nos résultats avec ceux d'autres études dans le contexte de l'éducation car les auteurs utilisent généralement l'une ou l'autre méthode. En revanche, nos résultats révèlent une différence importante lorsqu'on observe les résultats obtenus via l'approche paramétrique (MCO et Tobit) et ceux résultant de l'utilisation du coefficient de Spearman qui est un test non paramétrique. Intuitivement, plusieurs indices nous permettent de donner un avantage à cette dernière méthode. Si on

8 Très récemment, cette procédure en deux étapes, en particulier, l'utilisation du modèle Tobit a été critiquée par SIMAR et WILSON (2005) qui proposent une méthode d'estimation basée sur une technique de double bootstrap.

considère chaque facteur explicatif, il existe une plus grande constance du signe des coefficients à travers les différents modèles lorsque l'approche non paramétrique est utilisée. Un autre élément qui plaide en faveur de cette méthode est la cohérence par rapport à la littérature. On sait que le seul résultat clairement établi concernant les déterminants de la performance scolaire est que l'environnement socio-économique des élèves y joue un rôle important. Les résultats obtenus à partir du coefficient de corrélation de Spearman confirment ce constat en ce qui concerne les écoles de maturité suisses romandes. Un autre résultat qui ressort de l'utilisation de l'approche non paramétrique est la relation négative et statistiquement significative constatée entre la proportion d'enseignants nommés et l'efficacité technique. Nous allons discuter très brièvement de ces résultats dans la conclusion qui suit.

Tableau 8: Synthèse des résultats sur les facteurs explicatifs de l'efficacité

	MCO	TOBIT	SPEARMAN
Modèle 1			
NBOURS	(+)	(+)	(+)*
FORMATION	(+)*	(+)*	(+)
NOMMÉ	(-)*	(-)*	(-)*
Modèle 2			
FORMATION	(+)	(+)	(+)
NOMMÉ	(-)	(+)	(-)
Modèle 3			
NBOURS	(+)*	(+)*	(+)*
FORMATION	(+)	(+)	(-)
EXPÉRIENCE	(-)	(-)	(-)
Modèle 4			
NBOURS	(+)*	(+)	(+)*
NOMMÉ	(-)	(-)	(-)
EXPÉRIENCE	(+)	(+)	(-)

* Significatif au seuil de 5%.

5. Conclusion

Dans cette étude, nous avons procédé à la mesure de l'efficacité technique des écoles de maturité suisses romandes en utilisant la méthode non paramétrique DEA. Il ressort des résultats empiriques que le fonctionnement de ces établissements se caractérise par des inefficiences techniques relativement importantes. Le niveau d'efficacité technique global se situe en effet autour de 85%. Autrement dit, les établissements analysés pourraient économiser 15% des ressources utilisées tout en conservant le même niveau de production. Nous avons également constaté d'importants écarts de productivité entre établissements et entre cantons. Au-delà de la simple mesure de l'efficacité productive, nous avons étudié les facteurs explicatifs des différences de performance. L'environnement socio-économique des élèves semble contribuer de façon significative à la variance des scores d'efficacité, de même que le statut des enseignants. Ces résultats doivent évidemment être pris avec précaution car il s'agit d'une première analyse de l'efficacité technique dans un secteur où la tâche est très complexe. En plus, l'étude présente quelques limites dont certaines sont liées aux données utilisées. Par exemple, le fait d'avoir utilisé un seul output constitue une faiblesse manifeste de ce travail. Ainsi, avons-nous insisté à maintes reprises sur la complexité et sur le caractère multidimensionnel de l'activité éducative. Le seul taux de réussite à la maturité est sans doute une approximation imparfaite de la production des établissements secondaires. Nous aurions voulu retenir d'autres outputs comme le taux d'abandon ou des indicateurs de réussite postscolaire des élèves mais malheureusement de telles données n'étaient pas disponibles.

Ce dernier point montre que des lacunes importantes existent au niveau de la statistique scolaire en Suisse. Cependant, l'approche DEA ne peut servir comme outil de pilotage du système éducatif que s'il existe des données fiables et régulièrement collectées.

Nous souhaitons vivement que les pouvoirs publics encouragent de telles recherches, car nous sommes persuadé de leur utilité dans la promotion d'une gestion saine et efficace des établissements scolaires.

Annexe

Tableau A1: Résultats détaillés du modèle 1

Etablissement	Efficacité	Références	Poids		Fréquence
E02 FR	100	–	–	–	12
E06 NE-JU	100	–	–	–	1
E16 VS	100	–	–	–	0
E17 VS	100	–	–	–	20
E24 GE	100	–	–	–	9
E25 GE	100	–	–	–	0
E10 VD	97,87	E02 FR, E17 VS	0,075,	0,951	–
E09 VD	94,23	E02 FR, E17 VS	0,356,	0,559	–
E01 FR	92,86	E02 FR, E17 VS	0,391,	0,594,	–
E14 VD	92,55	E02 FR, E17 VS	0,123,	0,887	–
E21 GE	92,00	E17 VS, E24 GE	0,177,	0,744	–
E03 FR	90,54	E02 FR, E17 VS	0,398,	0,623	–
E12 VD	86,92	E17 VS, E24 GE	0,953,	0,004	–
E11 VD	82,57	E17 VS, E24 GE	0,857,	0,145	–
E18 GE	82,16	E17 VS, E24 GE	0,274,	0,739	–
E26 GE	80,56	E17 VS, E24 GE	0,744,	0,295	–
E23 GE	79,74	E17 VS, E24 GE	0,776,	0,230	–
E20 GE	78,46	E17 VS, E24 GE	0,862,	0,093	–
E07 NE-JU	78,43	E02 FR, E17 VS	0,165,	0,704	–
E05 NE-JU	77,09	E02 FR, E17 VS	0,513,	0,489	–
E08 NE-JU	76,74	E02 FR, E17 VS	0,034,	0,704	–
E22 GE	76,66	E17 VS, E24 GE	0,753,	0,280	–
E04 FR	75,07	E02 FR, E17 VS	0,863,	0,136	–
E27 GE	70,99	E17 VS, E24 GE	0,958,	0,026	–
E13 VD	68,46	E02 FR, E17 VS	0,561,	0,439	–
E15 VD	67,75	E02 FR, E06 NE-JU	0,355,	0,623	–
E19 GE	66,03	E02 FR, E17 VS	0,253,	0,659	–

Tableau A2: Déterminants de l'efficience par la méthode MCO

Variables explicatives	Modèle 1		Modèle 2		Modèle 3		Modèle 4	
	Coeff.	Prob.	Coeff.	Prob.	Coeff.	Prob.	Coeff.	Prob.
Constante	-1,830	0,292	0,244	0,614	-2,804	0,082	-4,855	0,081
NBOURS	0,627	0,118			0,856	0,016	1,342	0,023
FORMATION	0,044	0,043	0,021	0,215	0,000	0,979		
NOMMÉ	-0,254	0,036	-0,015	0,872			-0,106	0,643
EXPÉRIENCE					-0,128	0,651	0,058	0,911
F	6,037	0,001	2,745	0,066	2,460	0,088	2,126	0,125
R ²	0,523		0,264		0,243		0,217	

Tableau A3: Déterminants de l'efficience par le modèle Tobit

Variables explicatives	Modèle 1		Modèle 2		Modèle 3		Modèle 4	
	Coeff.	Prob.	Coeff.	Prob.	Coeff.	Prob.	Coeff.	Prob.
Constante	-2,167	0,256	-0,365	0,656	-3,175	0,061	-2,389	0,389
NBOURS	0,711	0,100			0,954	0,007	0,417	0,506
FORMATION	0,051	0,030	0,028	0,297	0,000	0,999		
NOMMÉ	-0,298	0,036	0,038	0,801			-0,178	0,413
EXPÉRIENCE					-0,170	0,570	0,164	0,738
Log vraisembl.	14,450		4,564		17,828		7,492	
R ²	0,583		0,324		0,242		0,444	

Tableau A4: Déterminants de l'efficience par le coefficient de Spearman

Variables explicatives	Modèle 1		Modèle 2		Modèle 3		Modèle 4	
	Coeff.	Prob.	Coeff.	Prob.	Coeff.	Prob.	Coeff.	Prob.
NBOURS	0,453	0,008			0,454	0,008	0,396	0,020
FORMATION	0,034	0,433	0,008	0,484	-0,059	0,383		
NOMMÉ	-0,281	0,078	-0,095	0,317			-0,057	0,387
EXPÉRIENCE					-0,169	0,198	-0,097	0,314

Bibliographie

- Administration fédérale des finances (2002), *Finances publiques en Suisse*, publication annuelle, Berne.
- AIGNER, DENNIS J., C. A. KNOX LOVELL and PETER SCHMIDT (1977), "Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models", *Journal of Econometrics*, 6, pp. 21-37.
- AMEMIYA, TAKESHI (1984), "Tobit Models: a Survey", *Journal of Econometrics*, 24, pp. 3-61.
- BANKER, RAJIV D., ABRAHAM CHARNES and WILLIAM W. COOPER (1984), "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis", *Management Science*, 30, pp. 1078-1092.
- BECKER, GARY S. (1964), *Human Capital*, NBER, New York.
- BESSENT, AUTHELLA M. and E. WAILAND BESSENT (1980), "Determining the Comparative Efficiency of Schools through Data Envelopment Analysis", *Educational Administration Quarterly*, 16, pp. 57-75.
- BESSENT, AUTHELLA M., E. WAILAND BESSENT, J. KENNINGTON and B. REAGAN (1982), "An Application of Mathematical Programming to Assess Productivity in the Houston Independent School District", *Management Science*, 28, pp. 1355-1367.
- BONESRØNNING, HANS and JØRN RATTSSØ (1994), "Efficiency Variation among the Norwegian High Schools: Consequences of Equalization Policy", *Economics of Education Review*, 13, pp. 289-304.
- BRADLEY, STEVE, GERAINT JOHNES and JIM MILLINGTON (2001), "The Effect of Competition on the Efficiency of Secondary Schools in England", *European Journal of Operational Research*, 135, pp. 545-568.
- BURGAT, PAUL and CLAUDE JEANRENAUD (1994), "Preface", *Swiss Journal of Economics*, 130, pp. 623-626.
- CHARNES, ABRAHAM and WILLIAM W. COOPER (1962), "Programming with Linear Fractional Functions", *Naval Research Logistics Quarterly*, 2, pp. 181-185.
- CHARNES, ABRAHAM, WILLIAM W. COOPER, BOAZ GOLANY, LAWRENCE M. SEIFORD and JOEL STUTZ (1985), "Foundations of Data Envelopment Analysis for Pareto-Koopmans Efficient Empirical Production Functions", *Journal of Econometrics*, 30, pp. 91-107.
- CHARNES, ABRAHAM, WILLIAM W. COOPER, ARIE Y. LEWIN and LAWRENCE M. SEIFORD (1994), *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications*, Kluwer Academic Publishers, Boston.

- CHARNES, ABRAHAM, WILLIAM W. COOPER and EDUARDO RHODES (1978), "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", *European Journal of Operational Research*, 2, pp. 429-444.
- COOPER, WILLIAM W., LAWRENCE M SEIFORD and KAORU TONE (2000), *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- DEBREU, GERARD (1951), "The Coefficient of Resource Utilization", *Econometrica*, 19, pp. 273-292.
- FÄRE, ROLF, SHAWNA GROSSKOPF and WILLIAM L. WEBER (1989), "Measuring School District Performance", *Public Finance Quarterly*, 17, pp. 409-428.
- FÄRE, ROLF, SHAWNA GROSSKOPF and C.A. KNOX LOVELL (1994), *Production Frontiers*, Cambridge University Press, New York.
- FARRELL, MICHAEL J. (1957), "The Measurement of Productive Efficiency", *Journal of the Royal Statistical Society*, 120, pp. 253-281.
- KIRJAVAINEN, TANJA and HEIKKI A. LOIKKANEN (1998), "Efficiency Differences of Finnish Senior Secondary Schools: An Application of DEA and Tobit Analysis", *Economics of Education Review*, 17, pp. 377-394.
- LELEU, HERVÉ and BENOÎT DERVAUX (1997), «Comparaison des différentes mesures d'efficacité technique: une application aux centres hospitaliers français», *Economie et Prévision*, 129-130, pp. 101-119.
- MCCARTY, THERESE A. and SUTHATHIP YAISAWARNG (1993), "Technical Efficiency in New Jersey School Districts", in: Harold O. Fried, C. A. Knox Lovell and Shelton S. Schmidt (eds.), *The Measurement of Productive Efficiency*, Oxford University Press, New York, pp. 271-287.
- MEEUSEN, WIM and JULIEN VAN DEN BROECK (1977), "Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error", *International Economic Review*, 18, pp. 435-444.
- NOULAS, ATHANASIOS G. and KUSUM W. KETKAR (1998), "Efficient Utilization of Resources in Public Schools: A Case Study of New Jersey", *Applied Economics*, 30, pp. 1299-1306.
- OCDE (2002), *Regards sur l'éducation*, Paris.
- OFS (1999), *Les indicateurs de l'enseignement en Suisse*, Neuchâtel.
- PENTZAROPOULOS, G. C. and D. I. GIOKAS (2002), "Comparing the Operational Efficiency of the Main European Telecommunications Organizations: A Quantitative Analysis", *Telecommunications Policy*, 26, pp. 595-605.
- RAY, SUBHASH C. (1991), "Resource-use Efficiency in Public Schools: A Study of Connecticut Data", *Management Science*, 37, pp. 1620-1628.

- SIMAR, LÉOPOLD and PAUL W. WILSON (2005), "Estimation and Inference in Two-Stage, Semi-Parametric Models of Production Processes", forthcoming in *Journal of Econometrics*.
- TSANG, MUN C. and HENRY M. LEVIN (1985), "The Economics of Overeducation", *Economics of Education Review*, 4, pp.93-104.
- WALDO, STAFFAN (2001), "Municipalities as Educational Producers – An Efficiency Approach", Mimeo, Lund University.

SUMMARY

In this paper we use a Data Envelopment Analysis (DEA) approach to measure the technical efficiency of secondary schools in French-speaking Switzerland. As a second stage after DEA analysis, we study the determinants of performance using several alternative methods. The results show substantial productivity differences across schools in different cantons. Technical efficiency is on average 85%. Once account is taken of the socio-economic background of pupils, mean efficiency increases to 94%. The findings reveal that socio-economic environment of pupils and the status of the teacher are significantly associated with technical efficiency of schools. The results about teachers' experience and education are inconclusive.

ZUSAMMENFASSUNG

In diesem Beitrag wird die technische Effizienz der Maturitätsschulen in der Westschweiz anhand der nichtparametrischen DEA-Methode gemessen. Die Ergebnisse zeigen bedeutende Leistungsunterschiede zwischen verschiedenen Schulen und Kantonen. Die durchschnittliche technische Effizienz beläuft sich auf 85%. Trägt man dem sozioökonomischen Hintergrund der Schülerinnen und Schüler Rechnung, erhöht sich die durchschnittliche Effizienz auf 94%. Die Erklärungsfaktoren für die Leistungsunterschiede werden anhand verschiedener Methoden analysiert. Diese Resultate zeigen, dass der sozioökonomische Hintergrund der Schülerinnen und Schüler sowie der Status der Lehrperson einen signifikanten Einfluss auf die technische Effizienz der Schulen ausüben. Die Ergebnisse bezüglich des Einflusses der Berufserfahrung und des Ausbildungsniveaus von Lehrpersonen sind nicht schlüssig.

RÉSUMÉ

Dans cet article, nous mesurons l'efficacité technique des écoles de maturité suisse romandes avec la méthode non paramétrique DEA. Les résultats révèlent d'importants écarts de performance entre établissements et entre cantons. L'efficacité technique moyenne s'élève à 85%. La prise en compte de l'environnement socio-économique des élèves fait passer celle-ci à 94%. Les facteurs explicatifs des écarts de performance sont analysés à travers diverses méthodes. Les résultats montrent que l'environnement socio-économique des élèves et le statut de l'enseignant jouent un rôle significatif dans la variance des scores d'efficacité. L'effet de l'expérience de l'enseignant est peu concluant de même que celui de son niveau de formation.