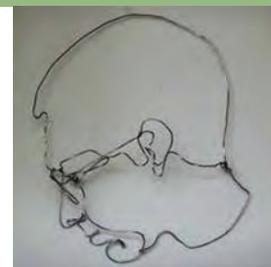


Méthodes statistiques de l'économétrie : l'apport d'Edmond Malinvaud



Pascal MAZODIER¹

Retraité de l'Insee

Edmond Malinvaud (1923-2015) a marqué l'histoire de la pensée économique et de la statistique en donnant une impulsion décisive à l'économétrie entre 1950 et 1980. Son exigence de rigueur mathématique l'a conduit à établir des fondements solides pour cette discipline ; son souci de pertinence pour la définition de politiques économiques l'a amené à concevoir un cheminement éclectique mais exigeant de la théorie économique à la modélisation en s'appuyant sur les observations chiffrées. Ces leçons restent d'actualité aujourd'hui.

Un livre qui a fait époque

« Méthodes statistiques de l'économétrie » (MSE) : ce titre d'un des ouvrages les plus connus d'Edmond Malinvaud est révélateur. Porté par une formation initiale assez poussée en mathématiques, introduit à la statistique inférentielle par Georges Darmais à Paris vers la fin des années quarante, ayant découvert l'économétrie au contact des chercheurs de la Cowles Commission à Chicago au début des années cinquante, stimulé dès lors par son enseignement de cette discipline à l'École d'application de l'INSEE, Malinvaud a ressenti la nécessité et la possibilité de clarifier les fondements statistiques de l'économétrie. C'est à cette seule condition qu'on pouvait espérer donner à ces techniques relativement nouvelles la possibilité de fournir aux théories économiques un contenu quantitatif suffisamment fiable et opérationnel pour justifier peu ou prou les mesures de politique économique destinées à améliorer le bien-être des citoyens.

Rédigé pour prolonger ses notes d'enseignement à l'École d'application de l'INSEE publiées en 1957, MSE a régulièrement pris du poids au cours de ses rééditions successives : pour la version en français, 634 pages en 1964; 782 en 1969; 846 en 1978². La raison de cette croissance est double. D'une part, Malinvaud a incorporé des éléments nouveaux sur des sujets qui se développaient alors ; d'autre part, pour répondre à certaines critiques, il a repris, des démonstrations qui ne lui apparaissaient plus assez rigoureuses. Ce n'est donc pas, à proprement parler, un « manuel », mais bien un véritable « traité », et un traité dont nombre de passages sont d'un accès pour le moins difficile : nul ne peut prétendre s'y être aventuré profondément sans avoir dû refaire, crayon à la main, les démonstrations elles-mêmes ! Et ceux qui ont tenté cette exploration de bout en bout ne sont probablement pas si nombreux... Pourtant, les rééditions de l'ouvrage (et

1. Je tiens à remercier particulièrement Alain Monfort, avec qui j'ai pu discuter de ce texte (dont il ne partage évidemment pas les insuffisances), tout comme Jacques Mairese (qui en a lu aussi une première version) et Alain Godinot, lesquels, très vite après le décès d'Edmond Malinvaud, ont diffusé des textes souvent méconnus comportant de nombreuses indications par Malinvaud lui-même sur ses contributions à l'économie en général et à l'économétrie en particulier. Je remercie enfin Peter Phillips, économètre fécond et auteur, notamment, d'un remarquable travail tout récent permettant de percevoir clairement l'élégante généralité de l'approche géométrique adoptée par Malinvaud.

2. La quatrième édition en 1981 n'est qu'une réimpression de la troisième.

leurs traductions en langues étrangères) montrent qu'il y avait bien un « marché » pour un tel « produit ».

Deux originalités

Quels sont donc le contenu et l'originalité des « Méthodes statistiques de l'économétrie » ? Rappelons tout d'abord qu'à l'époque où Malinvaud a publié la première édition française de MSE (en 1964), il n'existait pas encore d'ouvrage approprié pour l'enseignement de l'économétrie : les deux premiers, en anglais, datent de cette même période. Mais ceux-ci, que les futurs étudiants devaient appeler le « Goldberger » et le « Johnston », étaient beaucoup moins conséquents que le « Malinvaud », lequel couvrait de façon quasi-encyclopédique l'ensemble des techniques économétriques utilisées à l'époque³.

A cette première originalité relative à l'extension du domaine couvert s'en ajoute une seconde : l'ambition de démontrer rigoureusement les propriétés statistiques des estimateurs, en s'appuyant sur une présentation géométrique originale, malheureusement moins à la portée du lecteur anglo-saxon (et même de certains étudiants français actuels...)⁴ que des présentations algébriques. Cette exigence de rigueur et cette méthode de démonstration permettent à Malinvaud de traiter des cas classiques d'estimation statistique dans leur plus grande généralité, et d'aborder des problèmes nouveaux, pas encore complètement explorés à ce jour (encadré).

On peut illustrer par une anecdote vécue ce souci qu'avait Malinvaud d'établir rigoureusement les propriétés des estimateurs sans se contenter, comme c'était encore souvent le cas, de références un peu obscures au Théorème Central Limite, alors que les modèles économétriques ne relèvent pas directement de la théorie d'échantillonnage qui fonde la version la plus classique de ce théorème. Une telle démarche, mathématiquement assez « cavalière », ne tire pas à conséquences graves lorsqu'on l'applique à des modèles simples, mais peut se révéler erronée pour des modèles plus complexes. Un jour donc, dans son bureau, lorsqu'il était directeur général de l'INSEE, il raconta l'histoire suivante. « J'étais dans le train », dit-il, « et j'avais emporté avec moi le dernier numéro d'une revue internationale d'économie que je n'avais pas encore lu. Je me plonge dans un article portant sur un article décrivant un nouvel estimateur dans les modèles non linéaires à équations simultanées, et je réalise vite que les propriétés asymptotiques prêtées par l'auteur à son estimateur n'étaient absolument pas démontrées. Trouvant indigne que cette revue réputée ait publié un article aussi peu rigoureux, je rédige aussitôt un petit mot de protestation véhémement au rédacteur en chef. Puis je recherche le nom et l'adresse de ce dernier sur la page de couverture intérieure, et je découvre ... qu'il ne fait qu'un avec l'auteur de l'article !!! ». Et Malinvaud de sourire de toutes ses dents ! La lettre fut légèrement modifiée, envoyée, et publiée ...

Encadré : les démonstrations rigoureuses de MSE

Dans MSE, Malinvaud poursuivait son effort de démonstration à deux niveaux. Le premier consistait en un traitement unifié du « modèle linéaire », sous sa forme la plus générale (régressions linéaires avec contraintes linéaires sur les coefficients - noter tous les « s » ! - et matrice de variances-covariances définie positive), généralisation étendue dans la deuxième édition au cas de matrices de variances-covariances

3. Utilisation d'ailleurs difficile sachant qu'alors les programmes informatiques spécifiques à l'économétrie n'existaient pas encore (l'un des premiers, TSP, date du milieu des années soixante).

4. Une excellente présentation de cette approche géométrique à destination des lecteurs anglophones se trouve dans un remarquable article de Peter Phillips déjà évoqué, à paraître dans *The Econometrics Journal*, et dont la lecture est vivement conseillée au lecteur désireux de bien comprendre les démonstrations malinvaldiennes.

seulement semi-définies positives (et donc singulières). C'est pourquoi il ne serait peut-être pas exagéré de parler du « théorème de Gauss-Markov-Aitken-Malinvaud » si l'on voulait rendre crédit à ceux qui ont généralisé ce théorème fondamental dont la première version remonte à la toute fin du XVIIIème siècle.

A un second niveau et de façon plus novatrice encore, Malinvaud s'attaquait à l'estimation des modèles de régressions non linéaires. Pour ceux-ci, il proposait une classe d'estimateurs à distance minimale dont il établissait, de façon assez ardue et lorsque la matrice de variances-covariances est estimée de façon itérative, l'équivalence asymptotique avec les estimateurs du maximum de vraisemblance sous l'hypothèse de normalité (lesquels avaient été proposés dès le début des années cinquante par les chercheurs de la Cowles Commission). A la suite de remarques venant de lecteurs exigeants, Malinvaud devait d'ailleurs améliorer sa démonstration dans les versions successives de son traité.

De la théorie économique au modèle économétrique

Un autre trait caractéristique des « Méthodes statistiques de l'économétrie » était que, tout au long de l'ouvrage, Malinvaud prenait le lecteur par la main pour montrer comment, à partir d'une théorie économique simple, on est naturellement conduit à construire un modèle probabiliste, en dotant le modèle initial de « termes d'erreur » sur la loi de probabilité desquels on peut faire explicitement des hypothèses de plus en plus spécifiques, lesquelles permettent d'établir rigoureusement des résultats de plus en plus précis - mais dont la validité, bien sûr, dépend de celle des hypothèses ayant permis de les établir. Toute la première partie des MSE (160 pages, soit environ le cinquième du volume) traduit ce souci très pédagogique de relier étroitement les méthodes économétriques aux fondements de la théorie économique. Cette démarche reflétait remarquablement le souci des « pères fondateurs » de l'économétrie - au premier rang desquels Ragnar Frisch et Jan Tinbergen -, pour lesquels la finalité de l'économétrie était bien de permettre une quantification suffisante des théories économiques afin de s'assurer de la validité de celles-ci et, partant, de leur pertinence pour la définition de politiques économiques. Assez naturellement, cela conduit à se pencher sur ce qu'on pourrait appeler les convictions et postulats méthodologiques de Malinvaud en ce qui concerne l'économétrie, sujet sur lequel il est revenu plus tard dans des textes plus personnels (entretiens, notamment) où il s'efforce de faire lui-même un bilan de ses propres travaux, et auxquels il est fortement conseillé au lecteur intéressé de se référer. En ce qui concerne ces a priori méthodologiques, il est intéressant de noter deux aspects qui pourraient, au premier abord, sembler contradictoires.

Un éclectisme méthodologique raisonné

D'une part, comme cela ressort clairement de « l'épilogue » qui clôt ses « Méthodes statistiques de l'économétrie », Malinvaud insiste sans se lasser sur la nécessité de partir d'un « modèle », et d'un modèle dans lequel sont notamment explicitées toutes les hypothèses probabilistes à partir desquelles on peut utiliser les techniques inférentielles de la statistique mathématique. Comme il le disait oralement, ce choix du modèle constitue « la minute de vérité de l'économètre ». Certains ont cru voir dans cette modélisation une négation des possibilités qu'auraient les économètres d'utiliser les enseignements d'autres sciences sociales, voire une soumission un peu aveugle à des théories « dominantes », et donc un « carcan » qui condamnerait l'économie à se scléroser : si l'essentiel se joue dès le choix du modèle, n'y a-t-il pas un risque de n'aboutir, in fine, qu'aux seules conclusions compatibles avec le modèle initial ? Mais si Malinvaud tient à formaliser complètement le modèle initial, c'est d'abord pour pouvoir utiliser proprement les acquis de la statistique mathématique et bénéficier ainsi d'une démarche ayant fait ses preuves dans les sciences dites exactes où même les modèles traduisant les théories les plus

fructueuses sont toujours (et inévitablement) des approximations simplificatrices de la réalité. En pratique, sur le choix du modèle initial, il est plus éclectique.

En particulier, Malinvaud insiste également sur l'importance des données (l'ensemble des observations disponibles sur les variables elles-mêmes) : non seulement sur leur qualité, sans laquelle nul modèle et nulle méthode d'estimation ne peuvent fournir des résultats fiables⁵ (c'est bien le moins qu'on attend d'un statisticien, et personne ne conteste ce point) ; mais surtout, préalablement à toute estimation, sur un premier examen détaillé de celles-ci, une « analyse exploratoire » avec un minimum d'a priori. En témoignent l'intérêt qu'il a manifesté pour la statistique descriptive (par rapport à la statistique inférentielle), comme on le voit dans le chapitre 1 des MSE sur « l'économétrie sans modèle aléatoire »⁶, ainsi que ses encouragements à « l'analyse des données » et aux « données de panel », dans le courant des années soixante-dix.

En somme, s'il ne convient surtout pas de sélectionner un modèle uniquement pour qu'il « s'ajuste » bien aux données, il ne faut pas non plus se cacher que, dans de nombreux domaines, la théorie économique en amont n'est pas suffisamment « fine » pour imposer des formes fonctionnelles ou des hypothèses probabilistes précises ; on doit donc admettre que l'imagination (ou l'intuition ?) de l'économètre en tant qu'économiste est, à cet égard, irriguée aussi par l'examen préalable des données. La « culture économique » de l'économètre, au sens le plus large, est donc déterminante pour le choix qu'il/elle doit faire du modèle à estimer. Une telle position méthodologique ressemble fort à de l'éclectisme, et certains pourraient s'en offusquer. Avec prudence, et sans renier la nécessité d'un modèle probabiliste, Malinvaud revendique cet éclectisme, tout en étant conscient qu'une telle position exige « lucidité et rigueur » afin de ne pas courir le risque de pratiques « vaseuses, voire perverses »...

Le souci de clarté

Un petit fait illustre cette tension entre ces deux exigences partiellement contradictoires. Au début des années quatre-vingt, Malinvaud a pris connaissance des travaux de Christopher Sims sur les modèles vectoriels autorégressifs, censés éviter les a priori des modèles dits « structurels », et présentés par leur auteur à Paris au « séminaire Malinvaud ». Celui-ci n'a pas hésité alors à monter publiquement au créneau pour dénoncer l'illusion de cette volonté délibérée de s'affranchir de toute hypothèse a priori sur la notion de variable exogène : si « tout est dans tout » (c'est-à-dire si on admet que toute variable est peu ou prou endogène et intervient dans « l'explication » des autres variables endogènes), on ne peut espérer rien trouver (en termes économétriques, le modèle n'est pas « identifiable ») - sauf à faire des hypothèses implicites ou difficilement interprétables, par exemple sur des moments du second ordre de telle ou telle variable. Mais alors, pour Malinvaud, mieux vaut faire des hypothèses plus explicites directement sur l'exogénéité de telle ou telle variable, ce qui constitue l'essence même d'un modèle structurel et peut ainsi permettre un débat plus clair entre économistes d'opinions différentes. Et pourtant, cette approche de Sims a contribué au développement de tests d'exogénéité, et valu le prix Nobel à son promoteur - il est vrai qu'il avait quelque peu assoupli sa position, peut-être à la suite des critiques de Malinvaud ?

Les développements ultérieurs

S'il n'a pas cessé de se tenir au courant des développements des méthodes économétriques, ne serait-ce que via son séminaire où venaient volontiers plancher tous les économètres étrangers

5. Ce que les anglo-saxons expriment de façon colorée : "garbage in, garbage out".

6. Dont, dans les éditions suivantes, il a pourtant retranché certains passages rendus obsolètes par les progrès des techniques économétriques - la "méthode des faisceaux" (bunch map analysis), par exemple.

de passage en France, Malinvaud a cessé assez tôt de se consacrer lui-même au progrès des techniques économétriques. Certes, les trois éditions successives de son traité montrent qu'il s'est efforcé de prendre en compte la plupart des développements récents de cette discipline - comme en témoigne l'accroissement impressionnant du nombre de références figurant dans sa bibliographie, passé de 252 en 1964, à 345 en 1969, et à 496 en 1978. Mais on peut dire que depuis les années soixante-dix, il n'a plus guère participé directement à ce développement, comme il l'a reconnu lui-même dans l'entretien accordé à Alberto Holly et Peter Phillips en 1987. Il est intéressant de se demander pourquoi.

La principale raison de ce silence économétrique tient certainement à ce que, parmi ses priorités de l'époque qui le conduisaient à accorder une large place dans son emploi du temps à ses responsabilités de haut fonctionnaire, Malinvaud a choisi de consacrer son temps de recherche à ce qui lui paraissait le plus essentiel et qui avait largement motivé initialement sa vocation d'économiste : la lutte contre le cancer du chômage, lequel résistait déjà à tous les traitements suggérés par les économistes.

A ce choix personnel s'ajoutent vraisemblablement d'autres raisons, plus directement liées à l'économétrie elle-même. D'une part, l'exploration du modèle linéaire, à laquelle il avait contribué, était, dans l'ensemble, achevée. Et, sémantiquement, il ne suffit évidemment pas de remplacer « linéaire » par « non linéaire » pour définir une classe de modèles qui attendraient, à leur tour, une théorie générale. Quant à l'économétrie des séries temporelles, en plein développement avec les statistiques financières, il reconnaissait lui-même qu'il avait du mal à en percevoir un traitement unificateur. Certes, de nouveaux types de modèles prenaient de l'importance, par exemple modèles de choix discrets ou modèles à variable dépendante limitée. Mais ceux-ci se prêtent directement (en termes de comportement des agents) à une formulation probabiliste qui, une fois admis certains grands principes d'inférence (le maximum de vraisemblance ou la méthode des moments, par exemple), conduit à des techniques d'estimations spécifiques, sans qu'il soit davantage besoin de relier ces dernières à quelque autre théorie générale. Peut-être aussi Malinvaud percevait-il que son « avantage comparatif » de scientifique soucieux de rigueur et formé aux arcanes de la statistique mathématique s'amenuisait, et que l'aiguillon d'un enseignement de haut niveau (dont il a souligné pour lui l'importance) se déplaçait vers d'autres champs de la recherche économique.

D'autre part, l'enseignement de l'économétrie avait commencé à devenir, en quelque sorte, un « enseignement de masse » et les manuels s'étaient multipliés, particulièrement en langue anglaise. Et on doit constater - Malinvaud en était parfaitement conscient - que son approche « géométrique » avait fait peu d'émules, et était surclassée (en facilité de compréhension sinon en élégance) par une présentation et des démonstrations faisant appel presque exclusivement aux matrices et à l'algèbre matricielle (notions qu'il avait d'ailleurs introduites dans la 2e édition des MSE). Il reconnaissait lui-même que l'intuition résultant d'une présentation géométrique ne pouvait se manifester que si l'on avait reçu une formation mathématique quelque peu géométrique, ce qui était le cas en France à son époque⁷. Même si, à l'étranger, les ténors de la profession économétrique rendaient volontiers crédit à Malinvaud pour la rigueur qu'il avait apportée aux méthodes économétriques, ils étaient rarement enclins à le suivre très loin sur le terrain géométrique.

Par ailleurs, Malinvaud voyait clairement comment les progrès des ordinateurs et de l'informatique bouleversaient la mise en œuvre pratique des méthodes d'estimation et de test, parce qu'à la fois le nombre de données (la taille des échantillons d'observations) et la vitesse des calculs pouvaient s'accroître presque sans limites - et pourtant on n'en était pas encore aux mégadonnées (« Big data ») et aux calculs externalisés (« cloud computing »). En

7. Les coniques et les ellipsoïdes ont longtemps occupé une place importante dans l'enseignement des classes préparatoires aux grandes écoles françaises.

somme, l'économétrie passait, en pratique et progressivement, du stade artisanal à un stade quasi-industriel, évolution dont, aujourd'hui même, on ne mesure peut-être pas encore toute la portée.

Deux sortes d'économétrie ?

Enfin, on peut se demander - mais c'est là une simple hypothèse - si, à un stade déjà avancé de sa carrière scientifique, Malinvaud n'a pas eu quelques interrogations sur la célèbre « approche probabiliste en économétrie » popularisée par Haavelmo au milieu des années quarante. Ou plutôt, s'il n'a pas ressenti qu'il y avait, en fait et très grosso modo, deux sortes d'économétrie : dans l'une, qui conviendrait plutôt à la microéconomie, l'écriture du modèle de comportement des agents dans un environnement incertain se doit assez naturellement d'être d'emblée probabiliste, ne serait-ce que parce que nul n'est prêt à considérer les agents économiques comme de pures « machines à optimiser », cela d'autant que d'autres sciences sociales soulignent la rationalité limitée de ceux-ci en de nombreuses circonstances. Le modèle probabiliste alors retenu pour traduire les comportements individuels détermine du même coup les méthodes statistiques inférentielles optimales d'estimation et de test, dont il est évidemment légitime de chercher alors à établir rigoureusement les propriétés.

Dans l'autre catégorie d'économétrie, qui ressortirait plutôt à la macroéconomie, le caractère probabiliste du modèle serait davantage une sorte de reflet de notre ignorance (ignorance, en particulier, des effets de l'agrégation des comportements des agents microéconomiques, un problème qui a toujours préoccupé Malinvaud). Mais en ce cas, les hypothèses probabilistes ont-elles la même signification intrinsèque ? Ne constituent-elles pas plutôt une sorte de simplification délibérée (et provisoire ?) de la réalité, de nature un peu différente de la précédente, et plus difficile à interpréter que celle-ci ? Et suffisent-elles, à elles seules, pour justifier des méthodes d'inférence dont la rigueur serait alors assez formelle, permettant certes (dans les meilleurs des cas) de discriminer entre des théories ou explications concurrentes, mais moins aptes, par exemple, à garantir en pratique des prévisions conditionnelles fiables ? Sachant que, par ce qu'il a dit lui-même, Malinvaud s'intéressait moins aux comportements microéconomiques qu'aux conséquences macroéconomiques de décisions de politique économique, il est possible qu'il ait fini par moins apprécier les satisfactions intellectuelles que lui avait procurées la recherche de résultats rigoureux et généraux en économétrie théorique.

Postérité

A travers les lignes précédentes, on perçoit mieux ce qui reste et ce qui restera des « Méthodes statistiques de l'économétrie », c'est-à-dire ce qu'a été l'apport durable de Malinvaud à cette discipline. Tout d'abord, compte-tenu de la difficulté et de l'étendue de ce traité, on ne peut exclure d'y trouver encore matière à des travaux de recherche sur des points de méthode qu'aurait entrevus Malinvaud sans pour autant les éclairer totalement, notamment (peut-être) en ce qui concerne les estimateurs à distance minimum. Par ailleurs, plus indirectement, l'influence des MSE perdue par l'intermédiaire de générations d'économètres formés - en partie grâce à ce traité - aux rigueurs de l'inférence statistique en économie. Dans tous les cas, il est clair que cet ouvrage continuera à faire date, et à apparaître comme l'un des tout premiers parmi ceux qui ont assuré à l'économétrie un statut autonome.

En forçant un peu le trait, on peut dire que ces « Méthodes statistiques de l'économétrie », avec les autres ouvrages de référence que leur auteur a publiés en économie, permettent d'inclure Malinvaud dans la cohorte de ces grands savants des siècles passés qui, par leur travail opiniâtre et souvent solitaire, par leurs connaissances encyclopédiques et par leur souci d'universalité, ont permis à la démarche scientifique de s'imposer comme un des moyens les plus efficaces de faire progresser notre compréhension de l'univers.

“A man for all seasons”⁸?

Comment ne pas mentionner ici cette citation de Keynes :
“The master-economist must possess a rare combination of gifts... He must be mathematician, historian, statesman, philosopher - in some degree”⁹.

Références

- Haavelmo, T. (1944) : The Probability Approach in Econometrics”, *Econometrica*, vol.12, supplement ,118 p.
- Holly, A. et Phillips, P. (1987) : “The ET interview : Professor Edmond Malinvaud”, *Econometric Theory*, vol.3, p. 273-295.
- Krueger, A (2003) : “An Interview with Edmond Malinvaud”, *Journal of Economic Perspectives*, vol.17, p. 181-198.
- Malinvaud, E. (1964, 1ère ed ; 1968, 2ème ed ; 1979, 3ème ed. ; 1981, 4ème ed.) : *Méthodes statistiques de l'économétrie*, Dunod, Paris.
- Malinvaud, E. (1966, 1st ed ; 1970, 2nd ed ; 1980, 3rd ed) : *Statistical Methods of Econometrics*, North-Holland, Amsterdam
- Malinvaud, E. (1971) : “Letter to the Editor”, *International Economic Review*, vol.12, p. 344-345.
- Malinvaud, E. (1983) : “Econometric Methodology at the Cowles Commission : Rise and Maturity”, 22 p. , in *Cowles Fiftieth Anniversary Celebration*, ed. by Alvin Klevorick, Yale University,
- Malinvaud, E. (2001) : “Some Ethical and Methodological Convictions”, *American Economist*, p. 3-16
- Phillips, P. (2015) : “Edmond Malinvaud : a Tribute to his Contributions in Econometrics”, à paraître dans *The Econometrics Journal*, 15 p.
- Renault, M. (2011) : “Edmond Malinvaud et la méthodologie économique”, *Mémoire de Maîtrise (Master)*, Université de Paris I, 123 p.
- The Economist (2015), May 9th, p. 76 : “A man for all seasons”, review of “Universal Man : the Lives of John Maynard Keynes” by Richard Davenport-Hines

7. « Un homme pour tous les temps » Cette expression est le titre d'une pièce de théâtre et d'un film retraçant la vie et la mort de Thomas More, humaniste et homme politique anglais du XVI^e siècle célèbre pour sa fermeté face au roi Henry VIII.

8. « Le maître-économiste doit posséder un ensemble rare de dons...Il doit être mathématicien, historien, homme d'Etat, philosophe – dans une certaine mesure... »