

Rendements, semis et fertilité : signification analytique des rendements

*François Sigaut **

RÉSUMÉ

On se sert couramment de données de rendements pour comparer l'efficacité de systèmes agraires ou de techniques agricoles différentes. Cela risque d'induire en erreur si on oublie que la notion de rendement n'est pas simple. Il en existe en fait plusieurs, qui dépendent des unités de mesure utilisées, de l'échelle de surface, des techniques de semis, etc. Le but de cet article est d'attirer l'attention sur cette diversité des taux de rendements, sur le fait qu'ils ont souvent des significations différentes, et qu'ils sont en général valides pour certains types d'agricultures et non pas pour d'autres.

Le rendement à la surface, par exemple (en tonnes ou en quintaux/hectare) n'a de sens que pour des parcelles assez grandes, où la disposition des plantes est à peu près uniforme. Conditions qui n'ont été réunies que tout récemment, ce qui explique que le rendement à la surface ne soit pas entré dans l'usage courant, même en Europe, avant le XVIII^e ou le XIX^e s. Dans la plupart des agricultures dites primitives, le rendement à la surface n'a guère de sens et doit en tous cas être utilisé avec beaucoup de prudence.

Le rendement le plus couramment utilisé dans le monde auparavant, y compris en Europe, était le rendement de la semence (en « pour un »). Sa signification n'est pas la même que le précédent. Mais il est dommage que le rendement de la semence ne soit plus utilisé, car il pouvait donner des indications très instructives sur le fonctionnement des agricultures dans lesquelles on l'employait.

Quelques exemples d'utilisation du rendement comme moyen d'analyse des agricultures anciennes sont proposés.

ABSTRACT

Yield figures are frequently used to compare the efficiency of agrarian systems or of different agricultural techniques. This may lead to errors if it is forgotten that the idea of yield is not simple. There are in fact several yield measures which may be calculated, depending on the units of measurement used, the surface area, the sowing techniques, etc. The aim of this article is to draw attention to this diversity in yield rates, to the fact that their meaning can often be variable, and that they are generally valid for certain kinds of agriculture, but not for others.

Surface yield, for example, (in tons or in hundredweight to the hectare) only has meaning for large areas where the distribution of the plants is approximately uniform. Because these conditions occurred only in recent times, surface yields did not become commonly used, even in Europe, before the 18th or 19th centuries. In most agriculture considered to be primitive, surface yield has no meaning, and must in any case be used with much caution.

* École des Hautes Études en Sciences Sociales, 54 boulevard Raspail, 75270 Paris Cedex 06, France.

The yield the most frequently used in the world before this, including in Europe, was the yield of the grain sown (in « for one »). Its significance is not the same as surface yield. However it is unfortunate that yield of the grain sown is no longer used, because it could give very useful information about the functioning of different agricultural systems.

Finally, several examples of the use of yield as a means of analysis are described.

*

Cet article n'est qu'une esquisse, dans laquelle j'essaie de donner quelques éléments pour une problématique de l'étude des rendements. Depuis plus d'un siècle, nous avons pris l'habitude en Europe de raisonner les résultats de nos cultures de céréales en termes de volumes ou de masses récoltés à l'unité de surface (boisseaux par acre, quintaux ou tonnes par hectare). Mais jusqu'au XVIII^e s., et même encore au XIX^e, nos aïeux préféraient raisonner en termes de rendement de la semence (cinq pour un, douze pour un, etc.), et cette autre sorte de rendement semble fort ancienne, puisqu'on la trouve déjà chez les agronomes romains. Il y a donc au moins deux façons de mesurer le résultat physique d'une culture. Encore faut-il observer que ni l'une ni l'autre ne fait intervenir le facteur temps, qui dans les deux cas est supposé égal à un an (mais ce n'est pas toujours ainsi), ni le facteur eau, qui est pourtant plus important que l'étendue de terrain dans les agricultures irriguées. Il y a enfin des considérations d'échelle qui interviennent et nous sentons tous qu'un résultat exprimé à l'échelle d'une province ou d'un pays n'a pas le même sens que le résultat obtenu dans un seul champ ou dans une parcelle expérimentale de quelques mètres carrés. Je m'abstiens volontairement de parler des aspects économiques, qui compliqueraient encore terriblement le problème. Mais même en m'en tenant aux aspects strictement *physiques* de la question, il est clair qu'il n'existe pas un moyen et un seul, universel et rationnel, de mesurer les résultats d'une production. Il en existe plusieurs, qui ont des significations différentes et qui correspondent à des situations techniques et sociales différentes. C'est parmi tous ces rendements différents – il vaudrait mieux parler de rapports ou de ratios – que nous devons essayer de nous reconnaître, si nous ne voulons pas que toutes nos discussions sur les résultats quantitatifs des agricultures anciennes soient biaisées dès le départ.

VOLUMES OU MASSES

Je commence par une question apparemment simple. Vaut-il mieux compter en volume, c'est-à-dire en boisseaux ou en hectolitres, comme on l'a fait couramment jusqu'à la fin du XIX^e s., ou en masse, c'est-à-dire en quintaux ou en tonnes, comme on le fait aujourd'hui ?

On pense généralement que la balance est plus précise que le boisseau, parce que la capacité de celui-ci dépend de la manière dont on le remplit, de la façon dont on y tasse les grains ou non, etc. Mais en réalité que pèse-t-on avec une balance ? Des grains entiers, avec leurs enveloppes dont la proportion varie considérablement d'une espèce à l'autre et même d'une variété à l'autre, surtout évidemment entre grains nus et grains vêtus. Mais aussi des grains chargés d'une certaine teneur en humidité, qui s'établit assez ordinairement à la récolte entre 12-13 % et 18-20 %. Les seules variations du taux d'humidité, par conséquent, entraînent déjà une marge d'incertitude de plus de 5 % : il est illusoire de penser que la balance suffit à donner un résultat « précis ».

En fait, l'utilisation du boisseau ou de l'hectolitre avait un avantage, celui de ne pas donner une fausse impression de précision. Tous ceux qui utilisaient les mesures de capacité pour les grains autrefois savaient parfaitement qu'un nombre de boisseaux ou d'hectolitres ne signifiait rien à lui seul, mais qu'il fallait lui associer d'autres informations, la principale étant la densité du grain exprimée en livres par boisseau ou kilogrammes par hectolitre (on parle aujourd'hui de masse volumique). Mesurer la densité du grain n'avait pas pour seul but de convertir un volume en masse. Il se trouve également que la densité du grain est encore aujourd'hui le meilleur indice synthétique de sa qualité : un grain « lourd » (c'est-à-dire dense) est toujours de meilleure qualité, toutes choses égales d'ailleurs, qu'un grain « léger » ; et en particulier, l'humidité diminue la densité du grain alors qu'elle augmente la masse de la récolte.

En somme, ni la masse ni le volume ne sont à eux seuls des moyens suffisants de mesurer une récolte. La mesure du volume, complétée par celle de la densité du grain, est certainement la méthode la plus efficiente lorsqu'on veut atteindre le maximum de précision avec des moyens réduits. Je ne pense pas que la mesure de la masse, lorsqu'elle est pratiquée seule, ce qui est trop souvent le cas, permette de gagner en précision – elle en donne seulement l'illusion, ce qui est dangereux. Pour que la mesure des masses soit vraiment précise, il faut savoir ce qu'on mesure, c'est-à-dire analyser le grain pour pouvoir tenir compte de sa teneur en humidité et en éléments non nutritifs. Ce qui peut être compliqué, coûteux, et qui de toutes façons ne nous

garantit pas que tous ces éléments nutritifs étaient effectivement utilisés par les gens compte tenu de leurs techniques de mouture et d'extraction de la farine...

Je n'ai pas de conclusion ferme à proposer ici. Mais tout manuel de physique commence par la question des erreurs de mesure. Je crois qu'il ne serait pas mauvais qu'il en soit de même dans les manuels d'histoire... et d'archéologie expérimentale, s'il s'en écrit un jour.

LE RENDEMENT PAR UNITÉ DE SURFACE : QUESTIONS D'ÉCHELLE

Plaçons-nous tout d'abord dans un cas qui nous est familier : celui d'un champ uniformément cultivé et ensemencé. On pourrait penser que dans ce cas, le rendement est indépendant des dimensions de la parcelle. Il n'en est rien, et pour deux raisons dont l'une est purement physique, c'est l'effet dit de bordure. L'autre raison est bien connue, c'est le fait qu'une petite parcelle est toujours mieux soignée et mieux protégée qu'une grande, si bien que les résultats obtenus « en petit » ne sont que rarement transposables « en grand ». La littérature des XVIII^e et XIX^e s. est remplie de critiques et de mises en garde contre l'extrapolation abusive de résultats d'expériences faites « en petit » ; ces mises en garde restent parfaitement valides aujourd'hui.

Mais c'est sur l'effet de bordure, bien connu des expérimentateurs, que je voudrais insister ici, à cause de son caractère physique, inévitable. A l'intérieur d'un champ uniformément ensemencé, chaque plante est entourée d'autres plantes qui limitent l'espace dans lequel elle peut prélever l'eau et les éléments fertilisants de sa croissance, et qui limitent également la quantité de lumière qu'elle reçoit. Au bord du champ, il n'en est plus ainsi, les plantes qui y sont situées peuvent étendre davantage leurs racines et reçoivent davantage de lumière, elles prennent donc ordinairement un développement plus grand.

Supposons que l'effet de bordure se fasse sentir sur 2 m de profondeur. Une parcelle carrée de 16 m² en sera entièrement affectée et pourra donc de ce seul fait donner un rendement très supérieur (jusqu'au double peut-être) à celui d'une parcelle carrée de 1 ha dans laquelle moins de 10 % de la surface est affectée.

Voilà donc déjà deux échelles différentes, celle de la « petite » parcelle (quelques dizaines de mètres carrés) et celle de la « grande » (de l'ordre d'un hectare), pour lesquelles le rendement à l'unité de surface n'a pas la même signification. Il faut noter d'ailleurs que dans la plupart des agricultures non mécanisées, c'est la « petite » parcelle qui est la règle et non la « grande » : celle-ci n'apparaît sous sa forme actuelle qu'au XIX^e s. Il existe

certaines des champs de grandes dimensions depuis l'apparition de l'araire au IV^e millénaire av. J.-C. Mais la disposition des plantes n'y était sans doute pas uniforme, c'est un point en tous cas sur lequel nous sommes mal renseignés.

Quoiqu'il en soit, une conclusion s'impose. La signification d'un rendement à l'unité de surface dépend de la dimension des parcelles, de leur forme, et de la façon dont les plantes y sont disposées. Ce qui veut dire que d'une agriculture à l'autre, dans lesquelles ces paramètres sont différents, les rendements à l'hectare ne sont pas comparables.

Il ne faut pas oublier, d'ailleurs, que le rendement à l'hectare a été développé dans le cadre d'une seule agriculture, la nôtre, et qu'il est destiné à permettre des comparaisons de performance à l'intérieur de cette agriculture-là seulement. Lorsqu'on sort de ce cas de figure, le rendement à l'hectare peut être utilisable ou non, tout dépend des circonstances. Mais il est absolument indispensable en tout cas d'en raisonner l'emploi.

LE RENDEMENT PAR UNITÉ DE SURFACE : QUESTIONS DE FERTILITÉ

Les deux échelles qui viennent d'être mises en évidence ne sont pas les seules qu'il faille prendre en considération pour déterminer la signification d'un rendement. Il y en a au moins une troisième, qui prend en compte la fertilité des sols et la façon dont elle se renouvelle ou non dans le temps, soit naturellement, soit par l'action délibérée ou non des hommes. On s'aperçoit alors que l'échelle pertinente n'est plus celle de la parcelle, petite ou grande, mais celle de l'ensemble du territoire dont dépend la fertilité de cette parcelle. Depuis Liebig en effet (1840), on sait que la fertilité d'un sol dépend de sa richesse en certains éléments minéraux sous une forme assimilable par les plantes (N, P, K, Ca, etc.) et on a appris à se procurer ces éléments soit dans le sous-sol (P et K essentiellement) soit directement dans l'atmosphère (N). Si bien que la fertilité d'un champ donné ne dépend plus guère que de l'industrie et du commerce des engrais. Avant Liebig il allait tout autrement et la fertilité d'une parcelle donnée dépendait essentiellement des *transferts d'éléments fertilisants* naturels ou artificiels dont elle était l'objet.

Les transferts naturels

Il y a d'abord des transferts négatifs, des pertes, qui sont dues au lessivage. Celui-ci est d'autant plus intense que le climat est plus humide (bilan pluies/évaporation), que les sols sont plus perméables (sableux) et plus acides, et que le relief est plus plat. Dès qu'il y

a pente, en effet, le ruissellement augmente au dépens du lessivage et provoque une érosion qui peut être néfaste si elle est trop violente, mais qui est souvent bénéfique dans la mesure où elle rajeunit les sols. Dans beaucoup de régions où les sols sont naturellement assez acides, comme la Bretagne, les champs se trouvent plutôt sur les pentes modérées que sur les terrains rigoureusement plats.

Le lessivage est un facteur primordial dans la genèse des sols, si bien qu'il est assez facile de se rendre compte de son importance en consultant une carte pédologique.

Le contraire du lessivage, dans les climats chauds et secs où l'évaporation potentielle est plus forte que les pluies, c'est la remontée des éléments minéraux à la surface. Malheureusement, dans toutes les régions où cela se produit, ce sont les sels de sodium qui remontent ainsi, rendant les terres à peu près stériles.

Il y a toutefois des sols dans lesquels lessivage et remontée des sels s'équilibrent. Telles sont par exemple les célèbres Terres noires (*Tchernozem*) d'Ukraine. Mais il est probable que leur réputation de fertilité vient moins des rendements qu'on y obtenait, qui ne devaient pas être beaucoup plus élevés qu'ailleurs, que du fait que ces rendements étaient obtenus sans engrais. En Hongrie, en Russie du Sud, la non-utilisation des fumiers étonne les voyageurs comme R. Townson au XVIII^e s. ou L. de Fontenay au XIX^e. Au début du XX^e s. encore, les promoteurs du *dry-farming* en Amérique du Nord, H.W. Campbell et J.A. Witsoe, considèrent que les zones arides sont les futurs greniers de l'humanité, parce que leur fertilité est inépuisable (Hargreaves, 1977).

En Europe occidentale, c'est également la faible pluviosité – 600 mm/an et moins – qui a toujours fait la fertilité des grandes plaines à céréales du Bassin parisien, de l'Est de l'Angleterre, etc.

Il se trouve que dans ces régions, nous avons une assez bonne idée de la fertilité potentielle à très long terme. De 1852 à 1925, en effet, il y a eu à Rothamsted (Grande Bretagne) des parcelles cultivées en blé chaque année sans engrais : la moyenne des rendements est de 10 q/ha/an (Hénin *et al.*, 1969 : 300). Comment se fait-il qu'à la longue, le rendement ne s'annule pas ? Outre le faible niveau du lessivage, il y a deux sources de fertilité naturelle : la fixation d'azote par les micro-organismes du sol, et les poussières atmosphériques (aérosols) qui se déposent soit spontanément, soit avec la pluie ou la neige. Ces poussières sont d'origines diverses, y compris extra-terrestre (la Terre reçoit 100 000 t/an de poussières venant du cosmos) ; en France, la région des Landes de Gascogne recevrait

10 kg/ha/an de potassium sous forme d'aérosols venant de l'océan (Labeyrie, 1978).

Une troisième source naturelle de fertilité est l'alluvionnement, qui intéresse évidemment les bas de pentes, les vallées et les zones de dépôt au bord de la mer. Ces sites sont peu étendus, en général, mais ils ont une grande importance historique parce que les hommes n'ont pas tardé à s'apercevoir de leurs avantages et à en tirer parti dans la mesure de leurs moyens.

Ce qu'il faut retenir peut-être, c'est que sur un territoire donné il existe un niveau général de fertilité naturelle, qui dépend essentiellement du bilan entre le lessivage des sols et les mécanismes naturels de renouvellement de leur fertilité (érosion modérée, aérosols) ; ce niveau est de 10 q/ha/an de blé à Rothamsted. Mais il existe aussi, à l'intérieur de ce territoire, des sites privilégiés où la fertilité s'accumule naturellement (alluvionnement), et dont l'homme peut (ou non) tirer parti.

Les transferts artificiels

Il est fort possible que l'agriculture ait commencé par occuper ces sites privilégiés dont il vient d'être question, en particulier dans les zones arides où l'*agriculture de décrue* est à la fois le procédé le plus simple et le plus productif qu'on puisse imaginer. Le grand inconvénient de ces sites est leur faible étendue. Mais il y a de très importantes exceptions – la vallée du Nil ! – et il semble que les hommes se soient longtemps ingénies à en tirer le maximum, avant de chercher à cultiver des terres plus « ordinaires ». Et cela même en Europe, s'il faut en croire Sherratt (1980). Le problème des terres « ordinaires », en effet, c'est qu'il n'y a pas de renouvellement naturel de la fertilité : en climat sec les récoltes sont aléatoires, en climat humide c'est le lessivage et la concurrence des mauvaises herbes qui les compromettent. Et il n'est pas possible de compenser ces deux inconvénients sans un surcroît de travail toujours important, ni, ce qui nous intéresse particulièrement ici, sans utiliser une partie du territoire pour en fertiliser d'autres. C'est alors que l'expression de transfert de fertilité prend tout son sens.

Il existe, en effet, deux méthodes générales pour compenser le lessivage :

– déplacer les champs, pour bénéficier par essartage ou par écobuage de la fertilité accumulée depuis plusieurs dizaines d'années ; c'est le principe de la culture itinérante (*shifting cultivation*) bien connue des géographes ; on ne peut guère utiliser ainsi plus de 20 % du territoire à la fois, et souvent beaucoup moins ; les rendements à la parcelle sont élevés, mais on ne les obtient que sur une petite partie du territoire ;

– fixer les champs, et y apporter régulièrement des matières fertilisantes récoltées ailleurs ; et cela de deux façons :

- par l'intermédiaire du bétail et de ses excréments,
- directement, en allant récolter des végétaux destinés à servir d'engrais .

Quelques exemples

Dans les Landes de Gascogne (terres sableuses très pauvres), on estimait qu'il fallait 40 ha de pacages pour entretenir le nombre de moutons nécessaire pour fumer 1 ha de seigle et millet (Féret, 1878 : 519)

Dans toutes les régions de montagne du Midi de la France, on pratiquait le *soutrage*, c'est-à-dire qu'on allait récolter dans les terres incultes et les forêts toutes sortes de résidus végétaux, broussailles, herbes, feuilles mortes, etc. ; on les répandait dans les cours et les chemins et après quelques mois, lorsqu'ils étaient devenus du *fumier de rue*, on les portait dans les champs. Dans quelques régions, le soutrage était systématisé, pour ainsi dire. Dans le Béarn, il existait de véritables champs d'ajoncs (*Ulex europeus*, angl. *furze*) uniquement destinés à fournir de l'engrais aux autres terres ; dans le Sud de la Bretagne (Morbihan), une métairie comprenait normalement près de la moitié de ses terres en landes à *étréper* dans le même but. Et il ne faut pas croire que ce genre de procédé ne se rencontre qu'en Europe. Il est largement attesté en Inde, et même en Afrique, où le système dit *citimene* a été rendu célèbre par la description qu'en fit A.I. Richards (1939). On sait en quoi il consiste : les arbres de la forêt sont ébranchés, et les branches rassemblées à l'emplacement du futur champ où on les brûle ; on sème ensuite dans les cendres. A.I. Richards cite le chiffre de 6,25 acres de forêt pour 1,25 acre cultivée, soit un rapport de surfaces de 5,2/1¹.

La question qui se pose est celle de l'ancienneté de ce genre d'agricultures. La plupart de celles que l'histoire et l'ethnographie nous font connaître impliquent des moyens techniques importants (outils de fer pour la récolte des végétaux-engrais, moyens de transport) et des quantités de travail encore plus importantes. Cela fait supposer qu'elles sont récentes. Mais il n'en est pas nécessairement ainsi dans tous les cas possibles : celui des Landes montre que l'utilisation d'une grande quantité d'animaux peut suppléer aux outils et au travail. Quoi qu'il en soit, des archéologues danois

croient qu'il a dû exister des agricultures de ce genre en Europe dès le Néolithique (J. Troels-Smith, 1984).

Les exemples évoqués ci-dessus ne donnent évidemment qu'une faible idée de la diversité des pratiques réelles. Mais le point essentiel pour nous ici, c'est que l'ensemble du territoire est nécessaire pour produire les récoltes obtenues chaque année sur une fraction seulement de ce territoire, que cette fraction soit de 2, de 5 ou de 50 % du total. Le rendement à la parcelle est donc un rendement partiel. D'un point de vue écologique et démographique, c'est le rendement de l'ensemble du territoire qui compte, le territoire lui-même étant défini par l'extension des transferts de fertilité ; le territoire est un bassin versant de fertilité, en quelque sorte.

LE RENDEMENT A LA SEMENCE

Le rendement à la semence (exprimé en « pour un » : 5/1, 8/1, etc.) a été tellement employé en Europe, et sans doute ailleurs, jusqu'au XIX^e s., qu'il est permis de s'étonner qu'il ait aussi complètement disparu aujourd'hui. Je pense pour ma part qu'il constitue un outil analytique aussi important que le rendement à la surface et que sa disparition représente un appauvrissement considérable de notre arsenal théorique. Entre autres avantages, le rendement à la semence avait celui de n'être pas employé seul, puisqu'il n'avait de sens que complété par la densité de semis, laquelle permettait de calculer sans difficulté le rendement à la surface. Chacun savait donc autrefois que le rendement à la semence n'était qu'un indice parmi d'autres, ce qui n'est malheureusement plus le cas aujourd'hui avec le rendement à la surface.

Des rendements extraordinaires

« M. Georges Villers présente une plante de blé, dit froment rouge d'Ecosse, offrant un exemple de fécondité remarquable. Cette plante, produite par une seule graine déposée par hasard dans le cimetière de la ville de Bayeux, porte 116 épis ayant en moyenne 35 grains, ce qui donne un nombre total de 4,060 grains. » (*Bull. de la Soc. d'Agriculture, etc, de Bayeux*, 1850-1851, 1 : 296).

Les histoires de ce genre ne sont pas rares. Pline en cite deux dans son *Histoire naturelle* (XVIII, 21) et sans procéder à une recherche particulière sur ce sujet, j'en

1. Sur le soutrage et le fumier de rue en France : Sigaut, 1975 : 45-51, 131-133. En Inde : Gokhale and Habbu, 1927. Depuis l'étude d'A.I. Richards, le système africain dit *citimene* a fait l'objet d'autres publications, dont la plus récente est Stromgaard, 1985.

ai trouvé une dizaine dans mes notes allant du XVII^e au XX^e s., et tant en Angleterre qu'en France². Le record absolu est sans doute détenu par un pied d'orge qui, d'après Humphry Davy (1820 : 240) aurait produit 249 tiges et plus de 18 000 grains. Mais les chiffres ordinaires (si on peut dire !) sont plus bas ; ceux que j'ai trouvés dans la littérature sont de 6 855, 4 060 (l'exemple cité), environ 4 000, 1 560, 1 440 et 1 235.

Il n'y a pas, me semble-t-il, de raison valable pour mettre en doute la véracité de ces anecdotes. Elles ont dû se produire avec une fréquence à peu près constante dans l'histoire. La question est : ont-elles un intérêt ? Ou faut-il les rejeter au rang des contes merveilleux ? Je pense pour ma part qu'elles ont un intérêt considérable, à plusieurs niveaux.

Tout d'abord, elles illustrent parfaitement cet effet d'échelle que j'ai évoqué à propos des rendements à la surface. Inutile d'insister.

En second lieu, ces trouvailles ont suscité des réflexions, des essais techniques ou de sélection, dont voici quelques exemples

Dans les années 1760, un certain M. Miller, de Cambridge, essaie de voir jusqu'où on peut aller dans la multiplication d'un grain de blé. D'un grain semé au début juin, et après trois repiquages avec division des touffes début août, en septembre-octobre et en mars-avril, il obtient 21 109 épis contenant environ 576 840 grains. Au début du XX^e s. et de façon tout à fait indépendante, des agronomes russes, s'inspirant d'exemples observés en Mandchourie, s'efforcent de mettre au point un système de culture des céréales tempérées (blé, seigle, avoine) basé sur le repiquage et le buttage. Diffloth (1929 : 319-348) en fait une analyse nuancée. Ce système, dit-il, permet de multiplier rapidement une variété dont on n'a qu'un petit nombre de semences ; mais il n'est pas avantageux dans les conditions économiques de la France de son époque, même en utilisant les machines ad hoc mises au point par les agronomes russes. La même conclusion avait été atteinte plus d'un siècle avant lui par des agronomes normands :

« M. de Janville a récolté dans sa propriété d'Éterville un pied de froment qui a fourni 108 épis et 1 560 grains. Ce produit extraordinaire nous a porté à essayer de planter le blé, d'après le procédé

en usage dans le duché de Suffolk en Angleterre, et décrit par Larochefoucault-Liancourt. Ce premier essai ne nous a pas réussi. Nous avons d'ailleurs observé que le plantage exigeait trop de bras et que la main d'œuvre était trop chère ici pour obtenir un grand succès : il nous a semblé que cette méthode, au lieu de nous conduire à la perfection de l'art, nous ferait remonter vers son origine. » (*Rapport sur les trav. de la Soc. roy. d'agric. et de commerce de Caen*, 1806 : 18).

Cette dernière remarque est très importante, j'y reviens dans un instant. Mais auparavant, je citerai un dernier exemple des conséquences qu'ont pu avoir ces trouvailles extraordinaires comme incitation à la création de variétés nouvelles. L'histoire est racontée par W. Marshall, dans *The rural Economy of Yorkshire* (1796, II : 5-7) :

« Of late, the raising of varieties has perhaps been little attended to. (...) The only instance in which I have had an opportunity of tracing the variety down to the parent individual, has occurred to me in this District.

A man, whose observation is ever on the wing in the field of husbandry, having perceived, in a piece of wheat, a plant of uncommon strength and luxuriance, diffusing its branches on every side, and setting its closely surrounding neighbors at defiance ; marked it, and at harvest removed it separately.

The produce was fifteen ears, yielding six hundred and four grains, of a strong-bodied liver-colored wheat, different in appearance from every other variety I have seen. The chaff smooth, awnless, and the color of the grain. The straw stout and reedy.

These six hundred grains were planted, singly, nine inches asunder, filling about forty square yards of ground, not in a garden or in a separate piece of ground, but upon a clover stubble ; the remainder of which was, at the same time, sown with other wheat : by which means *extraordinary trouble and destruction by birds* were equally avoided.

The produce of these forty yards two gallons and a half, weighing twenty pounds and a half, of prime grain, fit for seed ; besides some pounds of second.

2. Sur les rendements extraordinaires, mes sources sont les suivantes (par ordre chronologique) : Tull, 1733 : 61 ; Turbilly, 1761 : 217-218 ; Watson, 1768 ; Marshall, 1796 (*loc. cit.*) ; Janville, 1806 (*loc. cit.*) ; Davy, 1820 : 240 ; Villers, 1850-1851 (*loc. cit.*) ; Diffloth, 1929 : 322.

Il en existe sûrement beaucoup d'autres. Dans les années 1850, un certain M. Mangocé préconise une « méthode » consistant à ne semer que 25 l/ha, et rendant 150 pour 1 ; ce ne fut certainement ni la première fois, ni la dernière !

One grain produced thirty-five ears, yielding twelve hundred and thirty-five grains.

The second year's produce being sufficient to plant an acre of ground, the variety was of course sufficiently established.

This, the fifth year, I have seen it grow in quantity ; the season being moist, and the soil good, it was most of it lodged. The crop upon the ground is abundant : seventy full stocks an acre. But the produce of Zealand wheat, in the same piece, is equal to it ; and, on examination, I think the grain of this better, its skin is somewhat thinner. (...) »

Il n'est pas douteux que ce genre d'histoire a dû se répéter des milliers et des milliers de fois depuis que la culture des céréales existe. Mais avec une fréquence très différente dans les différentes agricultures. Dans l'Europe du XVIII^e s., avec ses vastes champs ensemencés à la volée, l'évènement n'a pu être qu'exceptionnel et il faudra qu'apparaissent des sélectionneurs spécialistes (par ex. Vilmorin en France) pour que la production régulière de variétés nouvelles devienne possible. Marshall ne décrit que sept variétés de blé pour le Yorkshire, dont deux en voie de disparition ; et bien que le compte n'ait pas été fait, on peut supposer qu'il n'en existait pas plus que quelques dizaines dans l'Angleterre de son temps. Mais il en allait tout autrement dans la plupart des pays tropicaux. En Inde par exemple :

« Accustomed as we are to find the plant spoken of merely as rice it is somewhat surprising to learn that there are in Bengal alone 4,000 different sorts, suitable for different soils and climates. And yet the Indian peasant knows the various kinds and the right places in which to grow them. M.C.B. Clarke, an experienced and accurate botanist, speaking of the marvelous intuitive knowledge possessed by the hereditary paddy-cultivators, in recognizing the different kinds of rice, says : - 'I do not know how, in the young state, the cultivator tells the *ri* (wild rice) from the *aman* (winter rice). I cannot.' (J. Kenny, *Intensive farming in India*, 1912 : 246.)³.

Pourquoi cette différence ? L'« intuition merveilleuse » des paysans des régions tropicales y est

évidemment pour beaucoup moins qu'un facteur plus prosaïque : la technique de semis, et les rendements à la semence qui en sont la conséquence.

Rendements ordinaires et techniques de semis

Depuis des milliers d'années sans doute, en effet, existe une nette opposition dans les techniques de semis entre l'Occident (de l'Atlantique à l'Afghanistan) et les autres régions du monde. En Occident, on sème le plus souvent les céréales à la volée (*broadcast*), ce qui donne des rendements à la semence de 4 à 10 pour 1. Dans le reste du monde, les techniques de semis sont diverses, mais le semis à la volée est assez rare. On sème ordinairement en lignes (à la main ou au semoir) ou en poquets, ou encore en pépinière avec repiquage (le riz) ; et dans de nombreux cas, on fait prégermer les graines avant de les semer. Chacune de ces techniques donne bien sûr un rendement à la semence différent, mais dans l'ensemble, celui-ci s'établit entre 50 et 150 pour 1, soit 10 à 20 fois plus qu'avec le semis à la volée. Les rendements extraordinaires qui ont été évoqués ci-dessus montrent qu'il n'y a rien de miraculeux à cela. Le rendement à la surface, lui, ne change pas (sous réserve des effets d'échelle). Ce qui change, c'est la quantité de semence, et il est clair que si on sème 10 fois moins pour obtenir la même récolte, le rendement de la semence sera 10 fois plus élevé. Avec une première conséquence, c'est que la *pression de sélection* sera 10 fois plus forte. Ce n'est sans doute pas un hasard si le maïs, la céréale la plus transformée par l'homme peut-être, est celle qui donne les rendements à la semence les plus élevés.

Deux questions se posent : peut-on expliquer ces différences dans les techniques de semis, et quelles conséquences (autres que celle, évidente, sur la pression de sélection) peut-on leur imputer ?

Les dimensions de la plante sont assurément un facteur : le maïs, le sorgho, etc., sont semés le plus souvent en poquets à cause de leur grande taille. Mais on peut soutenir le contraire, à savoir que c'est parce qu'elles ont été semées en poquets pendant des milliers d'années que ces plantes ont acquis leur morphologie actuelle... D'autre part, les mêmes céréales peuvent être semées de façon différente suivant les régions. Le blé et l'orge sont semés au semoir à Sumer et à la volée en Égypte ancienne ; dans une région proche de Quito

3. Il est évident que l'expression *marvelous intuition* est de trop ; elle ne fait que traduire l'étonnement de son auteur. Mais je ne résiste pas au plaisir de citer quelques lignes de la préface de J. Kenny. « To preach dry-farming to men to whom it was a hoary tradition when Englishmen used paint instead of clothing did not appear to me the surest way to gain the confidence of the Kunbi, nor did I consider it wise to suggest seed selection in a land where 4,000 different sorts of paddy are grown in one province alone, and carefully differentiated according to their qualities and the land suitable for them. ». L'enthousiasme est évidemment exagéré, mais il exprime parfaitement l'état d'esprit de quiconque découvre la réalité de ce qu'on lui avait appris à mépriser.

(Équateur) en 1735, des voyageurs rapportent que le froment et l'orge semés en poquets, à la manière du maïs sans doute, rendent 100 à 150 pour 1 (Duhamel du Monceau, 1765 : 123-4).

En réalité, il n'y a pas une, mais tout un ensemble de causes, agissant de façon combinée. C'est une problématique complexe, qu'il est impossible de présenter ici pour des raisons de place, et aussi parce que je n'en ai pas encore tous les éléments. Je voudrais insister sur un seul de ces éléments, parce que l'histoire européenne récente nous permet de le mettre en évidence et de l'analyser : c'est le rapport prix des grains/prix du travail.

L'anecdote évoquée ci-dessus (« M. de Janville... ») nous donne en abrégé la solution du problème, mais il nous faut expliciter son contenu pour le faire comprendre. Ce début du XIX^e s. en France est, depuis longtemps déjà, une période d'anglomanie, en agriculture du moins : tout ce qui vient d'Angleterre est vanté, admiré, préconisé, imité. Or il existe alors depuis quelque temps une nouveauté dont on parle pas mal en Angleterre, la pratique de planter le blé, c'est-à-dire de le semer en poquets (*dibbling*), pratique qui s'est instaurée dans une petite région à cheval sur la limite entre le Norfolk et le Suffolk. Son origine est récente, et elle semble avoir commencé comme transposition aux céréales de la méthode normalement utilisée pour les pois et les fèves. Mais quoi qu'il en soit de cet historique, c'est le fait que cette méthode soit passée au moins localement dans la pratique courante qui nous intéresse, parce que cela nous permet une comparaison « toutes choses égales d'ailleurs », dont les enseignements sont précieux. Quel en est le résultat ?

« Un semeur de force ordinaire couvre en moyenne quatre hectares par jour en céréales » à la volée (Moslan : 35). En poquets, une équipe composée d'un homme qui fait les trous et de trois aides (femmes ou enfants) qui y déposent les graines, ensemence une demie acre par jour, soit environ 0,2 ha. C'est vingt fois moins pour l'équipe, et quarante à cinquante fois moins si on admet que les trois aides équivalent à un travailleur adulte ou un peu plus. Pour compenser cette productivité très inférieure du travail, il n'y a guère qu'un avantage : l'épargne de semence. Dans le Norfolk de 1787 nous dit W. Marshall, l'équipe de semeurs en poquets est payée 9 shillings par acre, et l'épargne de semence est à peu près de la moitié, soit 1,5 boisseau ou plus. Tout se joue, en somme, sur le rapport de prix entre grains et main d'œuvre. On a intérêt à épargner la semence quand le grain est cher, on a intérêt à la prodiguer quand la main d'œuvre est chère. Loin d'être une technique primitive, le semis à la volée est une technique très élaborée au contraire, qui ne peut être utilisée que dans des sociétés où le prix du

travail est relativement élevé.

Dès lors, nous comprenons la remarque de la Société d'agriculture de Caen en 1806, selon laquelle « le plantage exigeait trop de bras, et la main d'œuvre était trop chère ici pour obtenir un grand succès : il nous a semblé que cette méthode, au lieu de nous conduire vers la perfection de l'art, nous ferait remonter vers son origine. » Et en effet, le semis en poquets des céréales n'était possible que parce que l'Angleterre, et le Norfolk en particulier, avait connu une baisse sensible des salaires réels depuis la fin du XVII^e s. N. Riches (1937) parle de « *starvation wages* », dûs entre autres à l'Act of Settlement de 1662 qui réduisait la mobilité de la main d'œuvre et mettait les travailleurs plus ou moins à la merci de leurs employeurs.

En France, en Normandie tout au moins, l'exploitation de la main d'œuvre n'était pas poussée aussi loin, et le semis en poquets du blé ne pouvait donc apparaître que comme un recul.

CONCLUSION

Le seul rendement qui aurait une valeur universelle, en réalité, c'est le rendement du travail. Mais il est ordinairement très difficile à évaluer, surtout dans les économies sans monnaie. Aussi sommes-nous forcés de nous rabattre sur d'autres ratios, ce qui pose pour chacun d'eux le problème de leur signification et de leur domaine de validité.

Le rendement à l'unité de surface est une notion agronomique, développée depuis deux siècles à peine. Il n'est utilisable que dans des agricultures qui ont des « champs », c'est-à-dire des parcelles uniformément cultivées et ensemencées telles que nous les connaissons aujourd'hui. Mais l'existence même de « champs » est le plus souvent liée à celle d'instruments aratoires attelés. Nombre d'agricultures dites primitives n'ont pas de tels « champs » et le rendement à la parcelle ne signifie rien pour elles, ou du moins n'est pas comparable à ce qu'il est dans les autres. Il n'y a qu'un rendement à la surface qui ait une validité universelle, c'est ce que j'ai appelé le rendement du territoire, qui tient compte non seulement de la parcelle individuelle, mais de tout l'espace qui fournit par transfert les éléments nécessaires au renouvellement de la fertilité de cette parcelle. Et ce rendement tient également compte du temps.

Il y a enfin le rendement de la semence. Ce rendement est tombé en désuétude depuis la seconde moitié du siècle dernier, mais il était d'usage quasi universel auparavant. Pour l'analyse historique, nous aurions tort de nous en priver, d'autant qu'il est riche de significations intéressantes. Le rendement de la

semence n'a de signification que si on connaît la densité de semis, et donc la technique de semis, mais ces informations sont justement indispensables pour caractériser une agriculture. Des rendements à la semence relativement faibles (4 ou 5 pour 1) ne signifient pas une agriculture pauvre, mais seulement qu'on sème à la volée et qu'on sème épais, c'est-à-dire qu'on prodigue la semence pour épargner la main d'oeuvre parce que celle-ci est chère. Des rendements élevés au

contraire (100 pour 1 et plus) signifient presque à coup sûr que la main d'oeuvre est peu coûteuse ou que les moyens techniques à sa disposition sont peu puissants.

Cet article ne présente que l'esquisse d'une réflexion générale sur les rendements qu'il faudra entreprendre un jour. Il me semble que le développement de l'archéologie expérimentale appellera de plus en plus ce genre de réflexions.

BIBLIOGRAPHIE

- Davy H. (Sir), 1820.- *Éléments de chimie appliquée à l'agriculture, suivis d'un traité sur la chimie des terres*. Paris, Audin & Crevot.
- Diffloth P., 1929.- *Agriculture générale. Labours et assolement*. Paris, Librairie J.-B. Baillière & Fils.
- Duhamel du Monceau H.-L., 1765.- *Mémoires d'agriculture adressés à M. Duhamel du Monceau par Plusieurs Agriculteurs*. Paris, H.-L. Guérin & L.-F. Delatour.
- Féret E., 1878.- *Statistique générale (...) de la Gironde*. Bordeaux, Féret & Fils.
- Fontenay L. de, s.d. (1870).- *Voyage agricole en Russie*. Paris, A. Goin.
- Gokhale V.-G. and Habbu V.-S., 1927.- *Trees and shrubs for producing green manure in the Konan and North Kanara*. Bombay, Department of Agriculture, Bulletin n° 141.
- Hargreaves M.W.M., 1977.- The dry-farming movement in retrospect. In : *Les hommes et leurs sols*, numéro spécial du *Journal d'Agriculture traditionnelle et de Botanique appliquée*, 24, 2-3 : 213-232.
- Hénin S. et al., 1969.- *Le profil cultural*. Paris, Masson & Cie.
- Kenny J., 1912.- *Intensive farming in India*. Madras, Higginbotham & Co and London, Luzac & Co.
- Labeyrie J., 1978.- Les aérosols, *La Recherche*, 87 : 209-218.
- Marshall W., 1796.- *The rural economy of Yorkshire*. London, G. Nicol.
- Moslan s.d. (vers 1880-90).- *Les semailles à la main*. Paris, Le Bailly.
- Richards A.I., 1939.- *Land, labour and diet in Northern Rhodesia*. London, International African Institute.
- Riches N., 1937.- *The agricultural revolution in Norfolk*. London, Frank Cass.
- Sherratt A., 1980.- Water, soil, and seasonality in early cereal cultivation, *World Archeology*, 11, 3 : 313-330.
- Sigaut F., 1975.- *L'agriculture et le feu*. Paris-La Haye, Mouton & Co.
- Stromgaard P., 1985.- Subsistence society under pressure : the Bemba of Rhodesia, *Africa*, 55, 1 : 39-59.
- Townson R., 1797.- *Travels in Hungary*. London, G.G. & J. Robinson.
- Troels-Smith J., 1984.- Stall-feeding and field-manuring in Switzerland about 6 000 years ago, *Tools and Tillage*, 5, 1 : 13-25.
- Tull J., 1733.- *The horse-hoeing husbandry, or an essay on the principles of tillage and vegetation*. London.
- Turbilly Marquis de, 1761.- *Mémoire sur les défrichements*. Paris, V^e Houry.
- Watson W., 1768.- An account of some experiments by Mr. Miller of Cambridge, on the sowing of wheat, *Philosophical Transactions*, 58 : 203-206.